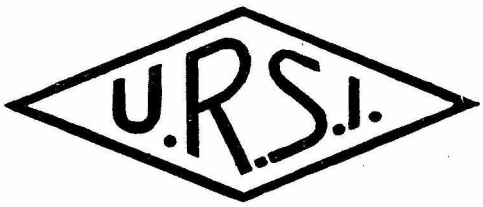
UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 1

Commission I

Mesures et Étalons Radioélectriques

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco — UCCLE - Bruxelles
(Belgique)

1957 VOLUME XI - Fascicule 1 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION I

Mesures et Etalons Radioélectriques

TABLE DES MATIÈRES

Pages

COMPOSITION DE LA COMMISSION 5

LISTE DES RAPPORTS ET DES COMMUNICATIONS PRÉSENTÉS A LA COMMISSION 8

COLLABORATION AVEC LE C.C.I.R. 9

RECOMMANDATIONS DU COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES 10

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 11
Australie 14
Canada 15
E. U. A. 18
France 37
Japon 43
Nouvelle Zélande 48
Pays-Bas 49
Pologne 50
Royaume-Uni 53
Suède 61
Suisse 61

Rapport du Président a la Séance Plénière d'Ouverture 62

Compte rendu des réunions 65

Rapport sur l'activité de la Commission a la Séance de cloture 76

Résolutions 78

Composition de la Commission

Président : M. B. DECAUX, Ingénieur en Chef au Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

Vice-Président : M. W. D. GEORGE, Chief, High Frequency Section, Radio Standards Division, National Bureau of Standards, Boulder, Colorado, U. S. A.

Secrétaires : M. P. ABADIE, Ingénieur en Chef au Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

M. E. WEBER, Polytechnic Institute of Brooklyn 1, N. V., E. U. A.

Allemagne : Dr A. SCHEIBE, Direktor, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee, 100, Braunschweig.

Australie : F. J. LEHANY, Division of Electrotechnology, National Standards Laboratory (C. S. I. R. O.), University Grounds, City Road, Chippendale, N. S. W.

Autriche :

Belgique : Prof. J. MARIQUE, Secrétaire Général, C. C. R. M., 97, Avenue du Prince d'Orange, Uccle-Bruxelles.

Canada : Dr J. T. HENDERSON, National Research Council, Sussex Street, Ottawa, Ont.

Danemark : Prof. J. Oskar NIELSEN, Teleteknisk Forsknings-laboratorium Aagade 154, trappe 11^8, Copenhagen. N.

Espagne : Ing. J. RODRIGUEZ-NAVARRA DE FUENTES, Instituto Geografico y Cadastral, Calle del General Ibanez de Ibero, 3, Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : Dr Ernst WEBER, Head, Department of Electrical Engineering, Polytechnic Institute of Brooklyn, 99, Livingston Street, Brooklyn, 2, N.-Y.

Finlande : Prof. L. SIMONS, Universitetes Fysikaliska Institut, Helsinki.

France : M. P. ABADIE, Ingénieur en Chef au Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

Grèce :

Inde : Dr K. N. MATHUR, Head of the Division of Weights and Measures, Deputy Director, National Physical Laboratory, Hillside Road, New Delhi 2.

Italie : Prof. V. GORI, Istituto Superiore P. T., Viale Trastevere, 189, Rome (†).

Japon : Prof. I. KOGA, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo.

Maroc : M. ARZELIES, Professeur au Centre d'Etudes Supérieures Scientifiques, Avenue Biarnay, Rabat.

Norvège : Eng. Helmer DAHL, Christian Michelsens Institutt, Department of Applied Physics, Nygårdsgatan, 114, Bergen.

Nouvelle-Zélande : M. J. G. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Ir. L. R. M. Vos DE WAEL, Dr Neher Laboratory of the Netherlands P. T. T., Leidschendam.

Pologne : Prof. Dr A. JELLONEK, c/o Ing. Krystyn BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palak Kultury i Nauk, Varsovie.

Portugal :

Royaume-Uni : Dr L. ESSEN, Electricity Division, National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, England.

Suède : Lt. Col. H. BJÖRKLUND, Director, Army Signal Laboratory, Stockholm, 80.

Suisse : Prof. Dr H. KÖNIG, Directeur du Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Wildstrasse, 3. Berne.

Tchécoslovaquie :

Union Sud Africaine : M. F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Laboratory of the C.S.I.R., P. O. Box 10319, Johannesburg, Tvl.

U. R. S. S. : M. E. SABOTINSKI, Candidat es Sciences Physiques et Mathématiques, c/o Académie des Sciences, Moscou.

Yougoslavie : Dr J. LONTCHAR, c/o Prof. Ing. A. DAMIANOVITCH, Faculté d'Electrotechnique, 6, Stevana Sremca, Beograd. 2.

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports reproduits en entier dans ce fascicule :

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I., *Bull. Inf. U.R.S.I.*, **100**, 50-86.
83	Frequency (phase) multipliers for measuring devices, M. E. ZHABOTINSKY, U. L. SVERDLOV, Y. I. SVERCHKOV, Institute of Radio Engineering and Electronics, Academy of Sciences of the U.S.S.R.
122*	Rapport sur les travaux effectués en Grande-Bretagne de 1954 à 1957, Dr L. ESSEN.
139*	Rapport du Comité National Suisse, Prof. KÖNIG.
156*	Rapport du Comité National Néo-Zélandais.
165*	Rapport du Comité National Néerlandais.
184*	Rapport du Comité National Canadien.
190*	Rapport du Comité National Allemand.
197*	Rapport du Comité National Japonais, I. KOGA.
204*	Rapport du Comité National Polonais.
209*	Rapport du Comité National Français.
218*	Rapport du Comité National Suédois, H. BJÖRKLUND.
222*	Rapport du Comité National Australien.
236*	Recommandations du Comité International des Poids et Mesures à la Commission I.
241	Power measurements by film bolometers, J. A. LANE.
242*	Rapport de la Commission I des E.-U.
255	A fade-cancelling zero beat indicator, R. J. BLUME.
256	Low frequency standards transmissions, W. D. GEORGE.
257	Accuracy of WWV and WWVH, W. C. STICKLER.
258	Status report on microcalorimetric technique, G. F. ENGEN.

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière du C.C.I.R. qui s'est tenue à Varsovie en 1957 a demandé la collaboration de l'U.R.S.I. pour étudier l'Avis n° 179 (Emissions de fréquences-étalon et de signaux horaires) qui se rattache au domaine de la Commission I.

Le texte complet de cet avis a été publié dans le Bulletin d'Information n° 100 (novembre-décembre 1956).

N° 236 = Recommandations du Comité International des Poids et Mesures à la Commission I

Recommandations du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (1re Session, 3 et 4 juin 1957).

Recommandation 1

Le Comité Consultatif recommande aux laboratoires engagés dans la construction d'étalons atomiques de fréquence, d'en pousser l'étude aussi loin que possible, et de fournir les données les plus complètes sur les résultats obtenus.

Recommandation 2

Le Comité Consultatif recommande aux laboratoires d'organiser le plus tôt possible la comparaison de leurs étalons atomiques de fréquence, qu'ils soient du même type ou de types différents. Il est souhaitable que ces comparaisons soient réalisées dans toutes les combinaisons possibles.

Recommandation 3

Le Comité Consultatif exprime le vœu que la Commission I de l'U.R.S.I., à l'occasion de la Douzième Assemblée Générale de Boulder, mette à l'étude la comparaison des étalons atomiques de fréquence, conformément à la Recommandation 2.

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 190. — Rapport de la Commission I du Comité National

(Traduction)

Le présent texte résume les travaux effectués dans le domaine des mesures de fréquence et de temps ; il y a eu peu de rapports sur les mesures de puissance, des intensités de champ, etc.

L'étalon national de fréquence et de temps, constitué aujourd'hui par les horloges à quartz (P) du Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), a été décrit pour la première fois par A. Scheibe et al. (1).

Contrairement à ce qui avait été fait précédemment au PTB, (circuits Pierce-Miller), l'oscillateur a été monté selon Pierce (quartz entre anode et grille) de façon à obtenir une plus grande indépendance de la fréquence vis-à-vis des caractéristiques du circuit. La suspension du quartz au moyen d'un fil (de perlon) a été améliorée ; les électrodes sont maintenant placées à l'extérieur du tube à vide contenant le cristal. A présent trois de ces nouvelles horloges à quartz fonctionnent au PTB (P1, P2, P3) ; leur dérive par vieillissement est inférieure à 1.10^{-9} (valeur relative) par mois ; en valeur relative les variations de fréquence sont de l'ordre de $\pm 5.10^{-11}$ sur des intervalles de quelques jours et inférieures à $\pm 5.10^{-10}$ sur des intervalles de quelques mois. La valeur exacte de la fréquence peut être extrapolée sur une période d'environ 6 mois avec une erreur systématique inférieure à $\pm 3.10^{-9}$, observations astronomiques non comprises.

L'émetteur DCF 77 (fréquence porteuse 77,5 kc/s) à Mainflingen lez Frankfurt/Main a été équipé de deux horloges à quartz du PTB (P4, P5) dont l'une contrôle la fréquence porteuse ; celle-ci est maintenant stabilisée à $\pm 2.10^{-9}$ de sa valeur nominale.

Kettel (2) a décrit un très bon fréquencemètre à quartz et un générateur à quartz de haute précision.

Le fréquencemètre hétérodyne de Kellerer (3) pour la plage de 850 à 5000 Mc/s est basé sur une combinaison de la méthode de résonance et de celle des battements. Sa précision relative est de l'ordre de $\pm 10^{-5}$.

Adelsberger (4) a décrit un ondemètre à cavité, simple mais d'une grande précision, pour l'intervalle de 3,5 mm à environ 1,65 m de longueur d'onde. L'ondemètre consiste en une cavité cylindrique en laiton argenté dans laquelle un barreau coaxial peut se déplacer d'une manière repérable. Dans le domaine des UHF, l'erreur relative obtenue est de l'ordre de $1{,}5.10^{-4}$ sur la longueur d'onde.

Le microscope de fréquence de OHL (5) permet d'enregistrer la déviation relative de deux fréquences avec une haute précision. Les deux fréquences sont hétérodynées de manière à produire des battements ; une séquence de marques de temps produites par ces battements est enregistrée sur un chronographe à tambour dans lequel la période de rotation est choisie ; des déviations de fréquence de l'ordre de $\pm 5.10^{-14}$ peuvent être ainsi mesurées facilement.

Becker (6) a déterminé la précision qui peut être obtenue en mesurant une fréquence par rapport à une autre connue au moyen de multiplicateurs de fréquence, d'hétérodynes et de compteurs électroniques, et a décrit les principales données mécaniques d'un équipement fournissant des erreurs relatives inférieures à $1{,}4.10^{-11}$ sur la fréquence, pour des temps de mesure de 100 sec., et pour des fréquences convenablement choisies.

Becker (7) a discuté les relations entre résonance-série, antirésonance et résonance physique dans les oscillateurs à cristal piezoélectrique et a montré qu'à ces fréquences aucune quantité physique n'atteint un maximum. Les concepts de résonance-série et d'antirésonance, et leurs propriétés caractéristiques, ont donc été étendus, et des critères ont été établis pour permettre une discrimination claire entre les oscillateurs à résonance-série ou antirésonance.

Becker (8) a pu réduire, en se basant sur la condition générale d'oscillation, une grande part des circuits conventionnels d'oscillateurs à quartz à leur arrangement de base. Deux catégories de

circuits peuvent être distinguées (circuits en résonance-série ou en résonance-parallèle), mais aucune opinion définitive ne peut être formulée quant à leur efficacité.

Kraus (10) a décrit une méthode de détermination de puissance par la mesure du voltage sur une charge artificielle et de la chaleur dégagée. Ceci concerne particulièrement des instruments réalisés jusqu'à un certain point dans l'industrie.

D'après Elektronik, 4 (11), une résistance terminale (à couches de carbone) adaptée à l'impédance caractéristique d'une ligne coaxiale a été étudiée pour permettre la détermination thermique des puissances en haute fréquence dans l'intervalle de 20 à 500 mW ; l'erreur relative de mesure varie entre 1 et 3 %.

Turban (12) a atteint une haute précision dans les mesures en UHF par une construction mécanique poussée, des tolérances plus faibles, et un mode spécial de construction. Une erreur relative de l'ordre de 1 % peut ainsi être atteinte.

Schaffeld et Bayer (13) ont étudié théoriquement la propagation des ondes électromagnétiques dans les guides à section circulaire et ont montré comment un klystron-reflex travaillant à une fréquence voisine de celle de coupure peut être stabilisé avec une précision de l'ordre de 10^{-8}.

Le PTB a commencé à développer des équipements destinés aux mesures de champ et à l'étude expérimentale des quadripoles électriques dans le domaine des ondes ultra-courtes. Une grande salle a été revêtue de panneaux non réfléchissants de manière à permettre les mesures aux interféromètres. Dans le domaine de 1 cm à 10 cm de longueur d'onde, la puissance réfléchie à l'incidence normale a pu être réduite ainsi à 10^{-4} ou 10^{-5}. Comme les panneaux n'ont pas pu sécher complètement, suite à l'été froid et humide de l'année dernière, il peut être supposé qu'une réduction plus forte des réflexions sera obtenue.

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Scheibe, J. Adelsberger, G. Becker, G. Ohl, R. Süb. — Konstruktion und Leistung neuer Quarzuhren der Physikalisch- Technischen Bundesanstalt. *Z. angew. Phys.*, **8** (1956), 175-183.
2. E. Kettel. — Ein Quarzgesteuerter Frequenzmesser und Steuergenerator hoher Genauigkeit, *Telefunken Zeitung*, **27** (1954), H. 103, 27-31.

3. J. KELLERER. — Ein Ueberlagerungsfrequenzmesser hoher Genauigkeit (10^{-5}) für den Mikrowellenbereich, *Siemens-Z.*, 29 (1955), 41.

4. U. ADELSBERGER. — Die Stabwellenmesser im Bereich von 180bis 80.000 MHz, Konstruktion und Messergebnisse, *A.E.U.*, **10** (1956), 51-57.

5. G. OHL. — Das Frequensmikroskop, ein registrierendes Frequenzmessgerät sehr hoher Empfindlichkeit. *A.E.U.*, **10** (1956), 145-150.

6. G. BECKER. — Theorie und Praxis einer Anordnung für Frequenzmessungen höchster Genauigkeit. *A.E.U.*, **10** (1956), 315-325.

7. G. BECKER. — Ueber den Begriff der Resonanz von piezoelektrischen Schwingkristallen. *A.E.U.*, **10** (1956), 467-477.

8. G. BECKER. — Ueber kristallgesteuerte Oszillatoren. *A.E.U.*, **11** (1957), 41-47.

9. K. SATTELBERG. — Ein höchstempfindlicher Zeigerfrequenzmesser mit mechanischen Resonanskreis. *Elektrotech. Z.*, **77** (1956), 84-87.

10. A. KRAUS. — Zur Leistungbestimmung bei UKW- und Dezimeterwellen. *Rohde and Schwarz-Mitteilungen*, H. 6, April 1955.

11. Thermischer Leistungsmesser für Höchstgrequenzen. *Elektronik*, **4** (1955), 258.

12. Josef TURBAN. — Eine koaxiale Messleitung sehr hoher Genauigkeit für den Mikrowellenbereich. *Siemens-Z.*, **29** (1955), 446.

13. W. SCHAFFELD, K. BAYER. — Ueber das Verhalten elektromagnetischer Wellen in kreiszylindrischen Hohlleitern im Bereich der Grenzfrequenz unter Berücksichtigung der endlichen Wandleitfähigkeit. *A.E.U.*, **10** (1956), 89-97.

Australie

N° 222. — Rapport du Comité National à la Commission I

(*Traduction*)

DÉTERMINATION ABSOLUE DE L'OHM

Un nouveau type de condensateur pouvant être calculé a été réalisé ; dans ce condensateur la capacité ne dépend que d'une mesure de longueur (1, 2). A l'aide de ce dispositif, l'unité de capacité électrostatique pourrait être déterminée avec une précision comparable au moins à celle atteinte pour l'unité électromagnétique d'inductance. Les déterminations récentes, par Essen et d'autres, de la vitesse des ondes électromagnétiques fournissent un facteur de conversion de précision suffisante pour permettre l'emploi

de l'unité électrostatique comme vérification indépendante de la valeur absolue de l'ohm.

Ce projet a atteint un stade avancé à l'Australian National Standards Laboratory.

RÉFÉRENCES

1. THOMPSON, A. M., LAMPARD, D. G. (1956). — A new theorem in electrostatics and its application to calculable standards of capacitance. *Nature*, **117**, 888.

2. LAMPARD, D. G. — A new theorem in electrostatics with applications to calculable standards of capacitance. *Proc. Instn. Elect. Engrs.* (sous presse).

Canada

N° 184. — Rapport de la Commission I du Comité National

ETALONNAGE DE FRÉQUENCES

On a réalisé un dispositif d'étalonnage de fréquences composé de huit oscillateurs à cristaux de type « anneau Essen » complété par des oscillateurs à cristaux de coupe G-T. Il s'agit d'une étude faite en commun puisque les oscillateurs sont installés dans trois laboratoires différents situés dans les environs d'Ottawa. On a mis au point une méthode satisfaisante permettant d'établir des comparaisons entre ces oscillateurs en se servant pour la transmission de la fréquence fondamentale de 100 kc/s sur câbles téléphoniques. On a réalisé une stabilité à court terme de $1 : 10^{10}$ et à long terme de $5 : 10^{10}$ et on a même fait mieux. L'historique de ces oscillateurs au cours d'une période d'environ trois ans permet de dire qu'ils ont fonctionné de façon très satisfaisante. La fréquence absolue est déterminée à l'aide des observations astronomiques de l'Observatoire du Canada où l'on utilise à cette fin un télescope photographique zénithal. On mettra bientôt sur pied un programme d'observation de la lune au moyen d'une caméra spéciale à double régime.

On procède à des comparaisons avec les fréquences étalonnées des autres pays en notant les heures de réception des signaux horaires. Récemment on a également effectué des mesures sur la

fréquence d'émission de 16 kc/s de la station GBR à Rugby en Angleterre, compte tenu de la phase du courant reçu. Ces deux techniques ont permis d'obtenir des résultats utiles. Ces comparaisons montrent qu'il y a très peu de différence entre les fréquences-étalons du Royaume-Uni, des États-Unis et du Canada.

On procède actuellement au Conseil National des Recherches à la construction d'un appareil à rayonnement de césium destiné à la mesure et à l'étalonnage des fréquences.

Les signaux horaires de l'Observatoire du Canada ont été retransmis 24 heures par jour pendant de nombreuses années par la station CHU émettant sur 3330 kc/s, 7335 kc/s et 14670 kc/s. On peut obtenir, sur demande, des corrections d'heure applicables aux signaux horaires en s'adressant à l'Observatoire du Canada, Ministère des Mines et des Relevés Techniques à Ottawa. Des dispositions ont été prises pour que les fréquences de la Station CHU aient une précision de $1 : 10^8$. Cette modification doit prendre effet au cours de l'année 1958.

Mesure des fréquences radio

On met actuellement au point au Conseil National des Recherches du Canada, des techniques de mesure de la puissance et de son affaiblissement pour une gamme de fréquences allant de 300 à 30,000 Mc/s. On a réalisé un circuit destiné à la comparaison de différents niveaux de puissance. Il est possible de comparer des niveaux de puissance nominalement égaux, avec une précision de 0,1 à 1,0 %.

La vitesse de propagation des ondes électromagnétiques a été mesurée sur une fréquence de 400 Mc/s au moyen d'une cavité coaxiale. Les effets de surtension (Q) et d'extrémité ont limité la précision. On a obtenu des résultats répondant dans les grandes lignes à la valeur de *c* présentement adoptée.

On s'est servi de spectromètres micro-ondiques allant jusqu'à 37 kilomégacycles et on a étudié des spectres dont la gamme des fréquences allait jusqu'à 12 kilomégacycles, au moyen de techniques à radiations atomiques et moléculaires.

On a mis au point un dispositif d'analyse des spectres qu'a utilisé le Ministère des Transports pour une gamme de fréquences allant de 1 à 20 mégacycles et dans des bandes de 1 mégacycle.

Cet appareil permet de voir et de photographier la position de la bande de fréquence sur laquelle il est accordé.

On a effectué des mesures relatives aux interférences radio en provenance des câbles électriques à haute tension et des travaux sont en cours au sujet des interférences radio dues à l'effet de couronne.

On met au point actuellement au Conseil National des Recherches des méthodes pour mesurer avec précision les composantes radioélectriques aux fréquences radio (RF). Par ailleurs le Conseil canadien dispose d'un programme à long terme destiné à la détermination absolue de plusieurs unités électriques, magnétiques et électromagnétiques.

REFERENCES

1. Dunn, A. F. — High Resistance Measurements. *Can. J. Phys.*, **35**, 235, 1957.
2. Henderson, J. T., Mungall, A. G. — Velocity of Propagation of Electromagnetic Waves. *Can. J. Phys.*, **33**, 265, 1955.
3. Henderson, J. T., Romanowski, M. — A Standard of Mutual Inductance. *Can. J. Phys.*, **33**, 856, 1955.
4. Hobson, J. P. — Reflection of Slow Electrons from Copper and Tantalum. *Can. J. Phys.*, **34**, 1089, 1956.
5. Hollingsworth, E. V. — Programme Machine for Automatic Operation of PZT. *Publications Dom. Obs.*, **15**, 4, 1956.
6. Kalra, S. N., Woods, E. J. — Phase Stability of Frequency Multipliers. *Proc. I.R.E.*, **45**, 94, 9157.
7. McClenahan, W. S., Woolsey, E. G., Tanner, R. W. — Catalogue of 1525 Star Corrections to GC and FK3. *Publications Dom. Obs.*, **15**, 3, 1954.
8. Redhead, P. A. — A Simple Ionisation Gauge Control Circuit with Overload Protection. *Can. J. Phys.*, **35**, 237, 1957.
9. Romanowski, M., Fraser, P. A. — Considerations on the Primary Winding of the Campbell Standard Inductor. *Can. J. Phys.*, **33**, 871, 1955.
10. Van de Lindt, W. J. — A Note Concerning Forces and Torques on Spheroidal Bodies in Cavities. *Can. J. Phys.*, **33**, 113, 1955.

Etats-Unis d'Amérique

N° 242. — Rapport de la Commission I du Comité National sur le développement des méthodes de mesure et des étalons radioélectriques

(*Traduction*)

Depuis la XIe Assemblée Générale, des améliorations importantes ont été apportées aux méthodes de mesure et aux étalons radioélectriques aux États-Unis. Le présent texte, rédigé par MM. W. D. George, H. Lyons, R. G. Fellers, A. B. Giordano, M. Sucher, W. E. Chapin, T. E. Tice et R. H. George, contient un aperçu des progrès les plus significatifs dans ce domaine.

1. — Mesures et étalons de fréquence et de temps

Une nouvelle norme de l'I. R. E. sur les cristaux piézoélectriques a été publiée. Ce document définit la nomenclature et spécifie les méthodes pratiques pour la mesure des quantités diverses associées aux résonateurs piézoélectriques (1).

Les travaux effectués sur les résonateurs à quartz ont déterminé des améliorations nouvelles et utiles dans le domaine du contrôle de fréquence, des mesures et des étalons. Des unités à quartz constantes à $\pm 3.10^{-10}$ cycle par jour à 65° C et de facteur supérieur à 4.10^6 ont été développées (2).

Des investigations sur le vieillissement et sur d'autres caractéristiques des cristaux de quartz utilisés à des températures relativement constantes entre 2° K et 250° K ont été faites. Il résulta de considérations théoriques et des mesures qu'une réduction substantielle du vieillissement s'opère aux basses températures ; de plus, pour certaines valeurs faibles de T, le facteur Q augmente considérablement et la dépendance de la fréquence envers T est réduite (3,4).

La précision des émissions-étalons de WWV et WWVH fut portée de 2.10^{-8} à 10^{-8} pour ce qui concerne la fréquence ; la stabilité de ces émissions fut portée à 10^{-9} pour WWV et à 5.10^{-9} pour WWVH. Les signaux horaires émis par ces deux stations furent modifiés de manière à concorder étroitement avec le nouveau temps UT2 défini par U. S. Naval Observatory (5).

Une station expérimentale transmettant une fréquence étalon sur 60 kc/s fut mise en service par les laboratoires de Boulder du National Bureau of Standards. Un important usage de cette transmission fut l'intercomparaison régulière des émissions-étalons américaines et britanniques au Cruft Laboratory (Harvard University) (6).

Une meilleure compréhension des instruments et des techniques de mesure est résultée des travaux entrepris, et des instruments améliorés sont maintenant disponibles (7,8). Une limitation pratique de la sensibilité dans l'instrumentation avec laquelle les oscillateurs de précision furent comparés n'a pas encore été atteinte.

RÉFÉRENCES

1. I. R. E. standards on piezoelectric crystals — the piezoelectric vibrator : definitions and methods of measurement. *I. R. E.*, **45**, nº 3, March 1957.

2. A. W. Warner. — Crystal unit design for use in a ground station frequency standard. *Proc. 10th Annual Symposium on Frequency Control*, 190-196 (1956).

3. W. D. George. — A frequency standard at low temperature. *Proc. 10th Annual Symposium on Frequency Control*, 197-215 (1956).

4. H. E. Bommel, W. P. Mason, A. W. Warner Jr. — Experimental evidence of dislocations in crystal quartz. *Phys. Rev.*, **99**, 1894 (1955).

5. Improvements in standard frequencies broadcast by radio stations WWF and WWVH. *National Bureau of Standards Technical News Bulletin*, **40**, nº 3, 37-38 (1956).

6. Experimental standard frequency broadcast on 60 kc. *National Bureau of Standards Technical News Bulletin*, **41** (1957).

7. J. K. Clapp. — Locked oscillators in frequency standards and frequency measurements. *I.R.E.-P.G.I.*, **4**, 128-132, Oct. 1955.

8. I. J. Weber. — A versatile quadrature time base comparitor for automatic frequency measurements. *I.R.E. Convention Record* (1956).

Un grand progrès a été réalisé dans le domaine des étalons atomiques primaires de fréquence et de temps. Les travaux se sont développés suivant trois voies principales.

1) L'élargissement considérable des raies par collisions et par effet Doppler a suscité la recherche de raies spectrales à haut facteur Q. Les techniques originales d'absorption sont par consé-

quent largement dépassées, excepté pour ce qui concerne les travaux de Shimoda au Japon. La première méthode, utilisée au National Bureau of Standards fut la résonance magnétique du Césium en faisceau atomique, celle-ci permit d'obtenir la valeur préliminaire de 9192,63188 $\pm$ 0,00003 Mc/s pour la fréquence de transition du Césium en l'absence de champ. Cette méthode fut perfectionnée ensuite au M. I. T. et à la National Company, et détermina la construction des premières horloges atomiques disponibles sur le marché commercial (l'Atomichron dont la stabilité de fréquence est 5.10^{-10}). Certaines améliorations sont actuellement à l'étude.

2) Une nouvelle technique de faisceau utilisant l'ammonium a été étudiée à Columbia University. Dans cette technique du Maser (abréviation pour Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) on utilise l'émission de radiation par l'ammonium au lieu de l'absorption pour entretenir un oscillateur à la fréquence de la transition 3,3 NH^3. Le Maser est constitué par un échantillon atomique hors de l'équilibre thermique placé dans une cavité résonante. Dans le dispositif à faisceau d'ammonium, un triage des molécules excitées et des molécules non excitées est réalisé en faisant passer le faisceau de molécules par une lentille électrostatique qui induit sur elles des dipôles par effet Stark. Les molécules excitées sont envoyées dans la cavité où elles émettent leur énergie en permettant au champ de s'établir et de provoquer une émission induite. Le Maser est donc un amplificateur régénératif qui oscille quand la puissance totale émise compense les pertes. C'est aussi le générateur le plus cohérent qui ait été développé jusqu'à présent (sa pureté spectrale est de l'ordre de 10^{-12}). Avec une cavité stable, il peut constituer un excellent étalon de fréquence et de temps.

3) Une technique du Maser utilisant un gaz amortisseur est actuellement étudiée à Princeton University. L'élargissement de la raie par collisions est fortement réduit en employant la vapeur de rubidium sous une pression très basse. L'élargissement dopplérien est réduit en remplissant la cavité d'argon sous une pression d'environ 1 mm parce que ce gaz forme un substratum dans lequel les atomes de rubidium sont en quelque sorte immobilisés. Les collisions avec le gaz amortisseur ne produisent que peu d'élargissement vu la nature de l'argon (gaz noble) et la faiblesse des

interactions entre les atomes d'argon et ceux du rubidium qui effectuent des transitions magnétiques dipolaires. Les atomes hors d'équilibre thermique sont triés par pompage optique en les illuminant au moyen d'une radiation en résonance.

Des progrès additionnels ont été accomplis dans le domaine de la stabilisation et du contrôle électronique particulièrement en ce qui concerne le verrouillage de phase au M. I. T. De plus, des Masers utilisant la résonance de spin dans des substances à l'état solide ont été développés avec succès comme amplificateurs et oscillateurs à bruit de fond extrêmement faible. Ceux-ci ouvrent un nouveau champ d'application (amplificateurs atomiques) et pourraient jouer un rôle important dans le domaine des étalons de fréquence et de temps, aussi bien comme générateurs très cohérents que comme amplificateurs à faible bruit des Masers à faisceau.

Pour conclure, des progrès significatifs ont été réalisés : étalons atomiques pratiques, possibilité d'un nouvel étalon primaire international. Pour plus de détails, voir aux Références.

RÉFÉRENCES

1. J. P. Wittke. — Molecular Amplification and Generation of Microwaves. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, 291, March 1957.
2. J. P. Gordon, H. J. Zeiger, C. H. Townes. — The Maser — A New Type of Microwave Amplifier, Frequency Standard and Spectrometer. *Phys. Rev.*, Vol. 99, 1264, Aug. 15, 1955.
3. C. H. Townes ,A. L. Schawlow. — Microwave Spectroscopy. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, N. Y., 1955.
4. K. Shimoda, T. C. Wang, C. H. Townes. — Some Aspects of the Theory of the Maser as a Spectrometer and as a Frequency Standard. *Phys. Rev.*, Vol. 102, 1308, June 1, 1956.
5. J. C. Helmer. — Theory of a Molecular Oscillator. *Microwave Lab. Report* nº 311, *Stanford University*, Stanford, California, June 1956.
6. Harold Lyons. — Atomic Clocks. *Scientific American*, Vol. 196, 71, Feb. 1957.
7. N. Bloembergen. — Proposal for a New Type Solid State Maser. *Phys. Rev.*, Vol. 104, 324, Oct. 15, 1956.
8. N. F. Ramsey, Harvard University. — Molecular Beams. Oxford University Press, 1956.
9. The Atomichron. National Company, Malden 48, Mass.
10. G. Feher, H. E. D. Scovil — Electron Spin Relaxation Times in Gadolinium Ethyl Sulphate. *Phys. Rev.*, Vol. 105, 760, Jan. 15, 1957.

11. H. E. D. Scovil, G. Feher, H. Seidel. — The Operation of a Solid State Maser. *Phys. Rev.*, Vol. 105, 762, Jan. 15, 1957.

12. M. M. Freundlich, R. F. Simons, H. Weichardt. — Final Report on Molecular-Beam Frequency Standard. *Airborne Instruments Laboratory Report* n° 2561-1, Jan. 1956, Mineola, N. Y.

13. J. P. Gordon, C. H. Townes, H. J. Zeiger. — Collected Papers on the Maser. *Columbia Radiation Laboratory Special Technical Report CU* 11-55, Sc 42519 Physics, Columbia University, July 1, 1955.

14. J. E. Sherwood, Harold Lyons. — Cesium, Atomic Beam Frequency Standard. *Report National Bureau of Standards*, Boulder, Colorado.

15. J. R. Zacharias, J. G. Yates. — Cesium Clock. Research Laboratory of Electronics. M.I.T., *Quaterly Progress Report*, Oct. 15, 1954.

16. F. D. Lewis. — Frequency and Time Standards. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, 1046, Sept. 1955.

17. M. Peters, M. W. P. Strandberg. *Phase Stabilization of Microwave Oscillators. Proc. I.R.E.*, Vol. 43, 869, July 1955.

18. J. P. Gordon. — A molecular Microwave Spectrometer, Oscillator and Amplifier. *Trans. I.R.E.*, PG-4, 155, Oct. 1955.

19. C. A. Burrus, W. Gordy. — Millimeter and Submillimeter Wave Spectrocopy. *Phys. Rev.*, Vol. 101, 599, Jan. 1956.

20. H. P. Rocabe. — Measurement of Instantaneous Frequency with a Microwave Interferometer. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, 30, Jan. 1957.

21. I. Goldstein. — Frequency Stabilization of a Microwave Oscillator with an External Cavity. *Trans. I.R.E.*, MTT-5, n° 1, 57, Jan. 1957.

22. F. H. Reder. — Principles of Atomic Frequency Standards. *S.C.E.L Technical Memorandum*, n° 1671.

2. — Mesures d'impédance

La contribution des Etats-Unis au domaine des mesures d'imdance pendant la période du 1er janvier 1954 au 1er janvier 1957 s'est développée dans plusieurs directions. Un travail considérable a été effectué concernant l'analyse des erreurs et des défauts des systèmes actuels, et la recherche des moyens de les éliminer. Des dispositifs automatiques de mesure d'impédance utilisables sur un large intervalle de fréquence ont été étudiés. Un nouveau type d'indicateur d'ondes stationnaires dans les guides d'onde et dans les lignes coaxiales a été développé. Des mesures spéciales nécessitées par l'usage croissant des transistors, des antennes hélicoïdales, des tubes à ondes progressives, ont été faites.

Une méthode de calibration qui permet de compenser les variations de longueur d'onde et d'impédance produites par la fente

dans les lignes fendues a été étudiée. La correction des erreurs résultantes peut ainsi être faite dans beaucoup de cas pratiques (1).

L'évaluation du coefficient de qualité des probes dans les détecteurs d'ondes stationnaires a été faite. Le résultat de ce travail est utilisable pour la prédiction des erreurs maxima du système de mesure et pour fournir des critères de minimisation (2).

Une analyse des jonctions hybrides comme comparateurs d'impédance aux micro-ondes a été faite. Le degré dans lequel les imperfections de la jonction affectent la précision des mesures a été défini (3).

De nouveaux plans d'étalons d'inductance mutuelle ont été constitués ; ceux-ci permettent une plus grande précision théorique dans le calcul des inductances et une amélioration des calibrations (4).

Des mesureurs automatiques d'impédance sur une large gamme de fréquence avec indication directe des résultats sur un abaque approprié ont été étudiés. Les dispositifs décrits opèrent aux micro-ondes et utilisent des oscillateurs balayés, des réflectomètres, et une présentation sur oscilloscope cathodique ou sur enregistreur (5,6).

Une précision de 2 % sur le coefficient de réflexion et de 2° sur la phase a été atteinte sur une largeur de bande de 12 %. Une variante de ce dispositif est applicable au domaine de 300 kc/s à 30 Mc/s (7).

Une autre méthode de mesure rapide d'impédance a été établie pour la gamme 30 kc/s - 5 Mc/s. Ici l'impédance est mesurée par hétérodynage dans un mélangeur linéaire entre la tension développée par un oscillateur local sur l'impédance à mesurer (tension utilisée comme signal) et une tension de référence extraite de cet oscillateur. La tension de sortie du mélangeur est proportionnelle à l'impédance à mesurer (8).

De nouveaux types d'indicateurs d'ondes stationnaires ont été développés. L'un d'entre eux utilise une section de guide circulaire connectée perpendiculairement à un guide rectangulaire et couplée avec lui d'une manière appropriée. Les ondes TE_{10} du guide rectangulaire excitent des ondes TE_{11} dans le guide circulaire avec une polarisation circulaire dont le sens dépend de la direction de propagation de l'onde excitatrice. Ainsi, les ondes stationnaires produites dans le guide circulaire dépendent étroitement des ondes

stationnaires dans le guide rectangulaire. De ce fait, leur détermination au moyen d'un probe *tournant* peut s'effectuer de la même manière qu'avec un probe en translation dans une ligne fendue conventionnelle. Des largeurs de bande de 20 % ont pu être réalisées (9). Un dispositif similaire utilisable sur une bande beaucoup plus large a été développé pour les lignes coaxiales.

Une variante intéressante de ce dispositif consiste en l'incorporation d'un hélicoïde dans le détecteur d'ondes stationnaires de manière à réduire la vitesse de propagation et à étendre le domaine de mesures au-dessous de 500 Mc/s (10).

Une méthode de haute précision utilisant un détecteur fixe et une charge mobile a été mise au point (11).

Des problèmes spéciaux ont été attaqués de diverses manières.

L'impédance HF de résistance ordinaire dans le domaine de 2 à 400 Mc/s a été déterminée en connectant la résistance à l'intérieur d'une cavité résonante (12).

Pour l'utilisation des hélicoïdes dans les mesures, une étude des jonctions entre hélices et lignes coaxiales a été faite. Les résultats obtenus permettent de mesurer l'impédance de l'hélice dans la ligne coaxiale (13).

De nombreux instruments pour la mesure des paramètres de transistors ont été réalisés (14).

REFERENCES

1. A. A. Oliner. — The Calibration of Slotted Sections for Precision Microwave Measurement. *Rev. of Scientific Instruments*, Vol. 25, Jan. 1954, pp. 13-20.
2. S. W. Ruben. — Figure of Merit of Probes as Standing Wave Detectors. *I.R.E. Transactions*, Vol. PGI-4, Oct. 1955.
3. E. W. Mathews. — Characteristics of Microwave Comparitors. *I. R.E Transactions*, Vol. PGI-4, Oct. 1955.
4. F. W. Grover. — A Study of Absolute Standards of Mutual Inductance and in particular the three section National Bureau of Standards Type. *Jl. of Research of National Bureau of Standards*, Vol. 53, pp. 297-320, Nov. 1954.
5. H. L. Bachman. — A Waveguide Impedance Meter for the Automatic Display of Complex Reflection Coefficient. *P.G.M.T.T.*, Vol. MTT-3, n° 1, Jan. 1955.
6. W. F. Gabriel. — An Automatic Inpedance Recorder for X Band. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1420-1421, Sept. 1954.
7. R. T. Adams, A. Horawitz. — Broad-Band Reflectometers at High Frequencies. *Elec. Comm.*, Vol. 32, pp. 118-125, June 1955.

8. B. Salzberg, J. W. Marini. — Rapid Measurement of Impedance and Admittance. *Electrical Engineering*, N. Y., Vol. 74, p. 503, June 1955.

9. S. B. Cohn. — Impedance Measurement by Means of a Broadband Circular Polarization Coupler. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1554-1558, Oct. 1954.

10. F. J. Tucker. — Standing Wave Detector with a Helix Line Element, *Tele-Tech. and Electronic Ind.*, Vol. 14, Section 1, pp. 70-71, 134, Nov. 1955.

11. A. C. MacPherson, D. M. Kerns. — A New Technique for the Measurement of Microwave Standing-Wave Ratios. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 1024-1030, Aug. 1956.

12. C. L. Wellard. — Measuring Impedance of High-Frequency Resistors. *Electronics*, Vol. 26, pp. 176-179, Oct. 1953.

13. W. H. Watson. — The Experimental Determination of Equivalent Networks for a Coaxial Line to Helix Junction. *I.R.E. Transactions*, Vol. E.C.-3, n° 3, July 1956.

14. W. N. Coffey. — Measuring R-F parameters of Junctions Transistors. *Electronics*, Vol. 25, pp. 152-155, Feb. 1956.

3. — Mesures de bruit de fond

a) *Généralités.* — Durant les trois dernières années le domaine des mesures de bruit s'est enrichi d'une grande variété de techniques et d'analyses. Une description des contributions particulières sera faite plus loin sous des titres séparés.

Les additions importantes à la littérature comprennent notamment un nouveau livre sur le bruit des circuits électroniques, plus particulièrement aux basses et moyennes fréquences (1). La nomenclature et les méthodes de mesures utilisées sont conformes aux recommandations de l'I. R. E. (2). Les phénomènes physiques relatifs au bruit et les techniques mathématiques pour l'évaluation quantitative du bruit furent traitées extensivement dans un groupe d'articles didactiques (3, 4, 5, 6). La théorie des réseaux fut étendue aux phénomènes de bruit (7). Un circuit équivalent qui consiste en un réseau sans bruit en cascade avec un réseau avec bruit en fut déduit. Des méthodes expérimentales furent mises au point afin d'évaluer les éléments de ce dernier réseau.

REFERENCES

1. A. van der Ziel. — Noise. Prentice-Hall, Inc., 1954.

2. Methods of Measuring Noise. Standards on Electron Devices. *Proc. I.R.E.*, Vol. 41, pp. 890-896, July 1953.

3. W. R. Bennet. — Characteristics and Origins of Noise. *Electronics*, Vol. 29, pp. 154-160, March ; pp. 134-7, April ; pp. 162-5, May 1956.
4. J. R. Pierce. — Physical Sources of Noise, *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 601-8, May 1956.
5. W. R. Bennett. — Methods of Solving Noise Problems. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 609-638, May 1956.
6. W. R. Bennett. — Designing Low Noise Equipment. *Electronics*, Vol. 29, pp. 154-157, June 1956.
7. H. Rothe and W. Dahlke. — Theory of Noisy Fourpoles. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 811-818, June 1956.

b) *Techniques de mesure.* — De notables progrès furent signalés dans de nombreux articles. L'un d'entre eux discute de l'utilisation du bruit cosmique de 18 à 300 Mc/s pour calibrer les antennes et pour évaluer les performances des récepteurs radioastronomiques (1). Un autre article décrit un générateur de bruit d'un type spécial, qui peut être utilisé comme source de bruit ou d'éléments au hasard pour les calculateurs analogiques (2). Des rapports sur de nouveaux instruments furent aussi présentés (3, 6).

Des progrès furent accomplis en ce qui concerne la mesure du bruit des magnétrons (4). Un générateur de bruit à étincelles, fonctionnant de la même manière qu'un interrupteur rapide dans un oscillateur de relaxation et fournissant une puissance appréciable dans la gamme de 10 à 1000 Mc/s, fut construit pour essayer les récepteurs en VHF et UHF (5). La méthode de Dicke pour mesurer la radiation aléatoire fut comparée à celle des deux récepteurs (7), et cette dernière fut trouvée plus sensible. Une méthode pour obtenir la meilleure précision absolue dans les mesures du facteur de bruit fut discutée (8). Une vérification expérimentale de la théorie de Rice sur les détecteurs non linéaires fut obtenue en calculant le niveau de bruit dans les récepteurs de radar où le second détecteur est une diode (9).

RÉFÉRENCES

1. J. Aarons. — Antenna and Receiver Measurements by Solar and Cosmic Noise. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 810-815, May 1954.
2. D. E. Beecher, R. R. Bennett, H. Low. — Stabilized Noise Source for Air-Weapons Design. *Electronics*, Vol. 27, pp. 163-165, July 1954.
3. E. G. Nielsen, A. van der Ziel. — Multichannel Noise Spectrum Analyzer for 10-10,000 Cycles. *Rev. Sci. Instr.*, Vol. 25, pp. 899-902, Sept. 1954.

4. W. M. Gottschalle. — Direct Detection Measurements of Noise in CW Magnetrons. *I.R.E. Trans. on Electron Devices*, Vol. 1, pp. 91-98, Dec. 1954.

5. M. I. Skolnick. — A Broadband RF Noise Generator. *I.R.E. Trans. on Electron Devices*, Vol. 2, pp. 1-3, July 1955.

6. C. E. Chase. — Direct Reading Noise-Figure Indicator. *Electronics*, Vol. 28, pp. 161-163, Nov. 1955.

7. S. J. Goldstein, Jr. — A Comparison of Two Radiometer Circuits. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 1663-1666, Nov. 1955.

8. A. C. Hudson. — Noise Factor Measurement for Receivers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 1974, Dec. 1955.

9. D. W. Haney. — Calculating Noise Level in Radar Receivers. *Tele-Tech. and Electronics Ind.*, Vol. 15, pp. 74-75, 123, May 1956.

4. — Mesures calorimétriques de puissance aux radiofréquences

Les mesures calorimétriques aux radiofréquences ont été récemment étendues au domaine des puissances moyennes et faibles. Les instruments les plus sensibles décrits sont constitués par une charge absorbante sèche à bande large. Des systèmes à écoulement avec chauffage direct ou indirect du fluide calorimétrique par la puissance RF ont été appliqués au domaine des puissances moyennes. Certains travaux se rapportent encore à l'utilisation de calorimètres adiabatiques pour la mesure des puissances élevées.

Le Naval Research Laboratory de Washington DC a développé (1) un calorimètre adiabatique sec dont la sensibilité est de quelques microwatts sur la bande K (24.000 Mc/s) ; pour réduire les pertes, un servo-mécanisme y maintient une différence de température nulle entre la charge de mesure placée dans le vide et son enceinte métallique. Ainsi la puissance absorbée par la charge provoque une hausse simultanée de la température de la charge et de l'enceinte. La puissance est déterminée par une mesure de l'élévation de température après un temps donné. La calibration est faite en courant continu.

Le National Bureau of Standards à Washington, DC, a réalisé (2) un calorimètre pour la bande X, d'une sensibilité de l'ordre du milliwatt et d'une précision supérieure à 1 %, destiné à la calibration des bolomètres. Cet instrument est décrit comme « un microcalorimètre anéroide de Joule jumelé, calibré électriquement en courant continu », et contient un bolomètre réglable ayant

un guide d'onde à parois minces comme élément sensible. L'élévation de température de cet élément par rapport à celle d'une charge statique de construction identique est mesurée au moyen d'une thermopile et d'un potentiomètre de précision. Pour minimiser l'effet des variations de la température ambiante, les montures jumelles sont enfermées dans une masse de laiton immergée dans un bain d'huile, et les mesures sont effectuées dans une enceinte thermostatisée. La constante de temps thermique du système est de l'ordre de 5 minutes, et le rendement de la thermopile est d'environ 12 mV par milliwatt. Récemment, ce calorimètre a encore été amélioré (3).

Des variantes de ce type d'instrument ont été construites aux laboratoires de la Bell Telephone Co (5), à l'Institut Polytechnique de Brooklyn (6, 7, 8) et par d'autres (9). Les calorimètres des laboratoires Bell destinés aux ondes millimétriques utilisent des terminaisons doubles coniques en céramique à fortes pertes, et des guides cylindriques. L'Institut Polytechnique de Brooklyn a développé un ensemble de calorimètres portatifs pour les mesures de puissance depuis le continu jusque 75.000 Mc/s dans l'intervalle 0-1000 mW. Aux calorimètres à guides d'ondes rectangulaires s'ajoute un calorimètre coaxial du continu à 10.000 Mc/s. Les sensibilités (de 1 à 10 mW d'après les dimensions du guide d'onde) sont principalement limitées par les dérives de température. Les précisions d'ensemble varient de 2 à 3 % à 1 mW si des mesures précises en courant continu sont faites au cours de la calibration.

Un calorimètre jumelé utilisant un thermomètre différentiel à air comme indicateur (10) et construit pour la bande X a été décrit ; cet instrument fournirait une précision relative de 2 % à 10 mW.

Le National Bureau of Standards développe un calorimètre coaxial à conduction utilisant une charge discoïdale à film mince pour les fréquences jusque 1000 Mc/s (4). Les puissances mesurables sont comprises entre 5 mW et 15 W et la précision est supérieure à 1 % à 50 mW. Un calorimètre coaxial a écoulement (4) utilisant une charge mince en conjonction avec un conducteur externe se rétrécissant graduellement est également en construction.

Un calorimètre à écoulement pour la bande X dont la précision à 100 mW serait supérieure à 1 % (après correction appropriée) et dont la charge consiste en eau de la distribution s'écoulant

dans des tubes de polystyrène inclinés a été décrit (11) ; dans ce dispositif, l'élévation de température par absorption des ondes est compensée par celle d'une autre portion du fluide sous l'influence d'une puissance connue dissipée en continu. L'égalité des deux puissances est indiquée par un pont sensible à thermistors. La puissance minimum détectable est de l'ordre de 0,1 mW et est limitée par la dérive de température. Un calorimètre coaxial à écoulement, automatique et à lecture directe, donnant une précision de 5 % sur l'intervalle de 10 mW à 10 W est apparu récemment sur le marché commercial.

Le National Bureau of Standards poursuit des travaux relatifs au calorimètre adiabatique à eau agitée, destiné aux hautes puissances, originalement décrit par A. C. McPherson à la réunion U.R.S.I.-I.R.E. de Washington en mai 1954.

RÉFÉRENCES

1. R. G. Fellers. — Measurement Techniques at Millimeter Wavelengths. Proceedings of the Symposium on Modern Advances in Microwave Techniques, Nov. 8-10, 1954, pp. 357-8, published by the Polytechnic Institute of Brooklyn, Brooklyn, New York.
2. A. C. MacPherson, D. M. Kerns. — A Microwave Microcalorimeter. *Rev. Sci. Instrum.*, 26, Jan. 1955, pp. 27-33.
3. Second Annual Report of the Boulder Laboratories, July 1, 1955 to June 30, 1956, U. S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, Boulder Laboratories, Boulder, Colorado, p. 116.
4. *Ibid.*, pp. 108-109.
5. W. M. Sharpless. — A Calorimeter for Power Measurements at Millimeter Wavelengths. *Trans. I.R.E.*, PG-MTT, Vol. MTT-2, Sept. 1954, pp. 45-47.
6. M. Sucher. — A Comparison of Microwave Power Measurement Techniques. Proceedings of the Symposium on Modern Advances in Microwave Techniques, Nov. 8-10, 1954, pp. 314-322, published by the Polytechnic Institute of Brooklyn, Brooklyn, New York.
7. L. O. Sweet. — Microwave Precision Power Standard, Final Report prepared for Rome Air Development Center, *Contract* AF-30 (602)-988.
8. Broadband Rugged Calorimeter Power Meters, Quarterly Reports, R-414, PIB-346, 1955-1957, prepared for the Signal Corps Engineering Laboratories, *Contract* DA-36-039 sc-64 579.
9. T. Sakamoto, T. Utsunomiya. — Calorimetric Measurement of Low Level Microwave Power at 4000 Mc. *Report of the Microwave Communication Research Committee in Japan* (1955), pp. 57-62.

10. A. C. GORDON-SMITH. — A Milliwattmeter for Centimeter Wavelengths. *Proc. I.R.E.*, Pt. B, 102, Sept. 1955, pp. 685-686.

11. L. D. STROM. — A Calorimeter for Microwave Low Level Power Measurements. *1955 Aeronautical Electronics Digest*, The National Conference on Aeronautical Electronics, Institute of Radio Engineers, Dayton, Ohio, pp. 158-159.

5. — MESURES D'INTERFÉRENCE

Ces dernières années, un progrès a été accompli aux Etats-Unis dans la standardisation et l'application de nouvelles techniques de mesure des interférences provoquées par les radiations des récepteurs, des émetteurs et des autres dispositifs. Ces techniques ont été principalement orientées vers la réduction des possibilités d'interférence des équipements lors de leur construction, plutôt qu'à la réduction des interférences lorsque les équipements sont largement distribués sur le terrain.

Des facilités commerciales pour les mesures de champ et celles de la radiation des lignes sont régulièrement obtenues dans ce pays, particulièrement en ce qui concerne les émissions interférentes des récepteurs de TV et de FM. Les méthodes généralement utilisées aux Etats-Unis diffèrent considérablement de celles proposées ici par le C. E. I. Des facilités semblables sont d'usage pour ce qui concerne la mesure de la radiation des oscillateurs locaux et des autres radiations des récepteurs de tous types.

De plus, certains fabricants et autres sont équipés pour mesurer les émissions harmoniques et parasites dans la radiation des émetteurs. Des normes sont envisagées actuellement par les Comités de RETMA.

* * *

Bien que ces techniques soient généralement adéquates pour les émissions continues, la standardisation n'est pas au point lorsque l'émission parasite n'a pas le caractère d'une émission continue ou d'une émission du même type que l'émission désirée. Un groupe d'études du C.C.I.R. a envisagé la question et la Commission C-63 de l'ASA a étudié certains aspects de l'instrumentation pour des buts particuliers. Il subsiste cependant un problème plus général concernant la standardisation d'ensemble des paramètres qui doivent être mesurés et l'on pense que l'U.R.S.I.

pourrait s'intéresser à un système de normes qui pourraient être utilisées communément par divers groupes, afin d'éviter que ces groupes arrivent pour leur propre compte à une multiplicité de normes dont beaucoup seraient similaires mais non identiques:

La normalisation devrait tenir compte de paramètres tels que les suivants :

1. Un ensemble discret de bandes de fréquence sur lesquelles la puissance ou d'autres paramètres seraient mesurés.
2. Un ensemble discret de périodes pendant lesquelles chaque intégration serait faite,
3. Un ensemble discret de paramètres normalisés, p. ex. valeurs de crête, valeurs de quasi-crête, voltage moyen, puissance moyenne, ou autres valeurs,
4. Un ensemble discret de normes pour les valeurs à assigner aux phénomènes intermittents.

RÉFÉRENCES

1. I.R.E. Standard 51IRE17S1. — Open Field Method of Measurement of Spurious Radiation From Frequency Modulation and Television Broadcast Receivers, 1951.
2. I.R.E. Standard 54IRE17S1. — Method of Measurement of Interference Output of Television Receivers in the Range of 300 to 10.000 kc, 1954.
3. I.R.E. Standard 56IRE27S1. — Standards on Method of Measurement of the Conducted Interference Output of Broadcast and Television Receivers in the Range of 300 kc to 25 Mc, 1956 (Supplement to 2 above).

6. — Mesures de champ

I. *Introduction.* — Les principaux progrès dans ce domaine pendant la période 1954-1957 aux Etats-Unis se rapportent aux mesures des champs de proximité en micro-ondes, à d'autres sujets spécialisés à la technique des micro-ondes, aux mesures sur ondes millimétriques, et aux mesures d'échos de radar.

II. *Mesures des champs de proximité en micro-ondes.* — Diverses techniques concernant la mesure des champs à proximité d'aériens sur ondes très courtes et sur les effets de distorsion provenant d'obstructions diélectriques et conductives ont été mises au point (1, 2). Les méthodes directes comprennent l'usage d'un petit cornet, d'un petit guide d'onde ouvert et chargé de diélectrique (3) et d'un dipole court (4).

Dans la méthode indirecte un conducteur linéaire court et mince diffractant l'énergie incidente permet d'éliminer les erreurs provenant du câble de liaison et de la monture du probe, et fournit une méthode précise pour mesurer la distribution du champ à l'intérieur d'un guide d'ondes, d'un diélectrique, ou à proximité d'une antenne. D'autre part la méthode indirecte requiert une alimentation bien étudiée, une modulation, et des sources de signal d'une pureté spectrale suffisante pour permettre un isolement d'environ 100 *db* dans une jonction hybride (6).

Beaucoup de ces problèmes sont très allégés en utilisant un diffracteur linéaire pour lequel l'énergie diffractée est modulée à une audiofréquence afin de la séparer de l'énergie incidente non modulée (7).

Beaucoup de recherches ont été consacrées aux méthodes précises et pratiques pour déduire les champs à distance des mesures à proximité (8,9).

III. *Mesures spécialisées en micro-ondes.* — Des équipements de divers types ont été développés pour les mesures de champ aux micro-ondes. Signalons ici des enregistreurs automatiques de phase pour des applications et des gammes de fréquence diverses (10, 11, 12). Dans la plupart des cas une quantité d'information équivalente concernant les champs peut être obtenue au moyen d'une instrumentation moins complexe par la mesure des composantes en quadrature (13).

Les méthodes de détection synchrone ont été appliquées de diverses manières dans le but d'augmenter la sensibilité des récepteurs (14, 15, 16). Une extension courante de ces procédés a permis de détecter des puissances à 160 *db* au-dessous de 1 W à 25.000 Mc/s.

Des dispositifs plus raffinés pour la mesure des diagrammes d'antenne et des équipements automatiques pour la détection des erreurs angulaires fournies par les aériens directionnels travaillant par la méthode de zéro sont maintenant disponibles sur le marché commercial.

Beaucoup de chercheurs se sont intéressés aux problèmes de la détermination des propriétés électriques des matériaux aux températures élevées en haute fréquence (17, 18, 19). L'utilisation des ondes de surface sur un large barreau diélectrique constitue dans ce domaine une innovation intéressante.

Des mesures spéciales de champ ont été fréquemment effectuées en connexion avec les études de propagation d'ondes (20). On présume qu'elles seront décrites par les autres Commissions de l'U.R.S.I.

L'étude de la propagation des ondes dans les milieux anisotropes comme les ferrites (21) a exigé le développement de techniques spéciales.

La configuration des champs dans les cavités résonantes (22) et dans les guides multimodes (23) a été déterminée.

IV. *Mesures aux ondes millimétriques.* — Ces mesures ont bénéficié d'un intérêt croissant (24). Les investigations faites concernent l'étude des sources de signal et des récepteurs (25, 26). Les méthodes optiques pour mesurer les propriétés des matériaux (27) et la longueur d'onde (28) à ces fréquences ont été explorées. D'autres mesures de champs ont été faites pour déterminer l'absorption atmosphérique (29).

V. *Mesures des échos de radar (section efficace de diffraction).* — Des mesures de champ sont fréquemment exécutées pour déterminer les propriétés diffractantes d'objectifs divers. Ceux-ci comprennent les terres (30), la mer (31), les avions, bateaux, aurores, météores, etc. (31).

Les techniques de mesure (32) comprennent un système en ondes continues pour mesurer l'écho de modèles réduits (33, 34), un radar pulsé pour l'étude d'objectifs réels dans les conditions dynamiques, un système utilisant des lignes de transmission à deux plans parallèles (35). Additionnellement à la détermination des sections efficaces de diffraction d'objectifs conventionnels, ces systèmes ont été utilisés pour l'étude de la diffraction et des sections efficaces d'absorption d'antennes (36). Les mesures se rapportent également au cas de la diffraction angulaire quand les antennes de transmission et de réception ne sont pas coïncidentes.

RÉFÉRENCES

1. J. H. Richmond, T. E. Tice. — A Survey of Microwave Near-Field Measuring Techniques. Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.
2. R. V. Row. — Microwave Diffraction Measurements in a Parallel Plate Region. *Jour. Appl. Phys.*, Vol. 24, pp. 1448-1452, Dec. 1953.

3. J. H. Richmond, T. E. Tice. — Probes for Microwave Near-Field Measurements. *Trans. I.R.E.*, Vol. MTT-3, pp. 32-34, April 1955.

4. G. A. Woonton. — On the Measurement of Diffraction Fields. *Proc. of Symposium on Microwave Optics*, McGill University, June 1953.

5. R. Justice, V. H. Rumsey. — Measurement of Electric Field Distributions. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, nº 4, pp. 177-179, Oct. 1955.

6. T. E. Tice, J. N. Hines. — An Investigation of Reflection Measuring Equipment. *Report* 478-13, June 1, 1953, Antenna Laboratory, Ohio State University.

7. J. H. Richmond. — A Modulated Scattering Technique for Measurement of Field Distributions. *Trans. I.R.E.*, Vol. MTT-3, nº 4, pp. 13-15, July 1955.

8. R. Bickmore. — Fraunhofer Pattern Measurement in the Fresnel Region. *Hughes Aircraft Report*, nº 8, Sept. 1955.

9. J. H. Richmond. — Simplified Calculations of Antenna Patterns with Application to Radome Problems. *Trans. I.R.E.*, Vol. MTT-3, nº 4, July 1955.

10. J. N. Hines. — An Automatic Phase Plotter, Report 301-31, April 1951, Antenna Laboratory, Ohio State University, Presented at National Airborne Electronics Conference, Dayton, Ohio, May 1950.

11. J. Bacon. — An Automatic X-Band Phase Plotter. *Proc. N.E.C.*, Chicago, Illinois, Vol. 10, pp. 256-263, Oct. 1954.

12. J. S. Ajioka. — A Microwave Phase Contour Plotter. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, nº 9, pp. 1088-1090, Sept. 1955.

13. J. H. Richmond. — Measurement of Time-Quadrature components of Microwave Signals. *Trans. I.R.E.*, Vol. MTT-3, pp. 13-15, April 1955.

14. J. Cacheris. — Microwave Single Sideband Modulator Using Ferrites. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, nº 8, pp. 1242-1246, Aug. 1954.

15. R. L. Cosgriff, R. G. Kouyoumjian, T. E. Tice, D. F. Yaw. — A 25 000 Megacycle Receiver Employing a Rotary Frequency Shifter, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.

16. R. L. Cosgriff. — Sensitivity of Microwave Detectors, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.

17. I. Bady. — Measurement of the Complex Dielectric Constant of Materials from 100 to 1200 mc over a Wide Range of Temperature. *National I.R.E. Convention Record*, March 1956.

18. D. M. Bowie, K. S. Kelleher. — Rapid Measurement of Dielectric Constant and Loss Tangent. *I.R.E. Trans.*, Vol. MTT-4, pp. 137-140, April 1946.

19. E. E. Conrad et al. — Extension of the Thin-Sample Method for Measurement of Initial Complex Permittivity. *Jl. Appl. Phys.*, Vol. 27, pp. 346-350, April 1956.

20. Scatter Propagation Issue. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, nº 10, Oct. 1955.

21. Ferrite Issue. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, nº 10, Oct. 1956.

22. S. W. KITCHEN, A. D. SCHELBERG. — Resonant-Cavity Field Measurements. *Jl. Appl. Phys.*, Vol. 26, pp. 618-621, May 1955.

23. A. C. BECK. — Measurement Techniques for Multimode Waveguides. *Trans. I.R.E.*, Vol. MTT-3, pp. 35-41, April 1955.

24. C. A. BURRUS, W. GORDY. — Millimeter and Submillimeter Wave Spectroscopy. *Phys. Rev.*, Vol. 101, pp. 599-602, Jan. 15, 1956.

25. C. M. JOHNSON. — Superheterodyne Receiver for the 100 to 150 kmc Region, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1954.

26. J. M. RICHARDSON, R. B. RILEY. — Performance of Three-Millimeter Harmonic Generators and Crystal Detectors, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.

27. T. E. TALPEY. — An Optical Method for the Measurement of Complex Dielectric and Magnetic Constants at Millimeter Wavelengths, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1954.

28. W. W. BALWANZ. — A Method of Wavelength Measurement for the Microwave and Millimeter Wave Regions, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1955.

29. A. B. CRAWFORD, D. C. HOGG. — Measurement of Atmospheric Attenuation at Millimeter Wavelengths, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1955.

30. C. R. GRANT, B. J. YAPLEE. — Back Scattering from the Sea and Land at Centimeter and Millimeter Wavelengths, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 22-25, 1957.

31. J. HONDA, S. SILVER, F. CLAPP. — Measurement of Scattering Cross Sections of Figures of Revolution, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.

32. P. D. KENNEDY. — Equipment and Techniques for the Measurement of Radar Reflections from Model Targets, to be published in *I.R.E. WESCON Convention Record*, Aug. 1957.

33. J. UPSON, J. N. HINES. — An Indoor Echo Area Measuring System. *Report* 612-11, Nov. 7, 1956, Antenna Laboratory, Ohio State University.

34. H. SCHARFMAN, D. D. KING. — Antenna Scattering Measurements by Modulation of the Scatterer. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, nº 5, pp. 854-858, May 1954.

35. J. E. KEYS, A. W. ADEY. — Scattering Measurements Using a 10 cm Parallel Plate Region, Presented at *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1955.

36. J. A. MCENTEE, J. N. HINES. — A Technique for Measuring the Scattering Aperture and Absorption Aperture of an Antenna, Report 612-15, Jan. 1, 1957, Antenna Laboratory, Ohio State University. Submitted for publication in *Trans. P.G.A.P. of I.R.E.*

7. — Mesures de la puissance de sortie des générateurs de bruit pulsé

En relation avec les travaux effectués à Purdue University sur les générateurs de bruit pulsé qui recouvrent l'intervalle des audio-fréquences à 100.000 Mc/s, un temps considérable a été consacré aux techniques de mesure. Ce travail au cours des années 1954-1957 a été subsidié par le Rome Air Development Center, Griffiss Air Force Base, Rome, N.-Y., sous contrats USAF n° W 28-099-ac-222, AF-30 (602)-402 et AF-30 (602)-1405.

Depuis la dernière Assemblée Générale de l'U.R.S.I., les recherches se sont orientées dans deux directions :

1. Mesure de la puissance de sortie de générateurs de bruit pulsé à faible puissance pour des buts de calibration, particulièrement à 10.000 Mc/s.
2. Détermination de la puissance de sortie de générateurs pulsés de grande puissance et à fréquence de récurrence élevée, pour lesquels la puissance moyenne est assez importante pour permettre sa mesure directe au moyen d'un wattmètre après passage du signal dans un filtre passe-bande simplement accordé.

Concernant le point 1, un système a été réalisé et un équipement a été construit pour des mesures à 3 cm ; dans ces mesures l'amplitude des composantes de fréquence d'un générateur pulsé est déterminée par comparaison de la *puissance moyenne par impulsion* avec la puissance délivrée par un générateur de bruit étalon passée par le même système sélectif et les mêmes amplificateurs.

Cette méthode a été décrite en détail dans la Section I du rapport de la Purdue Research Foundation sous le titre « Measurement of the power output of pulse noise generators », 30 avril 1956. L'équipement utilisé sur 3 cm est décrit dans la Section II du même rapport.

La théorie et les méthodes de mesures concernant le point 2 ont été décrites dans la Section III du rapport. La puissance de sortie du générateur pulsé intense est évaluée relativement à la puissance moyenne quadratique de crête sur l'enveloppe du train d'ondes obtenu en passant le signal à travers un filtre idéal ayant une bande passante de 1 Mc/s, et est exprimée en *db* au-dessus

de la puissance de bruit théorique $W = k\ T\ B_n = 4{,}00.10^{-15}$ Watt à $T = 290°\ K$ et $B_n = 10^6$ c/s (k = constante de Boltzmann = $1{,}38.10^{-23}$ joule/°K).

La contribution principale a été la détermination par Dr Hunt de la relation mathématique entre la puissance de crête par Mc/s, mentionnée ci-dessus, et la puissance moyenne à une fréquence de récurrence connue. La forme de cette relation est exprimée par les formules 29, 31 et 35 du rapport mentionné plus haut.

La puissance de crête par Mc/s en *db* au-dessus de $k\ T\ B$ est donnée par la formule 35 du rapport :

$$db_l = 10\ \log\ (2_{10} \times 10^{27}\ P_a G_p / B_n f_r)$$

où P_a est la puissance moyenne en Watts, G_p la perte de puissance du système (pertes dans le filtre à la fréquence centrale augmentée des atténuations introduites pour conserver l'indication dans l'échelle du wattmètre), B_n la largeur de bande équivalente de bruit du filtre (en c/s), et f_r la fréquence de récurrence (en sec^{-1}).

La mesure réelle de la puissance moyenne est faite après passage du signal dans le filtre dont la bande passante a été déterminée.

France

N° 209. — Rapport général du Comité National

Commission I

I. — Fréquences

A. — *Etalons de fréquence*

Diverses améliorations ont été apportées aux oscillateurs étalons à quartz. L'une d'elles consiste à utiliser deux amplificateurs d'entretien en parallèle, afin d'éviter l'arrêt causé par un défaut éventuel de l'amplificateur unique habituel (1). D'autre part le Laboratoire National de Radioélectricité a réalisé et mis en service régulier un oscillateur étalon expérimental entièrement équipé de transistors (y compris la commande du thermostat).

Des études sont en cours sur les étalons atomiques dans plusieurs laboratoires universitaires. Le L. N. R. va disposer incessamment

d'un appareil à jet de césium de type commercial ; dès maintenant des mesures de comparaison ont été poussées jusqu'à 120 Gc/s à l'occasion de recherches sur certaines raies spectrales (2).

Utilisant les chiffres publiés par L. Essen, sur la comparaison du résonateur à césium aux déterminations astronomiques, N. Stoyko a appliqué ces résultats à l'étude des irrégularités de la rotation de la Terre. Il a également calculé la correction à apporter à ces chiffres pour tenir compte des plus récentes déterminations du temps uniforme provisoire (3).

Pour les comparaisons d'étalons, et pour les mesures de temps, divers procédés nouveaux ont été mis au point, les uns utilisant des compteurs électroniques, d'autres des oscillographes cathodiques à rotations multiples du spot (4), d'autres enfin des disques gradués synchrones à éclairage stroboscopique, entièrement équipés de transistors (5). Enfin la production d'impulsions à la seconde par passage d'un aimant devant une bobine a été appliquée aux horloges synchrones ; elle fournit une précision de 1/100.000 s(6).

Dans le domaine des mesures de contrôle de précision, citons le fréquencemètre récepteur indiquant directement en c/s la fréquence reçue sur ondes décamétriques, réalisé au centre de mesures de l'Administration francaise des P. T. T. (7).

Jampierre (8) a étudié les fluctuations relatives de fréquence de deux klystrons reflex stabilisés par cavités ; divers procédés de stabilisation l'ont conduit à des précisions relatives meilleures que 10^{-10}.

B. — *Emissions de fréquences étalons*

Le L. N. R. a participé aux essais trimestriels de détermination des vitesses de propagation des signaux horaires, organisés par le Prof. Boella, à la suite des décisions prises à La Haye par la Sous-Commission IIIc. Ne disposant pas d'un émetteur à cette époque, le L. N. R. a effectué seulement des mesures différentielles des temps de parcours sur les trajets Rugby-Paris, Torino-Paris, Washington-Paris. Un appareillage de mesures oscillographiques, permettant des lectures à 1/100.000 s près a été réalisé ; les retards dans les récepteurs ont été également étudiés. Les résultats de ces expériences ont montré que dans certaines conditions favorables de réception, l'instant d'arrivée des signaux peut être apprécié à quelques centmillièmes de seconde près ; mais dans beaucoup

de cas les fantaisies de la propagation introduisent des erreurs importantes. L'appareillage réalisé est désormais utilisé pour les comparaisons journalières des signaux de MSF aux garde-temps du L. N. R.

Mme A. Stoyko (9) a étudié l'influence de la « superpropagation » (propagation par l'arc de cercle le plus long) sur le temps de parcours des signaux horaires. Le L. N. R. a effectué pendant un certain temps des enregistrements automatiques de la fréquence reçue sur 5 Mc/s, qui ont confirmé les résultats obtenus antérieurement sur l'effet Doppler.

Comme cela avait été annoncé dans le Rapport n° 66 du C.C.I.R. (Varsovie 1956), le L. N. R. effectue depuis la fin de 1956 des émissions expérimentales de fréquences étalons sur 2,5 Mc/s. Commencées avec une puissance de 50 W, elles ont lieu désormais avec une puissance de 300 W. Elles sont limitées aux heures de jour, et provisoirement aux lundis et jeudis ; ultérieurement elles seront étendues à tous les jours ouvrables. Elles comportent un rythme de programme de 20 minutes, réparties en 1 minute de modulation à 440 c/s, 9 min. de modulation à 1000 c/s, et 10 min. d'impulsions à la seconde (5 cycles de modulation à 1000) ; l'émission est interrompue 5 minutes par heure. Prochainement l'émission sur 2,5 Mc/s sera précédée et suivie par 1/2 heure d'émission sur 5 ou 10 Mc/s (alternativement un jour sur deux). L'indicatif de l'émetteur est FFH ; ses coordonnées géographiques sont 48°46′ N et 2°20′ E.

II. — Champs électromagnétiques

F. Carbenay a réalisé des aériens directifs de réception d'ondes métriques et décimétriques supérieures comportant un circuit inducteur destiné à la mesure de champs électromagnétiques par la méthode de substitution.

Le circuit inducteur de l'aérien, formé d'un dipôle assez court, par rapport à la demi-longueur d'onde d'accord, est alimenté par un générateur de courant de haute fréquence ; il comporte un indicateur de courant fourni par le générateur. Le circuit inducteur est destiné, par son action sur l'aérien directif, à reproduire sur le récepteur le même effet que le champ à mesurer. L'adjonction du circuit inducteur permet d'étalonner l'aérien directif à l'aide d'un champ électromagnétique approprié d'intensité suffisante pour être mesuré avec un dipôle simple.

MM. Mende, K. Rawer et E. Vassy ont réalisé un dispositif qui placé dans une fusée, permet d'enregistrer les champs en fonction de l'altitude. Les deux émissions reçues étaient respectivement dans la gamme de 170 à 240 kc/s et 600 à 1000 kc/s. L'antenne constituée par un bâtonnet en ferrite était placée à l'extrémité de la pointe de l'engin dans un cône en plexiglass.

III. — Impédances

Pour mesurer le facteur de qualité des cristaux piézoélectriques H. Mayer a utilisé une méthode (10) consistant à interrompre à l'aide d'un vibreur les oscillations d'excitation sur la fréquence de résonance.

Dans le cas des mesures sur lignes, pour tenir compte des pertes, F. Mayer a établi (11) une formule donnant le taux d'ondes stationnaires (T. O. S.) réel en fonction du T. O. S. mesuré et l'abaque correspondant.

R. Guillien a imaginé un nouveau diagramme (12) permettant par translation les transformations d'impédance.

Pour obtenir la résistance parasite de cathode, P. Sevin a procédé (13) à une mesure différentielle d'amplitude en haute et basse fréquence, en appliquant simultanément les deux signaux à la grille du tube à étudier.

R. Lacoste et G. Giralt ont recherché systématiquement (14) toutes les erreurs pouvant intervenir dans le calcul de la capacité d'un condensateur variable de précision à armatures planes (dans l'air) et établi la limite supérieure de ces erreurs en fonction des caractéristiques mécaniques de l'appareil.

IV. — Matériaux diélectriques et magnétiques

En vue d'augmenter la sensibilité des mesures de permittivité et de procéder à des enregistrements, R. Guillien a introduit (15) des discriminateurs de fréquence.

A. Lebrun a apporté quelques perfectionnements (16) dans l'utilisation de la résonance de tension pour des mesures de permittivité, en fonction de la température, de 0,1 à 50 Mc/s. Il a d'autre part (17) recherché la meilleure méthode à utiliser, en fonction de la fréquence, dans la gamme de 10 c/s à 50 Mc/s.

R. Arnoult et A. Lebrun ont examiné (18) la possibilité d'améliorer la mesure, en ondes centimétriques, de la permittivité des diélectriques à fortes pertes.

En effectuant la détermination précise de capacités de faibles valeurs, R. Libaert a réalisé (19) un dispositif pour la mesure de la permittivité de substances à très faibles pertes à 0,1 et 1 Mc/s.

J. Le Bot et S. Le Montagner ont inséré (20) le diélectrique dans un guide sous forme de bâtonnet et établi ainsi une méthode avec calculs simples, pour des mesures de diélectriques en ondes centimétriques.

V. — Champs magnétiques

P. Grivet et ses collaborateurs se sont occupés de la mesure des champs magnétiques par les méthodes électroniques (application des phénomènes de résonance paramagnétique nucléaire et électronique). Cette question a pris un grand développement pratique depuis que l'on construit de nombreux et puissants accélérateurs cycliques du genre synchroton. Un rapport étendu sera présenté à l'Assemblée Générale.

VI. — Divers

J. Munier a réalisé (21) un dispositif à lecture directe du gain d'une antenne, procédant par intégration électrique du carré de la fonction caractéristique dans le cas où celle-ci présente un axe de révolution.

R. Olivier a réalisé (22) un générateur U. H. F. de mesure à très large bande (2300-4600 Mc/s) en utilisant un tube Carcinotron « O ».

R. Rocherolles a stabilisé la fréquence d'un klystron fonctionnant sur 8 mm de longueur d'onde et réalisé (23) un appareillage de mesure en ondes millimétriques.

BIBLIOGRAPHIE

1. C. Chaloub. — Perfectionnements récents dans le domaine des oscillateurs à quartz à grande stabilité et à haute sécurité de fonctionnement. *Mémoires du Ve Congrès International de Chronométrie*, Paris, 1954, Vol. II, p. 707.

2. R. Wertheimer. — Etude du spectre de rotation et des constantes d'inertie de la molécule d'acide formique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **242**, 19 March 1956, pp. 1591-1593.

— Sur l'étude aux ondes millimétriques du spectre de rotation de l'acide formique *Thèse de Doctorat-ès-Sciences Physiques* (en cours de publication aux *Annales des Télécommunications*).

3 N. Stoyko. — L'horloge atomique et l'irrégularité de la rotation de la Terre. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 2 Jan. 1957, p. 43.

4. B. Decaux. — Les procédés modernes de comparaisons très précises des oscillateurs étalons et garde-temps. *Mémoires du Ve Congrès International de Chronométrie*, Paris 1954, Vol. I, p. 391.

5. H. Bayard. — Chronoscope à éclairs de l'Institut Géographique National, modèle 1956. *Annales Françaises de Chronométrie* (en cours de publication).

6. L. N. R. — Contact électromagnétique de précision pour horloge synchrone. Catalogue de la 54e Exposition de la Société de Physique 1957, p. 30.

7. J. Boulin. — Fréquencemètre de précision réalisé au Centre de mesures de Noiseau. *Onde Electrique*, Juin. 1956, p. 532.

8. L. Jampierre. — Etude des fluctuations relatives de fréquence de deux klystrons reflex stabilisés par divers procédés. *Annales des Télécommunications*, Mars et Avril 1956, pp. 65 et 87.

9. A. Stoyko. — La propagation des ondes radioélectriques d'après les signaux doublés directs et de superpropagation. *Annales Françaises de Chronométrie*, IVe trimestre 1955, p. 201.

10. H. Mayer. — Sur une nouvelle méthode pour mesurer le facteur de qualité des cristaux piézoélectriques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 12 March 1956, pp. 1428-1430.

11. F. Mayer. — Correction des pertes en ligne dans les mesures d'impédances. *Annales des Télécommunications*, **10**, Mai 1955, pp. 109-111.

12. R. Giullien. — Nouveau diagramme permettant par translation les transformations d'impédance. *L'Onde Electrique*, **35**, Déc. 1955, pp. 1164-1170.

13. P. Sevin. — Appareil sensible pour la mesure de la résistance parasite de cathode. *L'Onde Electrique*, **34**, Aug.-Sept. 1954, pp. 673-674.

14. R. Lacoste, G. Giralt. — Calcul de la capacité d'un condensateur variable de haute précision à armatures planes. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **244**, 14 Jan. 1957, pp. 321-324.

15. R. Guillien. — Emploi des discriminateurs dans les mesures de permittivité. *L'Onde Electrique*, **35**, Mai 1955, pp. 442-444.

16. A. Lebrun. — Utilisation de la résonance de tension pour les mesures de permittivité de 0,1 à 50 Mc/s. — *id.* — pp. 444-445.

17. A. Lebrun. — Considérations sur le choix de la méthode à utiliser pour des mesures de permittivité aux fréquences de 10 c/s à 50 Mc/s. *Archives des Sciences*, **9**, 5e Colloque Ampère, 1956, pp. 10-15.

18. R. Arnoult, A. Lebrun. — Sur la mesure en ondes centimétriques de la permittivité de diélectriques à fortes pertes. — *id.* — pp. 448-451.

19. R. Libaert. — Sur une méthode de mesure précise de la permittivité de substances à très faibles pertes à 0,1 et 1 MHz. *Archives des Sciences*, **9**, 5e Colloque Ampère (1956), pp. 5-9.

20. J. Le Bot, S. Le Montagner. — Mesures et calculs simples de ε' et ε'' en ondes centimétriques par la méthode du bâtonnet. *L'Onde Electrique*, **35**, Mai 1955, pp. 451-453.

21. J. Munier. — Méthode de mesure du gain d'une antenne par intégration directe de la fonction caractéristique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, **240**, 28 March 1955, pp. 1411-1413.

22. R. Olivier. — Application du tube Carcinotron « O » à la réalisation d'un générateur U.H.F. de mesure à très large gamme. *L'Onde Electrique*, **36**, Nov. 1956, pp. 992-996.

23. R. Rocherolles. — Appareillage de mesure en ondes millimétriques. *L'Onde Electrique*, **35**, May 1955, pp. 458-460.

Japon

N° 197. — Rapport de la Commission I du Comité National

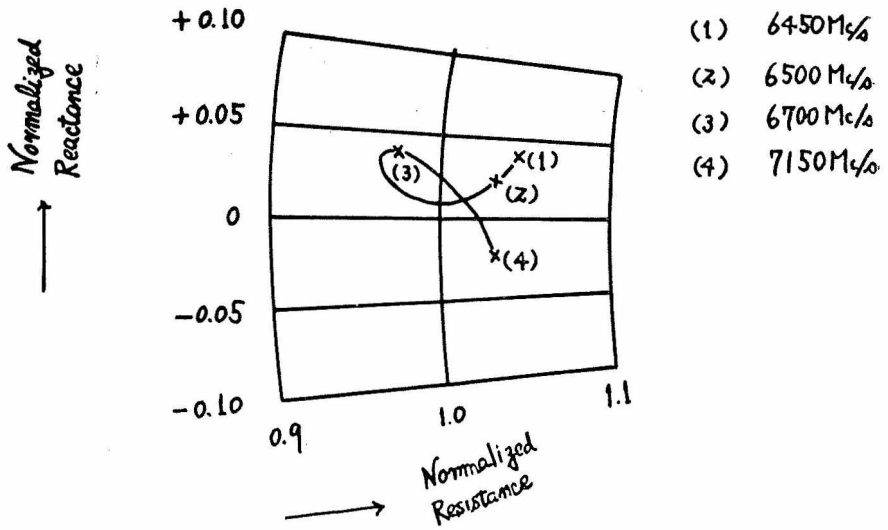
par I. Koga, *Membre Officiel*

(*Traduction*)

1. — Etalons de mesures de puissance aux micro-ondes

Bien que la Commission I ait suggéré, dans une résolution, une comparaison des étalons à 3000 et 10.000 Mc/s, la Commission japonaise en coopération avec l'Institut des Ingénieurs des Communications du Japon a préparé un étalon à 6700 Mc/s parce que cette fréquence a été très largement utilisée au Japon.

Cet étalon est un bolomètre à fil mince, sans élément mobile, construit par la Cie Industrielle de Physique et de Chimie Shimada. Pour obtenir des performances satisfaisantes dans un large domaine de fréquence, un adaptateur d'impédance à iris et tige accordée à été placé à l'entrée du guide d'ondes. La figure I en indique les caractéristiques. L'efficacité du bolomètre à fil mince a été mesurée par la méthode indiquée par R. W. Beatty et F. Reggia (*NBS Journal*, 54, juin 1955) et les résultats obtenus dans trois institutions différentes (Univ. de Tokyo, Laboratoire des Communications Electriques de la Cie Japonaise des Téléphones et Télégraphes, et Cie Industrielle de Physique et de Chimie Shimada) ont été respectivement 98.0, 98.6 et 98,3 %. Par conséquent la valeur



moyenne du facteur de calibration est d'environ 1.02. L'erreur de mesure a été estimée à ± 2 % au total, compte tenu de l'erreur de calibration de l'atténuateur, de l'erreur d'adaptation du générateur et de la charge, etc. De plus, il a été reconnu par H. J. Carlin et M. Sucher (*P. I. R. E.*, **40**, p. 1042) et ensuite par M. Kerns (*Rev. Sci. Instr.* **26**, p. 27, 1955) que l'effet de non uniformité dans la distribution des températures le long du fil mince ne peut pas être négligée : la correction maximum probable peut s'élever pour cet effet à 2 % pour 10 mW et 1 % pour 5 mW.

D'autre part le facteur de calibration obtenu au moyen d'un microcalorimètre pour micro-ondes au Laboratoire électrotechnique du Ministère du Commerce et de l'Industrie fut $1{,}013 \pm 0{,}006$; cette valeur est en accord convenable avec celle mentionnée plus haut pour l'efficacité du bolomètre.

Après intercomparaison par les institutions japonaises, la Commission s'enquit auprès du Dr R. L. Smith-Rose au Royaume-Uni et de M. W. D. George aux E. U. aux fins de reconnaître les possibilités d'une comparaison internationale. Les réponses reçues ont cependant montré qu'une telle comparaison n'est pas possible à l'heure actuelle.

La Commission japonaise prépare actuellement, en coopération avec l'Institut des Ingénieurs des Communications, des étalons sur 9375 Mc/s parce que cette fréquence est utilisée extensivement

pour les radars au Japon et parce qu'il s'est en outre confirmé que la comparaison à cette fréquence ne serait pas commodément effectuée aussi bien au Royaume-Uni qu'aux E.-U.

Ces étalons seront envoyés à ces pays, fin août 1957.

2. — Etalons de fréquence

Les étalons de fréquence courants dans notre pays sont généralement constitués par des horloges à quartz dont les écarts de fréquence n'excèdent pas $\pm 2.10^{-8}$ c/jour. Les résonateurs généralement utilisés sont des cristaux aux 3000 kc/s de coupe R1 (appelée AT aux E.U.), et de coupe GT sur 100 kc/s.

Plusieurs institutions s'occupent des horloges moléculaires à l'ammonium, et quatre de ces horloges sont actuellement en opération. Deux d'entre elles utilisent la modulation de source tandis que les deux autres emploient respectivement la modulation Zeeman et la modulation Stark-Zeeman. Ces dernières années, une comparaison des échelles de temps fournies par les étalons moléculaires avec le temps astronomique a été faite à l'Observatoire de Tokyo. Parmi les quatre horloges, celle utilisant l'effet Stark-Zeeman a indiqué, sur l'espace d'une année, une relation à peu près constante avec le temps astronomique. Pendant la période de mars à novembre 1956, le résultat de la mesure basée sur UT2 a été 23.870.131,05 $\pm$ 0,05 kc/s (cœfficient de confiance 90 %) avec, par conséquent, une erreur relative de $\pm 2.10^{-9}$. La valeur indiquée ci-dessus a été ramenée à une pression nulle de l'ammonium en tenant compte de la déviation vers les hautes fréquences lorsque la pression augmente.

3. — Détermination de la constante élastique adiabatique et de la constante piezoélectrique du quartz

A la XIe Assemblée Générale I. Koga a présenté un rapport préliminaire sur la détermination précise de la constante élastique adiabatique et la constante piezoélectrique du quartz, dont les valeurs diffèrent sensiblement d'après les auteurs. La théorie améliorée de Koga et al. montre qu'à chacune des directions de propagation à l'intérieur du cristal sont associées trois ondes planes élastiques dont la célérité est donnée par $\sqrt{c/4\rho}$, où ρ est la densité du quartz et où c est l'une des trois racines (réelles) de l'équation :

$$\left|\begin{array}{lll} L+\frac{4\pi}{K}A^2-c & H+\frac{4\pi}{K}AB & G \\ H+\frac{4\pi}{K}AB & M+\frac{4\pi}{K}B^2-c & F \\ G & F & N-c \end{array}\right| = 0,$$

avec :

$$\left.\begin{aligned} L &= l^2c_{11} + m^2c_{66} + n^2c_{44} + 2mnc_{14}, \\ M &= l^2c_{66} + m^2c_{11} + n^2c_{44} - 2mnc_{14}, \\ N &= (l^2+m^2)c_{44} + n^2c_{33}, \\ F &= (l^2-m^2)c_{14} + nl(c_{13}+c_{44}), \\ G &= 2lmc_{11} + nl(c_{13}+c_{44}), \\ H &= 2nlc_{14} + lm(c_{11}-c_{66}), \\ A &= (l^2-m^2)\varepsilon_{11} - mn\varepsilon_{14}, \\ B &= -2lm\varepsilon_{11} + ln\varepsilon_{14}, \end{aligned}\right\} \quad (3.1)$$

c_{11} ... c_{66} désignant les constantes adiabatiques de rigidité, ε_{11} et ε_{14} les constantes piezoélectriques de tension, et l, m, n les cosinus directeurs de la direction de propagation.

D'après ces formules, les coefficients c_{hk} et ε_{hk} peuvent être déterminés à partir des fréquences de résonance harmonique de plaques minces de quarts placées dans des orientations diverses. Les détails de la méthode ont été exposés dans un article destiné à Physical Review ; quelques résultats principaux en seront esquissés ici :

$$\left.\begin{aligned} c_{11}/4\rho &= 81{,}957 \pm 0{,}014, \\ c_{33}/4\rho &= 99{,}99 \pm 0{,}11, \\ c_{44}/4\rho &= 54{,}9861 \pm 0{,}0061, \\ (c_{13}+c_{44})/4\rho &= 66{,}250 \pm 0{,}020, \\ c_{14}/4\rho &= -17{,}0501 \pm 0{,}0036, \\ \frac{4\pi}{K}\varepsilon^2_{11}/4\rho &= 0{,}728 \pm 0{,}017, \\ \frac{4\pi}{K}\varepsilon^2_{14}/4\rho &= 0{,}040 \pm 0{,}017, \\ \frac{4\pi}{K}\varepsilon_{11}\varepsilon_{14}/4\rho &= -0{,}1696 \pm 0{,}0076, \end{aligned}\right\} \quad (3.2)$$

à 20° C (unité 10^9 cm²/sec², coefficient de confiance 90 %).

La table suivante donne les valeurs mesurées des fréquences (f) et des épaisseurs (a), et de leurs produits $(af)_{mes}$. Ces valeurs sont en bon accord avec les valeurs calculées $(af)_{cal}$ basées sur 3.1 et 3.2 données dans la dernière colonne.

Par conséquent, il n'est plus nécessaire de postuler, comme l'ont fait Atanasoff et Hart (*Phys. Rev.* **59**, 85, 1941) que le quartz appartient au système rhombique.

De plus les dérivées première, seconde et troisième de $c_{hk}/4\rho$ par rapport à la température à 20° C ont été aussi déterminées, et les caractéristiques de fréquence calculées pour les coupes X et Y sont en bon accord avec les résultats expérimentaux de Atanasoff et Hart.

Orientations	a(mm)	f(kc/s)	$(af)_{mes}$	$(af)_{cal}$
Y (01.0)	3.3788	579.667	1958.58	1958.58
R $(0\bar{1}.1)$	3.9590	625.048	2474.57	2474.57
r' (01.1)	3.6104	462.507	1669.84	1669.85
$(0\bar{2}.3)$	3.6110	704.752	2544.86	2544.85
(02.3)	3.0418	578.731	1760.38	1760.37
$(0\bar{1}.2)$	4.4310	577.777	2560.13	2560.14
(01.2)	3.1590	588.743	1859.84	1859.85
$(2\bar{1}.1)$	2.7724	1152.575	3195.4	3195.3
		767.881	2128.9	2129.3
		662.310	1836.2	1835.7
$(4\bar{2}.3)$	3.4803	945.675	3291.2	3291.0
		586.587	2041.5	2041.8
		546.311	1901.3	1901.4
$(2\bar{1}.2)$	3.4718	959.466	3331.1	3331.0
		616.960	2142.0	2142.2
		530.730	1842.6	1843.1
$(2\bar{1}.3)$	3.6726	906.869	3330.6	3330.5
		626.653	2301.4	2301.4
		500.494	1838.1	1838.5
X $(2\bar{1}.0)$	4.9395	582.097	2875.3	2875.5
	4.9390	582.212	2875.5	2875.5
	3.6510	787.545	2875.3	2875.5
	3.6500	787.790	2875.4	2875.5

Nouvelle-Zélande

N° 156. — Rapport du Comité National à la Commission I

(*Traduction*)

a) Travaux sur les fréquences radioélectriques étalons

Une émission de fréquence étalon de faible puissance a été établie au Dominion Physical Laboratory (D. S. I. R.), elle fonctionne depuis mars 1955 sur 2,5 Mc/s, chaque mardi, de 0100 à 0400 U. T. La précision nominale est de $\pm 10^{-7}$ et elle n'est destinée qu'à l'usage local.

Le programme de vérification des oscillateurs a inclu des observations prolongées sur les émissions de fréquences étalons de 10 et 15 Mc/s de WWVH. Un article (1) a été publié sur ces travaux.

Des observations ont également été effectuées sur les émissions sur 16 kc/s de GBR, Rugby, qui n'est pas très éloigné de l'antipode de la Nouvelle-Zélande. Sauf aux environs du lever et du coucher du soleil et aux moments des éruptions solaires, la fréquence apparente reçue de cette station reste constante à quelques 10^{-9} près. Au coucher et au lever du soleil, la variation de la fréquence ne dépasse pas $\pm 2.10^{-8}$. Ce fait a attiré l'attention sur la possibilité de réaliser un service mondial de fréquences étalons en utilisant des ondes de très basse fréquence. Ce travail a fait l'objet d'un article (2).

b) Mesures radioélectriques

Un article a paru (3) sur les travaux effectués au Dominion Physical Laboratory sur un dispositif de mesure de l'admittance sélective. Son intérêt réside dans l'utilisation d'une détection cohérente pour obtenir une haute sélectivité.

c) Tube a décharge gazeuse comme source de bruit

Des travaux ont été entrepris au Victoria University College et au Dominion Physical Laboratory sur les tubes à décharge gazeuse comme sources de bruits (4).

RÉFÉRENCES

1. Allan, A. H. — *J.I.E.E.*, I, p. 650, 1955.
2. Allan, A. H., Crombie, D. D., Penton, W. A. — Frequency variation in New Zealand on the 16 kc/s transmission from G.B.R., Rugby. *Nature*, **177**, p. 178, 1956.
3. Crombie, D. D. — A selective admittance measuring set. *Radio and Electronic Engineer*, Jan. 1957.
4. Skinner, R. I. — *Proc. I.E.E.*, B **103**, p. 491, 1956.

Pays-Bas

N° 165. — Rapport du Comité National à la Commission I

Ci-dessous est donnée une brève description d'un dispositif automatique de mesures de fréquences, utilisé au laboratoire de radioélectricité de l'Administration néerlandaise des PTT, pour l'essai de cristaux d'une fréquence fondamentale maximum de 10 Mc/s, qui y sont produits en quantités limitées.

Dix cristaux (au maximum) sont placés à la fois dans un four dont la température peut-être réglée entre $-20°$ et $+70°$ centigrades. Chacun des cristaux est relié à un oscillateur de résonance-série à deux tubes. La fréquence de ces oscillateurs est mesurée successivement à 2 secondes d'intervalle. La précision qu'on obtient est meilleure que $5.10^{-8} \pm 1$ c/s (Pour le principe de la méthode de mesure voir l'article cité au bas de la page). Les fréquences mesurées sont imprimées l'une après l'autre sur une feuille de papier. Au début de chaque série d'enregistrements est imprimée la température du four au moment où les mesures ont été effectuées. Ainsi toutes les 24 secondes le même cristal est mesuré et le résultat est enregistré.

Les résistances-série des cristaux sont indiquées par des compteurs. Une série de mesures pour 10 cristaux, au cours de laquelle la température monte de $-10°$ à $60°$ centigrades, peut être effectuée en 45 minutes environ.

On a développé en outre un dispositif pour la mesure rapide et précise de la fréquence d'émetteurs à grande distance, dispositif qui est maintenant en usage à la section du contrôle des fréquences de la station radioréceptrice des PTT néerlandais à Nederhorst den Berg. Pour les principes de fonctionnement on est renvoyé à l'article cité au bas de la page (1).

La gamme de fréquences du récepteur spécial est comprise entre 60 kc/s et 31 Mc/s. La précision pour la bande 4-31 Mc/s est meilleure que 5 c/s. Lorsque le récepteur a été accordé sur l'émetteur désiré, une mesure peut être effectuée en 1 seconde.

Dans la bande de radiodiffusion jusqu'à 2 Mc/s la précision est meilleure que 0.2 c/s grâce à l'utilisation d'un discriminateur de

(1) L. R. M. Vos de Wael, Dispositif permettant d'effectuer avec une grande précision des mesures de fréquence dans la gamme 30 Hz-30 MHz et indiquant directement les résultats. *L'Onde électrique*, 32, 1952, n° 305-306, pp. 351-356.

phase pour la correction automatique de la fréquence du récepteur. Chaque mesure prend alors 10 secondes. Pour les fréquences plus basses l'écart est principalement dû au compteur décimal et peut être réduit davantage en prolongeant la durée d'une mesure (par exemple jusqu'à 100 secondes).

La fréquence mesurée peut être directement lue en 8 chiffres et le résultat enregistré ne demande plus aucune correction. Celui-ci peut aussi être imprimé sur une feuille de papier.

Des mesures effectuées successivement sur le même émetteur peuvent être imprimées automatiquement à 3 secondes d'intervalle.

Problèmes en rapport avec les travaux du C.C.I.R.

Par suite des brouillages mutuels il se présente souvent de grandes difficultés lors de la réception et de la mesure de signaux horaires et de fréquences étalon. Aux Pays-Bas par exemple la réception de WWV sur 5 et 10 Mc/s est fortement brouillée par MSF.

Dans le document 272 de la VIIIe Assemblée Plénière du C.C.I.R. (Varsovie, 1956) est donné un aperçu de quelques méthodes de mesure et plusieurs suggestions sont faites pour certaines modifications dans la transmission de signaux horaires et de fréquences étalon afin de diminuer les difficultés qu'on éprouve.

L'attention de l'U.R.S.I. est tout spécialement attirée sur les recommandations faites dans le document 272, en particulier pour ce qui est des points 1, 2, 4, 5 et 6 qui sont d'importance primordiale. Les autres recommandations se rapportent à une augmentation future du nombre d'émetteurs. En vue de la recommandation n° 1 le nombre d'émetteurs à l'intérieur d'une zone limitée (telle que l'Europe occidentale) devrait être restreint au strict nécessaire.

Pologne

N° 204. — Rapport de la Commission du Comité National

(*Traduction*)

Le Comité National Polonais n'a rien à signaler concernant les recherches sur les instruments de mesure de puissance aux micro-ondes, les étalons de fréquence, la transmission et la réception de fréquences étalons et de signaux horaires.

1. Dans le domaine de la stabilisation de fréquence d'oscillateurs une nouvelle méthode analytique d'interprétation des instabilités possibles a été développée ; la méthode a été vérifiée par des mesures, et une base pour l'obtention de meilleures stabilités de fréquence dans les systèmes de cette espèce a été établie (1, 2).

2. Dans le domaine des étalons de haute fréquence, des travaux ont été effectués en vue de réaliser un étalon de tensions haute-fréquence et de développer une méthode pour comparer la tension de sources arbitraires à ces tensions-étalons. Deux méthodes indépendantes, développées simultanément, permettent de mesurer des tensions comprises entre 1 μV et 1000 V dans la gamme 100 kc/s-300 Mc/s (3). En relation avec ces travaux, une investigation des propriétés des couches métalliques minces a été faite comme il l'a été annoncé dans le rapport provisoire (4).

3. Dans le domaine des nouveaux instruments, on note :

3.1 Un Q-mètre comptant les oscillations amorties d'un circuit (5).

3.2 Des détecteurs de phase spéciaux servant d'indicateurs de zéro dans les ponts de mesure alternatifs (6).

3.3 des dispositifs pour la mesure directe des largeurs de bande en radiotélégraphie (7) ; plusieurs auteurs ont en outre envisagé des améliorations à apporter aux instruments existants et aux méthodes de mesure (8, 9, 10).

4. Dans le domaine de la mesure des propriétés matérielles, on a envisagé :

— une méthode pour contrôler le vieillissement des diélectriques fluides, en particulier les huiles isolantes, par la mesure de l'angle de pertes (11).

— La mesure des propriétés des ferrites (12).

— La construction d'étalons de pertes diélectriques (13).

— Divers autres problèmes (14, 15).

5. Certaines recherches ont été consacrées à la technique des mesures radioélectriques. Dans le domaine des instruments de contrôle en physique nucléaire quelques méthodes et schémas partiellement originaux ont été étudiés ; les contributions s'y rapportant seront publiées dans le rapport de l'Institut de Recherches Nucléaire. Dans le domaine des mesures de précision, les

travaux accomplis se rapportent à l'amélioration de la précision des ponts de mesure (16) et à la mesure précise des capacités.

Le Comité National Polonais ne présente pas de communications individuelles dans le cadre de cette Commission. Toutefois, les tirés à part des contributions les plus intéressantes seront disponibles pour les personnes qui s'y intéresseraient ; ces tirés à part contiendront des résumés détaillés en anglais.

RÉFÉRENCES

1. J. Groszkowski. — Stabilité de la Fréquence d'Oscillateurs LC à grandes Capacitances de Grille et d'Anode. *Arch. Elektrot.*, 5, 1956, pp. 35-68.
2. S. Ryzko, R. Nowak, J. Formaniak. — Générateur de fréquence variable de grande stabilité de fréquence. *Arch. Elektrot.*, 4, 1956, p. 759.
3. A. Jellonek. — Etalons secondaires de tensions à grande fréquence et leur application à l'étalonnage des voltmètres et atténuateurs. *Przeglad Telekomunikacyjny*, 29/23/1956, p. 201-206, pp. 247-253 et partie pas encore publiée.
4. Activités du Comité National Polonais dans le domaine de la Commission I. *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.*, **99**, 1956, pp. 6-8.
5. S. Ryzko. — Un compteur de Q à comptage d'impulsions. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, 4, 3, 1956, pp. 187-191.
6. J. Srzednicki. — Un détecteur de phase comme indicateur d'équilibre dans les mesures avec pont en courant alternatif. *Rozprawy Elektrotechniczne*, 1, 1955, pp. 3-28.
7. H. Helbing. — Méthode de mesure de la largeur de bande des émissions de télégraphie sans fil. *Prace Instytutu Lacznosci*, III,1956/f. 1/3.
8. J. Majcher, E. Porzadkowski. — Chronomètre électronique compteur ZURPW. Mod. SI-5- Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej, 21. *Elektryka*, 12, 1956.
9. A. Jellonek, Z. Karkowski. — Instruments de mesure sans erreurs subjectives. Zeszyty Naukowe Politechniki Wroclawskiej. *Elektryka*, 1, 1954, pp. 5-25.
10. W. Rotkiewicz. — Erreurs de mesure apparaissant dans la détermination de la courbe de sélectivité d'un récepteur radioélectrique par la méthode du signal unique. *Przeglad Telekomunikacyjny*, 3, 1956, pp. 67-71.
11. Z. Sicinski, B. Drys. — Recherches de nouvelles méthodes pour l'évaluation qualitative des huiles isolantes. *Prace I. E. L.*, 16, 1956, 19.
12. M. Jezewski, T. Piech. — Dépendance des propriétés diélectriques du $BaTiO_3$ pour courants à haute fréquence vis-à-vis de la technique de préparation des échantillons. *Acta Phys. Polonica*, 14, 1955, pp. 395-405.

13. A. JELLONEK. — Etalons de pertes diélectriques dans l'application aux essais des ponts à courant alternatif. Zeszyty Naukowe Politechniki Zeszyty Naukowe Politechniki Wroclawskiej. *Elektryka*, 5, 1955, pp. 136-150.

14. L. BADIAN, Z. RABIEJ. — Pont différentiel pour les essais des propriétés des diélectriques dans des champs électriques élevés. *Prace PIT*, nº 20, 1957, 61.

15. L. BADIAN. — Automotion des mesures de perméabilité diélectrique. *Prace PIT*, 1955, nº 15, 26.

16. A. JELLONEK. — Méthode de mesure de petits angles de pertes des condensateurs à l'aide d'un pont. *Preliminary Report*, Wroclaw, 1957.

Royaume-Uni

Nº 122. — Rapport sur les travaux effectués en Grande-Bretagne pendant la période 1954-1957

par L. ESSEN

(*Traduction*)

Depuis 1954 des progrès importants ont été accomplis dans le domaine des mesures et des étalons. Ces progrès sont résumés brièvement dans les paragraphes qui suivent et une bibliographie complète des contributions publiées est donnée en annexe.

1. — ETALONS DE FRÉQUENCE ET DE TEMPS

Un étalon au Césium a été utilisé au National Physical Laboratory depuis 1955 pour calibrer les étalons de travail à quartz (1.2). L'effet des variations de ses paramètres a été étudié d'une manière approfondie (3) et il a été établi que le modèle actuel fournit, en conjonction avec les horloges à quartz, une unité connue et précise en tout temps à $\pm 2.10^{-10}$ près. Il est suggéré que la première valeur déterminée, 9.192.631.830 c/s, soit adoptée comme étalon provisoire (4) ; cette valeur est utilisée au N. P. L. pour contrôler les émissions de fréquence-étalon M. S. F. (5) et pour mesurer les variations du temps astronomique (2). L'unité atomique de fréquence et de temps est rendue disponible à l'Observatoire Royal de Greenwich et au British Post-Office au moyen de lignes téléphoniques, et à une grande partie du monde au moyen des radiotransmissions M. S. F.

Des oscillateurs à quartz ont été étudiés à la température de liquéfaction de l'hélium (6) et un oscillateur en anneau a révélé

ainsi des qualités nettement améliorées. Des dispositions sont prises au N. P. L. pour maintenir un anneau en fonctionnement continu dans un bain d'hélium liquide.

Un nouveau circuit de commande d'une stabilité de phase améliorée a été développé pour un étalon à quartz haute fréquence sur 5 Mc/s (7).

2. — Emissions de fréquences étalons

Les transmissions de M. S. F. ont été maintenues pendant toute la période, et les valeurs de la fréquence ont été publiées dans Wireless Engineer (appelé maintenant Electronic and Radio Engeneer). Un nouveau document décrivant le service sera publié (8). L'étalon M. S. F. est également utilisé pour contrôler la fréquence porteuse de G-BR (16 kc/s) ; cette transmission et celle sur 60 kc/s ont été utilisées (9) pour l'intercomparaison entre le Royaume-Uni et les États-Unis à une précision dépassant 10^{-9}. Des détails concernant les dispositifs de transmission et de contrôle utilisés ont été publiés (10, 11, 12). Un enregistrement continu de la fréquence sur l'une des liaisons à 2,5, 5,0 ou 10 Mc/s est effectué au N. P. L., Teddington, par réception de l'onde réfléchie. Des données nombreuses sur les variations de fréquence dues aux effets de propagation ont été obtenues mais n'ont pas encore été analysées.

Pour répondre à la recommandation 3 de la XIe Assemblée Générale il a été tenu note des effets d'interférence d'autres émetteurs. Un signal intense est obtenu de IBF et parfois aussi de WWV sur 5 et 10 Mc/s. Quand les diverses stations reçues ont des intensités comparables les mesures directes de fréquence sont interférées mais cet effet a peu d'importance car la précision est toujours limitée par les variations dopplériennes. Les mesures des signaux horaires sont rendues difficiles pendant les périodes où l'un des signaux est modulé mais elles peuvent être faites pendant les périodes où il n'y a pas de modulation. Les signaux peuvent être identifiés pendant les périodes de repos de WWV et de MSF et aucune confusion n'est alors possible.

3. — Mesures de puissance

Plusieurs techniques nouvelles ont été étudiées, particulièrement à 3 Gc/s (3000 Mc/s) et au-dessus. L'application de l'effet Hall a été décrit en détail (13) et étendu aux micro-ondes (14). Une

méthode utilisant la force mécanique exercée par le champ électromagnétique sur une palette dans une cavité résonante (15) fournit des erreurs probables de l'ordre de 7 % à 3 Gc/s aux puissances comprises entre 2 et 100 mW. De telles puissances ont encore été mesurées par des méthodes thermiques en utilisant des couches résistives. Dans l'une de ces mesures (16) une couche effilée est placée dans une enceinte de verre suivant l'axe du guide d'ondes et son élévation de température est indiquée par un thermomètre à air ; l'erreur à 10 Gc/s est inférieure à 2 %. Dans cette technique la couche est construite et montée de manière à ce que des puissances de 1 à 100 mW puissent être calibrées en courant continu avec une erreur inférieure à 2 %.

Les qualités des thermistances et bolomètres typiques en tant qu'indicateurs absolus de puissance ont été examinées à 10 Gc/s en utilisant un calorimètre classique et un coupleur directionnel (18), et des résultats nouveaux concernant les thermistances à 50-60 Gc/s ont été exposés dans une revue générale des techniques aux ondes millimétriques (19). Dans les bandes VHF et UHF une charge coaxiale a été utilisée jusqu'aux puissances de 1 kW (20) ; la ligne est remplie de tétrachlorure de carbone et le conducteur intérieur consiste en sections courtes de résistances à couches minces d'or. D'autres instrumentations comprennent : deux types de ponts à thermistances (21, 22), un calorimètre à thermistances pour micro-ondes (23), et un contrôleur du facteur de bruit des récepteurs pour micro-ondes (24).

4. — Mesures de champs

Une méthode de perturbations dans laquelle une tige métallique courte et mince constitue l'élément perturbateur (25) a été développée pour les mesures d'intensité de champ à 10 Gc/s. Dans une autre méthode une petite sphère diélectrique ou ferromagnétique est utilisée pour mesurer la distribution du champ dans une cavité (26).

Des détails sur un récepteur pour la mesure du gain et de la directivité des aériens sur 170-220 Mc/s ont été publiés (27) et des mesures du diagramme polaire de plusieurs antennes UHF ont été effectuées (28).

5. — Impédance

Un nouveau pont d'admittance à double T jumelé a été développé et étudié attentivement (29) ; celui-ci constitue un instrument de précision adapté aux systèmes coaxiaux entre 3 et 300 Mc/s et dont l'erreur à 200 Mc/s n'excède pas 0,2 % sur chacun des termes de l'impédance complexe. Le circuit utilisé permet la détermination précise des erreurs résiduelles, permet d'évaluer la conductance RF de la résistance étalon du pont, possède une échelle de conductances qui est indépendante de la fréquence, et fournit un moyen de compenser les résidus provenant des éléments en série et de la connexion commune de terre.

Un équipement permettant l'adaptation visuelle des impédances (30) a été utilisé dans l'intervalle 80-250 Mc/s, et une description de plusieurs instruments servant à la détermination des ondes stationnaires aux fréquences plus élevées a été faite (31, 32, 33). Des résistances coaxiales formées par des couches cylindriques ont été étudiées (34) et les mesures ont montré que leur impédance ne diffère pas de plus de 1 % de leur résistance en courant continu et que leur angle de phase est extrêmement faible dans la bande 0-3500 Mc/s. Des instruments pour la mesure du facteur Q des magnétrons (35) et pour les mesures en micro-ondes au moyen d'une terminaison dissipative variable (36) ont été décrits.

6. — Constante diélectrique

Des mesures de précision ont été effectuées au N. P. L. Les gaz desséchés et la vapeur d'eau ont été étudiés à 72 Gc/s (37) ; les valeurs obtenues diffèrent de celles aux fréquences plus basses obtenues au N. P. L. d'une manière compatible avec la théorie dipolaire. Des liquides étalons ont été étudiés depuis les basses fréquences jusque 9,2 Gc/s (38) ; afin d'obtenir des résultats constants pour le benzène, un long traitement d'exsiccation est nécessaire, et le cyclohexane qui ne présente pas cet inconvénient est recommandable comme liquide étalon pour la mesure de la constante diélectrique. Un ensemble étendu de liquides à pertes moyennes et fortes a été mesuré par une méthode coaxiale (39) et une méthode de zéro a été décrite pour la mesure précise des permittivités des échantillons en feuille (40). Au cours d'un symposium tenu au N. P. L., diverses communications sur les mesures diélectriques ont été faites (41, 42, 43, 44).

Une méthode nouvelle et intéressante pour mesurer l'indice de réfraction qui fait usage d'un spectromètre à lames parallèles a été décrite (45) ; un faisceau d'ondes sur 1,25 cm est dirigé vers l'échantillon taillé en forme de prisme, et les directions des rayons incidents et réfractés peuvent être déterminées à 0,25° près.

Une méthode de zéro pour mesurer les permittivités complexes à dix fréquences angulaires fixes entre 30 et 10^6 rad/sec devrait sans doute être mentionnée (46) puisqu'elle a été publiée au Royaume-Uni bien que le travail fut accompli en Australie.

7. — Ferrites

Une réunion sur les ferrites a été tenue à l'I. E. E. du 29 octobre au 2 novembre 1956. Diverses communications y furent faites sur la mesure des propriétés des ferrites aux micro-ondes (47), sur la théorie de ces mesures (48) et sur des sujets plus spécialisés (49, 50, 51, 52).

8. — Mesures diverses

Un compte-rendu des méthodes usitées au N. P. L. pour la calibration des étalons de laboratoire d'inductances a été publié (53).

La célérité des ondes radioélectriques a été déterminée par une méthode interférométrique (54) et une revue des déterminations aux micro-ondes a été publiée (55). La valeur provisoire obtenue s'accorde avec celle adoptée aujourd'hui. Un interféromètre simple pour la mesure de la vitesse par le déplacement dopplérien a également été décrit (56).

RÉFÉRENCES

1. Essen, L., Parry, J. V. L. — An atomic standard of frequency and time interval. *Nature*, 1955, **176**, p. 280.
2. Essen, L., Parry, J. V. L. — Atomic and Astronomical Time. *Nature*, 1956, **177**, p. 744.
3. Essen, L., Parry, J. V. L. — The caesium resonator as a standard of frequency and time. *Proc. Roy. Soc.* (*Lond.*). In course of publication.
4. Essen, L. — Atomic time and the definition of the second. *Nature*, 1956, **178**, p. 34.
5. Essen, L. — MSF standard frequencies expressed in terms of the caesium resonance. *Wireless Engineer*, July 1956, p. 178.
6. Gold, T., Steele, J. McA., Wellgate, G. B.— In course of publication.

7. LEA, N. — Quartz resonator servo. *Marconi Review*, 1954, **17**, p. 65.
8. MSF Standard Frequency Transmissions from the United Kingdom. HMSO, London, 1957 (In course of publication).
9. PIERCE, J. A., MITCHELL, H. T., ESSEN, L. — World-wide frequency and time comparisons by means of radio transmissions. *Nature*, 1954, **174**, p. 922.
10. ESSEN, L. — Standard Frequency Transmissions. *Proc. I.E.E.*, Part III, 1954, **101**, p. 249.
11. LAW, H. B. — Standard frequency transmission equipment at Rugby Radio Station. *Proc. I.E.E.*, 1955, **102** B, p. 166.
12. STEELE, J. McA. — The Standard frequency monitor at the National Physical Laboratory. *Proc. I.E.E.*, 1955, **102** B, p. 155.
13. BARLOW, H. E. M. — The application of the Hall effect in a semiconductor to the measurement of power in an electromagnetic field. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, n° 2, p. 179.
14. BARLOW, H. E. M., STEPHENSON, L. M. — The Hall effect and its application to power measurement at microwave frequencies. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1956, **103**, n° 7, p. 110.
15. BAILEY, R. A. — A resonant-cavity torque-operated wattmeter for microwave power. *Proc. I.E.E.*, Part C, 1956, **103**, n° 3, p. 59.
16. GORDON-SMITH, A. C. — A milliwattmeter for centimetre wavelengths. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, n° 5, p. 685.
17. LANE, J. A. — A film radiometer for centimetre wavelengths. *Nature*, 1956, **177**, p. 392.
18. LANE, J. A. — The measurement of power at a wavelength of 3 cm by thermistors and bolometers. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, n° 6, p. 819.
19. WILLSHAW, W. E., LAMONT, H. R. L., HICKIN, E. M. — Experimental equipment and techniques for a study of millimetre-wave propagation. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, n° 1, p. 99.
20. HERSCH, W. — A very-wide-band dummy load for measuring power at very-high and ultra-high frequencies. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, n° 1, p. 96.
21. STANDING, A. F. — A self-balancing thermistor bridge. *J. Sci. Insts.*, 1954, **31**, n° 9, p. 343.
22. COOPER, D. C. — A simple direct-reading thermistor bridge. *Electronic Eng.*, 1954, **26**, n° 320, p. 448.
23. SMITH, M. J., VAUGHAN, T. R. M. — A microwave thermistor calorimeter. *J. Sci. Insts.*, 1953, **33**, 353.
24. HOLLAND, R. D., GODEL, N. A. — A continuous monitor of microwave receiver noise factor. *J. Brit. Instn. Radio Engineers.*, 1954, **14**, n° 7, p. 322.

25. CULLEN, A. L., PARR, J. C. — A new perturbation method for measuring microwave fields in free space. *Proc. I.E.E.*, Part B, 1955, **102**, nº 6, p. 836.

26. LINHART, J. G., BAKER, T. H. B. — A method of measuring the intensity distribution of radio frequency electric and magnetic fields in resonant cavities. *Brit. J. of App. Physics.*, 1955, **6**, 100.

27. CLACK, G. T. — An experimental field-strength meter for Band III. *J. Telev. Soc.*, 1954, **7**, nº 5, p. 205.

28. HAMER, E. G. — Vertical pattern of V.H.F. Aerials. *Wireless World*, 1955, **61**, nº 9, p. 452.

29. WOODS, D. — A precision dual admittance bridge for the range 3-300 Mc/s. *Precision Electrical Measurements* (NPL), 1955, section 4, p. 1, H.M.S.O. London. Also in course of publication in the *Proceedings* of the *I.E.E.*

30. DALZIEL, R., CHALLANDS, A. — Visual impedance-matching equipment. *Wireless Engineer*, 1955, **32**, nº 4, p. 99.

31. SHURMER, H. V. — A direct-reading waveguide standing-wave detector for use at low power levels. *Proc. I.E.E.*, Part C, 1955, **102**, nº 2, p. 176.

32. BENSON, F. A., LUSHER, G. V. G. — A coaxial standing wave indicator. *Electronic Engineering*, 1954, **26**, p. 534.

33. WAREHAM, E. M. — Slotted section standing wave meter. *J. Brit. Inst. Rad. Engrs.*, 1955, **15**, p. 539.

34. HARRIS, I. A. — The theory and design of coaxial resistor mounts for the frequency band 0-4 000 Mc/s. *Proc. I.E.E.*, Part C, 1956, **103**, nº 3, p. 1.

35. TWISTLETON, J. R. G. — An X-band magnetron Q-measuring apparatus. *Proc. I.E.E.*, **103** B, 1956, p. 339.

36. ALTSCHULER, H. M., OLINER, A. A. — Microwave measurements with a lossy variable termination. *Proc. I.E.E.* Monograph nº 179R, 1956.

37. FROOME, K. D. — The refractive indices of water vapour, air oxygen, nitrogen and argon at 72 kMc/s. *Proc. Phys. Soc.*, B, 1955, **68**, p. 833.

38. HARTSHORN, L., PARRY, J. V. L., ESSEN, L. — The measurement of the dielectric constant of standard liquids. *Proc. Phys. Soc.*, B, 1955, **68**, p. 422.

39. BUCHANAN, J. J., GRANT, E. H. — Phase and amplitude balance methods for permittivity measurements between 4 and 50 cm. *Brit. J. of App. Phys.*, 1955, **6**, p. 64.

40. LYNCH, A. C. — A method for the precise measurement of the permittivity of sheet specimens. *I.E.E.* in course of publication.

41. HARTSHORN, L. — Precision measurement of dielectric constant. *Precision Electrical Measurements* (N.P.L.), 1955, London, H.M.S.O.

42. RUSHTON, E., PARRY, J. V. L. — The measurement of permittivity and power factor of ordinary solid and liquid dielectrics. *Precision Electrical Measurements* (N.P.L.), 1955, London, H.M.S.O.

43. GEVERS, M. — Measurement of dielectric and magnetic properties of solids at microwave requencies. *Precision Electrical Measurements* (N.P.L.), 1955, London, H.M.S.O.

44. MOLE, G., SMITH, D. C. G. — A bridge for the measurement of the admittance of electrical insulation at very low frequencies. *Precision Electrical Measurements* (N.P.L.), 1955, London, H.M.S.O.

45. SOLLOM, P. H., BROWN, J. — A centimetre-wave parallel plate spectrometer. *Proc. I.E.E.*, **103**, B, 1956, p. 419.

46. THOMPSON, A. M. — A bridge for the measurement of permittivity. *Proc. I.E.E.*, **103** B, 1956, p. 704.

47. MCBEAN, I. G. — The measurement of complex permittivity and complex tenser permeability of ferrite materials at microwave frequencies. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

48. WALDRON, R. A. — Theory of the measurement of the elements of a ferrite by means of a resonant cavity. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

49. DERRY, R., WILLIS, M. S. — Microwave Faraday effect and conductivity in nickel ferrites and ferrite aluminates. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

50. ROBERTS, J., SRIVASTAVA, C. M. — Measurement of ferrite properties in a rectangular cavity at 10 000 Mc/s. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

51. HARVEY, A. F. — Ferrite structures for millimetre wavelengths. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

52. LAVERICK, E., RIVETT CARNAC, A. — Some measurements and applications of the microwave properties of a magnesium manganese ferrite in the 8-9 mm waveband. *I.E.E. Convention on Ferrites*, 1956. In course of publication.

53. HARTSHORN, L., DENTON, J. J. — The calibration of inductance standards at radio frequencies. *Proc. I.E.E.*, **103** B, 1956, p. 429.

54. FROOME, K. D. — Investigation of a new form of microwave interferometer for determining the velocity of electromagnetic waves. *Proc. Roy. Soc.* A 223, 1954, p. 195.

55. FROOME, K. D. — Microwave determinations of the velocity of « light ». *J. Brit. I.R.E.*, 16, 1956, p. 497.

57. COURT, G. W. G. — A simplified form of microwave interferometer for speed measurements. *J. Sci. Insts.*, **32**, 1955, p. 354.

Suède

N° 218. — Rapport du Comité National

Hilding BJÖRKLUND

(*Traduction*)

Dans le domaine de la Commission I les travaux ci-après sont effectués par le Département Royal des Télécommunications Suédoises.

Mesures de l'intensité du champ dans une gamme s'étendant d'environ 15 kc/s à 500 Mc/s, mesures des émissions atmosphériques sur 45 kc/s et mesures de fréquence dans la gamme de 0 à 12.000 Mc/s.

On procède à l'installation d'un nouvel étalon primaire de fréquence du type GPO/Airmec ayant une stabilité à court terme de temps de moins de 5.10^{-10} par jour et une stabilité à long terme entre 1.10^{-7} et 1.10^{-8} par an.

On effectue des mesures du rayonnement d'émetteurs, de récepteurs, y compris ceux pour la modulation de fréquence et de télévision, et d'autres équipements, spécialement dans la gamme des très hautes fréquences.

Suisse

N° 139. — Rapport du Comité National à la Commission I

par le Prof. KÖNIG

A l'Institut des hautes fréquences de l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich, une méthode permettant de déterminer exactement, à l'aide d'un pont de mesure, le coefficient de réflexion de la bande K ($\lambda = 1{,}25$ cm) a été mise au point (1).

LITTÉRATURE

1. G. WOHLER. — Eine Kompensationsschaltung für Mikrowellen zur Messung des Reflexionskoeffizienten im 1,25 cm Band, Diss. ETH, Zürich 1957.

Rapport sur les Travaux de la Commission I

présenté à l'Assemblée Plénière d'Ouverture

par M. B. DECAUX, *Président*

« Susciter l'établissement de méthodes communes de mesures » ainsi que la comparaison et l'étalonnage des instruments de » mesure utilisés dans les travaux scientifiques » c'est l'un des buts de l'U.R.S.I., d'après l'article I de ses statuts, c'est aussi le domaine particulier de sa Commission I.

Les travaux effectués dans ce domaine depuis trois ans font l'objet des rapports de douze comités nationaux, auxquels s'ajoutent les documents officiels émanant du Comité Consultatif International des Radiocommunications (C.C.I.R.), et du Comité International des Poids et Mesures, ainsi que plusieurs communications.

Les étalons de fréquence à quartz disposent maintenant de cristaux moins amortis, et l'emploi de températures voisines du zéro absolu laisse espérer des stabilités accrues.

Les étalons atomiques de fréquence se répandent et se perfectionnent rapidement. Il existe actuellement plusieurs appareils en service régulier ; on en trouve même dans le commerce. C'est un sujet sur lequel les Commissions I et VII se rejoignent, et la séance consacrée aux Masers par le Prof. Woonton sera du plus grand intérêt pour notre commission. L'utilisation des étalons atomiques de fréquence devient assez sûre pour que se pose la question de savoir s'il faut baser sur eux une nouvelle définition de l'unité de temps. Ce problème est étudié par un Comité Consultatif du Comité International des Poids et Mesures. Celui-ci vient de demander officiellement à la Commission I de l'U.R.S.I. d'organiser la comparaison des divers étalons atomiques existants, ou prochainement mis en service.

Des opérations internationales de comparaisons de fréquence avaient été organisées autrefois par la Commission I. Leur reprise

sera un des points importants de notre ordre du jour, d'abord pour les étalons atomiques, mais aussi parce que des expériences nouvelles ont montré que les ondes kilométriques et myriamétriques peuvent fournir une précision de mesure très supérieure à celle des ondes décamétriques.

A ce point de vue, la Commission I apportera une nouvelle contribution au C.C.I.R. qui, dans sa réunion de Varsovie, l'an dernier, a mis à l'étude des questions nouvelles relatives aux émissions de fréquences étalons et de signaux horaires : emploi d'ondes très longues ou très courtes, réduction de précision due à la propagation, brouillages mutuels entre stations.

Les expériences décidées à La Haye sur la suggestion du Prof. Boella, président de la Sous-Commission III*b*, pour l'étude des variations des temps de parcours des signaux horaires, ont suscité la mise au point de méthodes très précises de mesure des signaux horaires ; elles rendent désormais de précieux services dans les mesures courantes, et plus particulièrement dans l'Opération Mondiale des Longitudes qui se déroule dans le cadre de l'A.G.I.

A plusieurs Assemblées Générales de notre Union, une comparaison internationale des mesures de puissance avait été recommandée, sans grand résultat ; nous aurons à voir comment elle pourrait être reprise.

Les mesures d'intensité de champ prennent de plus en plus d'importance, avec le développement des nouveaux modes de propagation des ondes les plus courtes. Les progrès sont appréciables. Des mesures ont même pu être faites à bord de fusées, à l'intérieur même de l'ionosphère. Les radio-astronomes, de leur côté, s'intéressent à l'étalonnage de leurs récepteurs, pour en déduire la densité d'énergie des rayonnements extra-terrestres.

Certaines mesures physiques utilisent des méthodes mises au point d'abord pour des buts radioélectriques. Nous aurons à examiner, par exemple, si les résultats obtenus récemment dans les déterminations de la vitesse de la lumière conduisent à modifier, ou à conserver, la valeur moyenne adoptée à Sydney et confirmée à La Haye.

La mesure des grandeurs magnétiques a bénéficié également des méthodes mises au point pour les résonances nucléaires et la radio-spectroscopie.

En plus des séances d'ouverture et de clôture, cinq séances

de la Commission I ont été prévues comme l'indique le programme publié. Les discussions seront, pour chaque sujet, précédées par des exposés d'ensemble présentés par d'éminents spécialistes que je tiens à remercier ici. Les séances seront les suivantes :

1. étalons de fréquence, plus particulièrement atomiques, exposé du Dr L. Essen ;
2. émissions de fréquences étalons et de signaux horaires, exposé de M. W. D. George ;
3. mesures de puissance, exposé du Dr Saxton ; mesures d'intensité de champ, exposé de M. R. S. Kirby ;
4. suite des sujets de la 1re et de la 2e séances ;
5. mesures physiques utilisant les méthodes radioélectriques, exposé du Prof. P. Grivet.

Compte Rendu des Réunions

Réunion des Membres Officiels de la Commission,
le vendredi 23 août à 14 h. 30

Président : M. DECAUX.

Le Président ouvre la séance et souhaite la bienvenue aux membres présents.

1. — *Organisation des séances de travail.*

Le Président fait part de ses projets d'organisation des cinq séances de travail. Après discussion, le programme adopté est le suivant :

Dénomination	Dates	Heures	Sujets traités	Exposés d'introduction par
A	28-8	14.00	Etalons de fréquence et plus particulièrement étalons atomiques	Dr. ESSEN
B	29-8	14.00	Emissions de fréquences étalons et de signaux horaires	W. D. GEORGE
C	30-8	9.30	Mesures de puissance Mesures de champ	Dr SAXTON R. S KIRBY
D	2-9	14.00	Suite de A et B	
E	3-9	9.30	Mesures physiques par procédés radioélectriques	Prof. GRIVET

La séance technique d'ouverture aura lieu le 26 août à 14 h.

Il y aura de plus une séance de clôture le 4 septembre à 9 h. 30. Le 3 septembre, dans l'après-midi, la Commission VII tiendra une séance sur le Maser qui pourra intéresser les membres de la Commission I.

2. — *Documents.*

Le Président fait la mise au point des documents reçus, dont certains ne sont pas encore publiés. Indépendamment des rapports nationaux, il y a un certain nombre de contributions individuelles.

3. — *Résolutions.*

Les résolutions pourront être mises au point au cours des séances de travail et revues en bloc à la séance de clôture.

4. — *Questions administratives.*

Le Président demande aux membres de réfléchir aux questions suivantes :

a) Création de Sous-Commissions — un bref échange de vues ne fait pas apparaître le besoin de cette création pour la Commission I.

b) Organisation de colloques entre les Assemblées Plénières.

c) Nomination du bureau.

La séance est levée à 15 h. 45.

Première réunion : Lundi 26 août 1957 à 14 h.

(Pièce 134 — Hellem's Annex)

Président : M. B. Decaux.

Le Président ouvre la séance, adresse la bienvenue aux membres présents et rappelle la mémoire de M. Vecchiachi, décédé depuis la dernière Assemblée Générale.

M. Weber accepte de remplir les fonctions de secrétaire pour la langue anglaise.

1. — *Organisation des séances de travail.*

Le Président indique le programme des cinq séances de travail, élaboré à la réunion des membres officiels de la Commission I du 23 août (voir compte-rendu). Ce programme est adopté par la Commission.

2. — *Documents.*

12 rapports nationaux ont été présentés à l'Assemblée et ont été distribués. Il existe aussi un certain nombre de contributions personnelles.

3. — *Liaison avec d'autres organismes internationaux.*

Le Président signale que certaines questions traitées par la Commission I intéressent d'autres organismes internationaux (C.C.I.R., Comité International des Poids et Mesures). Les réponses devront faire l'objet de résolutions. La Commission I devra formuler d'autres résolutions (mesures de puissance, vitesse de la lumière...). Dans les discussions, il ne faudra pas perdre de vue l'intérêt international et les possibilités d'organisation internationale.

4. — *Questions techniques.*

Le Président propose d'examiner maintenant quelques aspects techniques des questions qui feront l'objet des prochaines séances de travail.

Par exemple, pour les étalons de fréquences, il faudra voir :

1) le principe, la construction, la précision des appareils.

2) Leur utilisation, leur comparaison avec les étalons astronomiques et entre eux. Le Comité des Poids et Mesures a demandé à la Commission I d'organiser cette comparaison. Il y a donc là un programme de travail et l'objet d'une résolution.

Comme autre exemple, la question des émissions de fréquences étalons comportera :

1) l'examen des problèmes généraux ;

2) les réponses à faire aux questions posées par le C.C.I.R. Il y aura aussi à voir le problème des brouillages mutuels entre les différentes émissions de fréquences étalon, problème qui a déjà fait l'objet d'une recommandation à la dernière Assemblée Générale.

Un échange de vues a lieu sur la question de la comparaison des fréquences étalon (utilisation de câbles sous-marins, transport des étalons, etc.).

Le Président signale que la classification des bandes de fréquence recommandée par le C.C.I.R. n'est pas utilisée par l'U.R.S.I. Faut-il faire une recommandation en vue de cette utilisation ? Après discussion, la Commission I est d'avis d'utiliser une nomenclature numérique pour les bandes de fréquence, mais il y a divergence sur les limites des bandes. Il est demandé au Président de prendre contact avec les Présidents des autres Commissions pour avoir un accord général sur ce problème.

Un échange de vues a lieu ensuite sur la dénomination de l'unité de fréquence (c/s, hertz). Il est décidé que la Commission I doit s'intéresser à cette question, mais, qu'une résolution ne peut être envisagée avant la prochaine Assemblée Générale.

Enfin, le Dr KIRBY signale quelques difficultés sur la dénomination de l'intensité de champ. Cette question sera examinée à la séance C.

La séance est levée à 15 h. 45.

Deuxième réunion : Mercredi 28 août 1957 à 14 h.

Président : M. DECAUX.

La séance est consacrée aux étalons de fréquences et le Dr ESSEN fait une revue des récents travaux sur ce sujet. Il expose : les améliorations obtenues dans les étalons à quartz lorsque ces derniers sont soumis à la température de l'hélium liquide, les possibilités envisagées par le Maser comme étalon de fréquence, celles des horloges à césium, et les résultats obtenus avec de telles horloges en Grande-Bretagne.

Dans la discussion qui suit cet exposé, l'attention est attirée sur l'importance d'avoir un oscillateur particulièrement

pur pour exciter l'horloge à césium et sur la difficulté d'éviter la modulation de fréquence quand la tension d'excitation est obtenue par multiplication d'une fréquence beaucoup plus basse. De grandes variations de la puissance de l'oscillateur d'excitation n'ont pas modifié la fréquence de résonance observée dans l'étalon à césium du N. P. L. de plus de 10^{-10}. Des écarts plus grands ont été constatés dans d'autres oscillateurs à césium, mais on peut probablement les attribuer à des influences sur l'appareillage auxiliaire.

L'étalon à césium a mis en évidence des variations soit périodiques, soit irrégulières, dans la vitesse de rotation de la terre pendant les deux dernières années.

Les résultats préliminaires obtenus avec le Maser à ammoniac aux Etats-Unis et en U. R. S. S. sont exposés. La fréquence obtenue avec de tels dispositifs dépend d'un certain nombre de facteurs et la stabilité actuelle est d'environ 10^{-9}.

Un projet de résolution présenté par le Dr Essen est l'objet d'un examen préliminaire.

Troisième réunion : Jeudi 29 août 1957 à 14 h.

Président : M. Decaux.

M. W. D. George fait un exposé d'ensemble sur l'état actuel des émissions de fréquences étalons et souligne les problèmes à résoudre pour obtenir un service mondial convenable. La discussion qui suit est consacrée particulièrement aux problèmes de brouillages (d'une émission de fréquence étalonnée avec une autre, ou avec d'autre émissions fonctionnant sur une fréquence égale ou très voisine) et à l'examen des formes les plus efficaces qui doivent être utilisées pour les signaux horaires.

M. George attire l'attention sur le système de navigation SITEC à impulsions sur 100 kc/s (décrit dans un rapport spécial de l'I.R.E.). Ce système couvre 2400-3200 km avec une précision de 0,1 μs. Il a aussi souligné le dispositif d'émissions de Neufchâtel, dans lequel le signal est constitué de cinq impulsions rectangulaires de 1 μs.

Le Dr Essen soulève la question de l'importance relative des impulsions et de la modulation audible et la possibilité d'augmenter

les impulsions au détriment de la modulation. D'après l'opinion générale, la modulation n'a relativement que peu d'intérêt, mais M. GEORGE pense que beaucoup d'utilisateurs des émissions de WWV ne souhaitent pas de modification.

La question de la phase des signaux horaires est discutée et le Prof. KOGA suggère que, puisque la fréquence était l'élément le plus important pour l'utilisation locale et les signaux horaires pour l'utilisation éloignée, la phase des signaux devrait être établie pour offrir la plus grande commodité aux utilisateurs éloignés.

Deux projets de résolution suggérés respectivement par M. GEORGE et par le Dr ESSEN font l'objet d'un examen préliminaire.

Quatrième réunion : Vendredi 30 août 1957 à 9 h. 30

Président : M. W. D. GEORGE, puis M. DECAUX.

Le Dr SAXTON fait un exposé sur le développement très important des mesures de puissance qui a eu lieu pendant les trois dernières années. Il fait remarquer qu'il est encore nécessaire d'améliorer les techniques pour les fréquences supérieures à 30.000 Mc/s et celles inférieures à 3000 Mc/s.

Des instruments basés sur les variations de température ou de résistance d'une charge absorbante ont été élaborés pour des puissances de 1 à 100 W et leur précision est évaluée entre 1 et 3 %, bien qu'il puisse y avoir des erreurs systématiques, en particulier aux plus hautes fréquences et aux plus faibles puissances. Des comparaisons internationales seraient très importantes pour mettre en évidence de telles erreurs. On estime que les thermistors et les bolomètres ont des erreurs qui peuvent atteindre 30 % à des fréquences d'environ 50.000 Mc/s, mais ils sont cependant utiles s'ils sont calibrés.

Le wattmètre à pression de radiation et à torsion donne une précision d'environ 3 % pour les puissances entre 2 et 10 Watts et les instruments dans lesquels la vanne est placée dans une cavité ont une précision d'environ 2 % dans la gamme de 5 à 30 mW, pour des fréquences d'environ 10.000 Mc/s. Des résultats analogues ont été obtenus à 60.000 Mc/s.

La technique du faisceau électronique a pu être utilisée pour des puissances d'environ 50 mW et sa précision a été étudiée.

Après cette introduction, le Président attire l'attention sur la résolution de la dernière Assemblée Générale relative aux comparaisons internationales des dispositifs de mesure de puissance. Le Dr Smith-Rose rend compte que, quoique le Royaume-Uni soit prêt à participer à de telles comparaisons, l'unique manifestation a été celle du Prof. Koga, qui a offert de préparer et d'envoyer un instrument susceptible d'être comparé avec les instruments du N. P. L. Le Prof. Koga indique qu'il a apporté l'instrument et que des dispositions ont été prises pour l'utiliser en Angleterre et ensuite aux Etats-Unis.

Il est souligné que les comparaisons internationales ont été suggérées il y a plus de six ans ; puisque rien n'a été fait, il est possible que la Commission désire abandonner ce programme. Les délégués des Etats-Unis, du Royaume-Uni et du Japon pensent que le programme doit être maintenu et affirment qu'ils sont prêts à le mettre à exécution très prochainement. Les délégués du Canada et de la France s'intéressent à ce programme, bien qu'ils ne soient pas actuellement prêts à y participer.

Le Dr Smith-Rose pense que quelques pays se tiennent à l'écart parce qu'ils veulent perfectionner leur équipement. Il pense qu'ils ont tort, car ce qui importe est d'établir le degré de précision des appareils utilisés actuellement. Ceci est très souhaitable par suite de la liaison avec d'autres mesures, comme celles d'intensité de champ, qui intéressent d'autres commissions.

Le Prof. Barlow décrit ensuite des méthodes basées sur l'effet de Hall et sur la pression de radiation et il indique les précautions à prendre ainsi que les limites d'application de telles méthodes. Actuellement, les instruments utilisant l'effet Hall ne donnent que des valeurs relatives, mais il semble possible de les perfectionner pour obtenir des valeurs absolues.

Le Dr Engen fait un exposé sur le microcalorimètre élaboré au N. B. S. L'élévation de température n'est que de 0,05° C et il est donc nécessaire de prendre des précautions. Cet appareil semble être le plus précis dans l'état actuel de la technique et une précision supérieure à 1 % parait possible.

Le Dr Kirby fait ensuite un exposé d'introduction sur les mesures de champs. Il indique les difficultés fondamentales consistant à relier la quantité effectivement mesurée à l'intensité du champ et à ne pas perturber le champ par l'appareil de mesure.

Il souligne aussi le besoin d'une nomenclature normalisée et mentionne la recommandation de l'I.R.E. Dans cette dernière, la force du champ électrique est définie par l'amplitude du vecteur champ électrique à un endroit donné, provenant du passage d'une onde radioélectrique. L'emploi du terme « intensité électrique» est suranné.

Le Prof. BARLOW expose les méthodes utilisant un dipôle tournant et explique leurs avantages pour explorer le champ dans les structures à guide d'ondes.

M. SELBY soulève la question générale du faible effort relatif apporté au travail de normalisation. Il pense qu'il est important de dresser une liste de priorité dans un tel travail et d'établir clairement les quantités, gammes et précisions nécessaires. Bien que le sujet soit intéressant le Dr SMITH-ROSE pense que la situation n'est pas tout à fait aussi mauvaise que l'a dépeinte M. SELBY. Il a été fait beaucoup dans le domaine de la normalisation et il peut être peu sage de s'attaquer à un programme trop ambitieux. L'expérience des mesures de puissance n'est pas encourageante.

M. CHAPIN souligne les problèmes de mesures de bruit et insiste sur le besoin d'une plus grande uniformité dans les méthodes adoptées.

Cinquième réunion : Lundi 2 septembre 1957 à 14 h.

Président : M. DECAUX.

A la demande du Président, le Dr Louis ESSEN présente une résolution relative au développement ultérieur des étalons atomiques de fréquence et à leur comparaison mutuelle. La discussion met en évidence deux méthodes fondamentales de comparaison : la méthode directe qui nécessite des transmissions de signaux radioélectriques entre les emplacements des étalons, ou le transport des étalons, la méthode indirecte qui fait intervenir l'étalon de temps de l'observatoire local. Par suite du petit nombre d'étalons disponibles actuellement pour la comparaison mutuelle, il est décidé de s'abstenir de spécifier les fréquences. La résolution, y compris quelques commentaires sur les facteurs importants dans la comparaison mutuelle des étalons atomiques de fréquence, est adoptée à l'unanimité.

Le Président donne la parole à M. W. D. George en vue de la discussion d'une résolution relative à l'émission de fréquences étalon et de signaux horaires pour un service mondial. Cette résolution est adoptée à l'unanimité, après quelques additions qui la rendent un peu plus claire. M. George présente aussi une résolution concernant l'établissement de programmes de normalisation dans les gammes haute-fréquence et hyper-fréquence (micro-ondes) du spectre. Cette résolution est adoptée à l'unanimité.

Enfin, M. W. D. George, sur la demande du Président, donne la parole à M. M. Thompson du National Bureau of Standards, U. S. A., pour décrire brièvement un système de stabilisation de fréquence pour oscillateurs à micro-ondes, qui s'est révélé particulièrement utile pour les mesures de fréquences et leur comparaison mutuelle. Le système, qui est supposé nouveau, peut procurer une stabilité de l'ordre de 10^{-9} avec des moyens relativement simples.

Sixième réunion : Mardi 3 septembre 1957 à 9 h. 30

Président : M. W. D. George, puis M. Decaux.

Mesures physiques basées sur des techniques radioélectriques.

Le Prof. P. Grivet présente un compte-rendu des progrès obtenus dans les mesures récentes de la vitesse de la lumière. De nouvelles méthodes ont été établies en utilisant le procédé de navigation SHORAN aux Etats-Unis et le procédé OBOE en Angleterre. Une variante basée sur des mesures de phase à 115 Mc/s a été établie aux Etats-Unis. L'erreur principale dans ces mesures, faisant intervenir de grandes distances, est due à l'incertitude sur l'indice de réfraction de l'air et à sa variation probable dans le trajet. Une méthode entièrement différente établie par RANK et PLYLOR (Etats-Unis) utilise une émission infra-rouge, dont on détermine la fréquence au moyen de la résonance magnétique à partir de relations théoriques quantiques.

Des perfectionnements dans les méthodes classiques de mesure ont été apportées : par le Dr L. Essen qui utilise le principe du résonateur avec des corrections empiriques pour l'effet de peau, par M. Froome qui emploie des ondes sphériques dans un interféromètre de très grande précision comportant un guide d'onde

à phase constante, et par Bergstrand qui utilise la méthode optique, en modulant le faisceau lumineux par une cellule de KERR à 9 Mc/s et en utilisant la méthode de comparaison des plages (« Halbschatten »).

On admet que maintenant la valeur de la vitesse de la lumière peut être prise égale à 299.792,5 $\pm$ 0,4 km/s. Une résolution tenant compte de ce fait est discutée et sera rédigée par un petit groupe.

Le Président donne alors la parole au Dr M. I. Zhabotinski pour un résumé de sa communication « Multiplicateurs de fréquence (phase) pour dispositifs de mesure ». La construction de l'ensemble est telle que la dérive totale en 10 minutes n'excède pas 4.10^{-5} radian. Le Dr Essen signale un travail analogue en Angleterre et propose de comparer les deux méthodes.

Le Prof. R. H. George des Etats-Unis présente un résumé de son travail sur les générateurs étalons de bruit impulsif et signale un travail supplémentaire par des organisations commerciales. Pour étalonner la puissance de sortie, il sera nécessaire d'avoir de meilleurs étalons de mesure de puissance aux micro-ondes.

M. M. C. Selby signale le document n° 96 «Correlation theory of Electric Fluctuations and Thermal Radiation » présenté par le Dr Rytov, qui a un intérêt pour les étalons de mesure de bruits.

Le Prof. P. Grivet expose brièvement les mesures de l'induction magnétique B à l'aide du phénomène de la résonance paramagnétique, en utilisant soit l'effet de résonance nucléaire découvert par Purcell et Bloch en 1948, soit l'effet de résonance électronique découvert par Zavoisky en 1945. Il signale aussi la résonance ferromagnétique découverte par Griffith en 1946 qui, semble-t-il, n'a pas été l'objet d'une attention convenable.

Pour terminer, le Dr J. M. Richardson donne un compte-rendu des progrès sur l'utilisation d'une raie de l'oxygène dans une horloge atomique. Il déduit théoriquement ,des premières mesures de la largeur de la raie, la précision qu'il sera possible d'atteindre. le Dr Zhabotinski signale une tentative analogue de Shimoda.

Septième réunion : Mercredi 4 septembre 1957 à 9 h. 30

Président : M. Decaux, puis M. W. D. George.

Le Dr Essen propose une résolution, confirmant et renforçant une résolution analogue prise à la XIme Assemblée Générale,

relative aux comparaisons internationales des appareils de mesure de puissance. Elle est adoptée à l'unanimité.

M. DECAUX distribue, pour information, les textes définitifs des résolutions relatives à la comparaison internationales des étalons atomiques de fréquence, et à l'émission des fréquences étalons et des signaux horaires.

M. R. S. KIRBY présente un projet de résolution concernant les notions de force du champ radioélectrique et d'intensité du champ radioélectrique. Après discussion et retouche, cette résolution est adoptée à l'unanimité.

M. DECAUX donne la parole au Prof. KOGA pour présenter un résumé de ses résultats sur la détermination des constantes élastiques du quartz, en tenant compte des forces de polarisation piézoélectriques, qui jusqu'ici avaient été considérées comme négligeables.

M. DECAUX quitte alors la réunion pour assister au Comité Exécutif et la Présidence est prise par M. W. D. GEORGE.

Le Président donne la parole au Dr ESSEN pour présenter la résolution, préparée en collaboration avec le Prof. GRIVET, recommandant l'emploi d'une valeur plus récente pour la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques dans le vide. La résolution est adoptée à l'unanimité.

M. GEORGE décrit brièvement un nouveau récipient à hélium liquide utilisé pour l'horloge à quartz étalon au N. B. S.

Dans cette dernière séance, la Commission I adresse ses remerciements chaleureux au Président, M. DECAUX.

Rapport sur les Travaux de la Commission pendant l'Assemblée Générale

présenté à la Séance Plénière de Clôture

par B. Decaux, *Président*

La Commission I a tenu au total sept séances qui, cependant, ont été trop courtes pour l'ampleur des sujets discutés. Certains de ces sujets ont donné lieu à des discussions animées, parfois passionnées, qui ont duré de longues heures. Ces discussions étaient précédées, comme je l'avais indiqué à l'Assemblée d'Ouverture, par des exposés d'ensemble. Elles ont abouti à six résolutions, dont je vais donner ici l'essentiel.

Le problème qui a suscité les débats les plus importants est sans aucun doute celui des étalons atomiques de fréquence, dont le développement et les perspectives d'avenir sont prodigieux. Le Comité International des Poids et Mesures avait demandé à la Commission I de l'U.R.S.I. d'organiser des comparaisons internationales de ces étalons. Il est, semble-t-il, un peu tôt pour présenter un programme précis et cohérent ; le sujet est en effet très délicat, et met en cause les principes les plus fondamentaux de la métrologie. Cependant la résolution qui a été adoptée recommande deux sortes de comparaisons : 1) au moyen des émissions de fréquences étalons et de signaux horaires ; 2) par transport matériel d'un étalon entre les divers laboratoires nationaux. Elle insiste sur certaines précautions à prendre pour obtenir les meilleurs résultats. D'autre part des contacts et des accords ont été pris entre les responsables des étalons de fréquence dans le monde entier, ce qui laisse espérer une collaboration étroite dans ce domaine.

Les discussions sur les émissions de fréquences étalons et de signaux horaires ont abouti à une résolution qui constitue en fait une réponse aux questions posées par le C.C.I.R. Elle souligne

l'intérêt des émissions effectuées sur des fréquences peu élevées, l'importance des signaux horaires par rapport aux modulations audibles, ainsi que le problème de leur réglage, et les risques que peut causer une trop grande extension du nombre des stations.

La résolution sur les mesures de puissance reproduit sensiblement celles qui avaient été prises aux Assemblées Générales précédentes, et insiste fortement sur l'intérêt des comparaisons internationales d'étalons.

Une résolution à également été prise pour les mesures de champ, qui précise les grandeurs en cause, de manière à éviter les confusions, distinguant le cas des mesures de vecteurs de celui des mesures de densité d'énergie.

Ce souci de clarté dans la définition des grandeurs que l'on rencontre dans la technique radioélectrique a conduit la Commission I à adopter une recommandation qui sera transmise aux organisations internationales intéressées, dans le but d'arriver à une normalisation des grandeurs et des divers domaines de mesures qui s'y rapportent.

Enfin une dernière résolution remplace celle qui avait été adoptée à Sydney et La Haye sur la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide. Les progrès obtenus depuis quelques années sont tels que nous avons pu ajouter une décimale au chiffre précédent, et réduire de cinq fois l'erreur probable. Cette valeur est désormais de :

$$299.792{,}5 \text{ km/s} \pm 0{,}4$$

Beaucoup d'autres sujets intéressants ont été discutés, sans aboutir à des résolutions formelles.

Je tiens à remercier ici tous ceux qui ont collaboré à nos travaux et en ont assuré le succès. Tout particulièrement ma reconnaissance va aux auteurs des exposés de présentation, ainsi qu'à M. W. D. George, qui m'a souvent remplacé à la présidence, et aux dévoués Rapporteurs des séances, MM. Abadie et Weber.

Résolutions

Résolution n° 1

Il est décidé, par suite de l'importance des étalons atomiques pour les mesures de fréquence et de temps, de recommander que leurs études ultérieures soient activement poursuivies et que leurs fréquences soient comparées entre elles à l'aide de transmissions radioélectriques ou par le transport d'un même étalon dans un certain nombre de laboratoires nationaux.

Remarque. — Il faut noter que, dans l'accomplissement des comparaisons mutuelles proposées, les fréquences devront être exprimées soit en fonction d'une fréquence atomique comme celle de la raie du césium F, m (4,0) $\leftarrow\rightarrow$ F, m (3,0) pour un champ nul, soit en fonction du temps T.U.2.

Dans ce dernier cas, les signaux horaires utilisés seront tels que l'intervalle entre ces signaux puisse être exprimé en fonction de la résonance du césium. Si la fréquence varie avec des paramètres extérieurs à l'atome, les valeurs précises de ces paramètres seront indiquées.

Résolution n° 2

En vue d'établir les moyens les meilleurs pour assurer un service mondial efficace de fréquences étalons et de signaux horaires, il est recommandé de considérer avec attention l'Avis n° 179, les Questions n°s 140, 141, 142 et le Programme d'Etudes n° 101 de l'Assemblée Plénière du C.C.I.R., 1956. En particulier, on étudiera les points suivants :

1) Avantages des fréquences inférieures à 100 kc/s pour les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires.

2) Méthodes pour identifier sans ambiguïté les impulsions de seconde des différentes stations d'émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, y compris le cas de réception à grande distance.

L'étude devra comprendre le type de signal horaire à utiliser pour avoir l'efficacité optimum, et la possibilité de synchroniser les signaux horaires émis par les diverses stations.

3) Nombre et position des stations nécessaires pour assurer un service mondial efficace. (Toute augmentation du nombre des stations opérant dans certains domaines géographiques provoquera une diminution de l'efficacité du service).

4) Possibilité de réduire la durée de la modulation audible en faveur des impulsions.

Résolution n° 3

Il est expressément recommandé que les laboratoires nationaux comparent entre eux leurs étalons de mesure de puissance au voisinage des fréquences de 3000 et 10.000 Mc/s. La coordination des comparaisons sera assurée par le Dr R. L. Smith-Rose, Directeur, Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Bucks, Angleterre.

Résolution n° 4

Afin d'éviter une confusion entre les termes « force du champ radioélectrique » et « intensité du champ radioélectrique », il est recommandé que les expressions :

1) « *Force du champ radioélectrique* » corresponde à l'amplitude du vecteur champ électrique ou magnétique (E ou H) à un endroit donné résultant du passage des ondes radioélectriques.

2) « *Intensité du champ radioélectrique* » corresponde à la densité du flux de puissance des ondes électromagnétiques traversant une surface normale à la direction de propagation.

Résolution n° 5

En vue de stimuler les efforts nationaux et internationaux pour normaliser les quantités utilisées aux radiofréquences, y compris les fréquences les plus élevées, telles que la puissance, l'impédance, la tension, le courant, l'affaiblissement, l'intensité de champ, le bruit, etc..., la XIIe Assemblée de l'U.R.S.I. signale aux membres de l'U.R.S.I., de la C.E.I., du C.C.I.R., de l'I.S.O. et des autres groupements internationaux intéressés par les étalons électriques, l'intérêt des opérations suivantes :

a) Etablir, aussitôt que possible, une liste des quantités radioélectriques à normaliser, y compris celles qui comportent une distribution dans le temps, dans l'espace ou la fréquence. Le tableau de ces quantités devra spécifier les gammes dynamiques, les gammes de fréquence, et les précisions pratiques désirables correspondantes pour les étalons primaires.

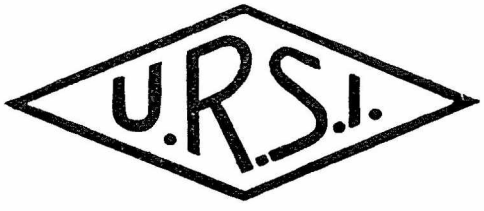
b) Les renseignements et les tableaux, constitués comme il vient d'être dit en *a*) seraient communiqués au Président de la Commission I de l'U.R.S.I. pour aménagement et adoption éventuelle à la XIIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. Il est souhaitable que les tableaux soient mis à jour lors des futures Assemblées Générales.

RÉSOLUTION N° 6

Par suite des progrès réalisés depuis la XIe Assemblée Générale dans la mesure de la vitesse des ondes électromagnétiques, il est recommandé de prendre, dans les questions de radiotechnique, comme valeur dans le vide :

$$299.792{,}5 \pm 0{,}4 \text{ km/s}$$

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 2

Commission II

Radioélectricité et Troposphère

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 2 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION II

Radioélectricité et Troposphère

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Composition de la Commission 5

Liste des rapports et communications présentés a la Commission 7

Rapport sur la Propagation des Ondes Radioélectriques entre points de visibilité 11

Collaboration avec le C.C.I.R. 29

Rapport sur les Travaux de la Commission d'Etude nº V du C.C.I.R. 30

Rapport des Comités Nationaux :

Allemagne 32
Canada 38
E. U. A. 43
France 77
Italie 85
Japon 88
Nouvelle Zélande 91
Pays-Bas 91
Pologne 92
Royaume Uni 95
Suède 101
Suisse 104
Tchécoslovaquie 106

Rapport du Président de la Commission a la Séance Plénière d'Ouverture 108

Compte rendu des réunions 111

Résumé des Travaux de la Commission 133

Résolutions et Recommandations 135

Composition de la Commission

Président : Dr R. L. Smith-Rose, Director, Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Bucks, Royaume Uni.

Vice-Président : Dr J. B. Smyth, Smyth Research Associated, San Diego, 3, Californie.

Secrétaires : M. Fr. du Castel, Ingénieur au Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

Dr J. A. Saxton, D.S.I.R. Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Royaume-Uni.

Allemagne : Dr J. F. K. Grosskopf, Fernmeldetechnisches Zentralamt, Rheinstrasse, 110, Darmstadt.

Australie : M. N. J. McCay, P. M. G. Research Laboratories, 59, Little Collin Street, Melbourne C. 1 (Victoria).

Autriche : Oberbaurat Dipl. Ing. Anton, Post- und Telegraphendirektion für Oberösterreich und Salzburg, Huemerstrasse, 4, Linz.

Belgique : Prof. E. Divoire, 45, Avenue Everard, Forest (Bruxelles).

Canada : Dr J. S. Marshall, Physics Department, McGill University, Montreal, 2, Qu.

Danemark : Prof. J. Oskar Nielsen, Teleteknisk Forskningslaboratorium, Aagade, 154, trappe 11^8, Copenhagen. N.

Espagne : Prof. F. Moran Samaniego, Faculté des Sciences de l'Université de Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : M. I. H. Gerks, Collins Radio Co, Cedar Rapids, Iowa.

Finlande : Prof. V. Väisälä, Meteorological Institute of the University, Helsinki.

France : M. J. VOGE, Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine).

Grèce : Prof. L. CARAPIPERIS, 89, rue Patission, Athènes.

Inde : Dr M. B. SARWATE, Wireless Adviser, Ministry of Communications, Central Secretariat, New Delhi.

Italie : Prof. G. LATMIRAL, Istituto Superiore Navale, Via Amm. Acton., Naples.

Japon : Dr Hisano HATAKEYAMA, Director, Meteorological Research Institute, Mabashi, Suginami, Tokyo.

Maroc : M. MONTJOIN, Ingénieur en Chef des Télécommunications, Ministère des P. T. T.

Norvège : Eng. F. LIED, Norwegian Defence Research Establishment, Division of Telecommunications, Kjeller near Oslo.

Nouvelle-Zélande : M. J. G. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Dr A. HAUER, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, de Bilt.

Pologne : Prof. S. MANCZARSKI, c/o Ing. Krystyn BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palac Kultury i Nauk, Varsovie.

Portugal :

Royaume-Uni : Dr R. L. SMITH-ROSE.

Suède : Dr M. FEHRM, Director of Department Research Establishment for National Defence, Stockholm 80.

Suisse : W. KLEIN, Ing., Direction Générale des P. T. T., 6, Speichergasse, Berne.

Tchécoslovaquie :

Union Sud Africaine : M. F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Laboratory of C.S.I.R., P. O. Box 10319, Johannesburg, Tvl.

U. R. S. S. : A. I. KALININ, Candidat es Sciences Techniques, c/o Académie des Sciences, Moscou.

Yougoslavie : Ing. M. TIANITCH, c/o, Prof. Ing. A. DAMIANOVITCH, Faculté d'Electrotechnique, 6, Stevana Sremca, Belgrade.

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

A = Texte original anglais
F = Texte original français

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R intéressant l'U R.S.I. (F), *Bull. Inf. U.R.S.I.*, **100**, 50-86.
15	Essais de propagation en VHF sur des trajets en régions montagneuses, I. MURAKAMI, Technical Research Laboratory, Japan Broadcasting Corporation (F).
16	Théorie de la propagation troposphérique dans le voisinage et au-delà de l'horizon, O. TUKUSI, Electrical Communication Laboratory, Musasinosi, Tokyo (A).
17	Transmission troposphérique à trajets multiples, T. OMORI, The Electrotechnical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Corporation (A).
18	Analyse de l'évanouissement dû au « duct » par l'optique géométrique, F. IKEGAMI, *Ibid.* (A).
19	Diffraction multiple des ondes électromagnétiques par des montagnes sphériques, K. FURUTSU, Radio Research Laboratories, Kokubunji, Tokyo (*Journ. Radio Res. Lab.*, Vol. 3, n° 14, Oct. 1956) (A).
20	Sur la relation entre la diffusion des ondes radioélectriques et la théorie statistique de la turbulence, K. TAO, Radio Research Laboratories (A).
21	Caractéristiques de sondes radioélectriques diffractées par une montagne, T. KOONO, Y. KURIHARA, M. FUKUSHIMA, *Ibid.* (A).
22	Un nouveau type de variomètre pour l'indice de réfraction, K. HIRAO, *Ibid.* (A).
29	Propagation d'ondes au-dessus de terrains irréguliers, K. FURUTSU, Radio Research Laboratories, Kokubunji (A).

N°	Titres et Auteurs
54	Propagation d'ondes électromagnétiques sur des trajets mixtes, K. FURUTSU, Radio Research Laboratories, Kokubunji, Tokyo (A).
81	Evanouissement quasi-rayleighien dans la propagation troposphérique, Ing. P. BECKMANN (A).
84	Trajet non homogène et caractéristiques générales de la propagation par ondes de sol, E. L. FEINBERG, P. N. LEBEDE, Physical Institute, U.S.S.R. Academy of Sciences (A).
85	Fluctuations d'une onde diffusée par des inhomogénéités dont les vitesses sont des fonctions aléatoires stationnaires du temps, G. GORELIK, M. RODAK, A. FRANTZESSON (F).
86	Théorie de la propagation des ondes en atmosphère turbulente (Revue des travaux effectués en U. R. S. S.), V. A. KRASSILNIKOV, Faculty of Physics, Lomonosov State University, Moscou (A).
87	Sur la théorie de la diffusion des ondes électromagnétiques par les irrégularités aléatoires de l'indice de réfraction, V. A. KRASSILNIKOV et V. V. MERKULOV, *Ibid.* (A).
105	Comparaison de la méthode de Millington et de la méthode de la distance numérique équivalente à la théorie, Z. GODZINSKI, Research Centre of the Institute of Telecommunications, Wroclaw, Poland (A).
111	Comparaison de la réfraction mesurée et calculée des rayons dans la troposphère, L. J. ANDERSON, L. G. TROLESE, J. B. SMYTH, Smyth Research Associates, San Diego, California (A).
112	Effets de terrain à proximité sur les transmissions à grande distance sur micro-ondes, L. G. TROLESE, *Ibid.* (A).
114*	Rapport sur les travaux de la Commission d'Etudes du C.C.I.R., n° V à la VIIIe Assemblée Plénière de Varsovie en 1956, R. L. SMITH-ROSE, Président (A).
117	Remarques sur des expériences de diffusion dans la bande des 100 MHz, J. GROSSKOPF (A).
120	Résultats d'essais de propagation à 1000 MHz et 4000 MHz sur deux trajets optiques de longueur différente, F. CARASSA, B. PERONI (A).
123*	Rapport du Comité National Britannique sur la propagation des ondes dans la troposphère, R. L. SMITH-ROSE (A).
140*	Rapport du Comité National Suisse à la Commission II, Dr GERBER (A) (F).

N°	Titres et Auteurs
152	Quelques études expérimentales sur la propagation VHF et UHF troposphérique à longue distance, J. A. SAXTON, G. W. LUSCOMBE, Radio Research Station, D.S.I.R., Slough, England (A).
153	Quelques particularités de la propagation VHF et UHF par ondes de sol, J. A. SAXTON, B. N. HARDEN, *Ibid.* (A).
155*	Rapport sur la propagation des ondes radioélectriques en deçà de l'horizon (A).
157*	Rapport du Comité National néo-zélandais à la Commission II (A).
160*	Rapport du Comité National Italien à la Commission II (A).
166*	Rapport du Comité National Néerlandais à la Commission II (A).
171*	Rapport du Comité National Tchécoslovaque à la Commission II (F).
174	Influence de l'humidité du sol, de la température et du terrain sur la propagation des ondes de sol dans la bande VHF, B. JOSEPHSON, A. BLOMQUIST, Research Institute of National Defence (A).
175	Quelques expériences de propagation des micro-ondes sur un trajet « juste sous l'horizon », B. JOSEPHSON, F.EKLUND *Ibid.* (A).
176	Dépendance envers la distance, caractéristiques d'évanouissement et distorsion d'impulsion de signaux transhorizontaux sur 3000 Mc/s, B. JOSEPHSON, G. CARLSON(A).
185*	Rapport du Comité National Canadien à la Commission II (A).
191*	Rapport du Comité National Allemand à la Commission II (A).
198*	Rapport du Comité National Japonais à la Commission II, H. HATAKEYAMA, K. ISONO (A).
205*	Rapport du Comité National Polonais à la Commission II (A).
210*	Rapport du Comité National Français à la Commission II (F).
214*	Rapport du Comité National Suédois à la Commission II, K. FEHRM (A).
232	Résultats de mesures de propagation par diffusion troposphérique en Pologne, S. MANCZARSKI, J. MOLSKI, L. KIERNOZYCKI (A).
243	Etudes météorologiques de distributions d'indice de réfraction, K. H. JEHN, V. E. MOYER, J. R. GERHARDT, N. K. WAGNER (A).

N°	Titres et Auteurs
244	Mesures de radiopropagation sur ondes millimétriques, C. W. TOLBERT, A. W. STRAITON (A).
245	Le rôle de la diffusion stratosphérique dans les radiocommunications, H. G. BOOKER, W. E. GORDON (A).
246	Sur la déviation totale des ondes radioélectriques, B. R. BEAN, B. A. CAHOON (A).
247	Sur la prédiction des pertes aux transmissions VHF d'après l'indice de réfraction de surface, B. R. BEAN (A).
248	Dépendance des pertes envers la distance angulaire aux radiotransmissions VHF-UHF, P. L. RICE (A).
249	Propagation maritime par diffusion dans les conditions orageuses, W. S. AMENT, F. C. MACDONALD, D. L. DINGWALT (A).
250	Propagation sur ondes métriques à grande distance et à grande altitude au-delà de l'horizon optique, L. A. AMES, E. G. MARTIN, T. F. ROGERS (A).
268	Observations de la distorsion du faisceau d'antenne dans la propagation transhorizontale, Alan T. WATERMAN (A).
269	Quelques relations générales concernant la propagation transhorizontale, même auteur (A).
270	Etudes radioélectriques de la turbulence atmosphérique sur les trajets en visibilité, I. W. HERBSTREIT, M. C. THOMSON Jr (A).
296*	Rapport de la Commission II des E. U. A. (A).
302	Résultats théoriques des recherches de propagation troposphérique aux Etats-Unis en 1954-1957, H. STARAS, A. D. WHEELON (A).

N° 155 — Propagation radioélectrique entre points en visibilité

(Traduction)

	Pages
Préface	11
1. Introduction	12
2. Réfraction troposphérique	12
a) Courbure des rayons	12
b) Propagation dans les milieux homogènes	14
3. Frontières irrégulières	15
a) Surface marine	15
b) Terrain irrégulier	16
c) Arbres, bâtiments et autres obstacles	17
4. Météorologie par radar	17
5. Sujets d'intérêt	20
Bibliographie	20

Préface

Un symposium sur la propagation troposphérique entre points en visibilité a été tenu au Laboratoire Electronique de la Marine des Etats-Unis du 30 mars au 2 avril 1953 sous la présidence du Dr Charles R. Burrows (138). L'objet de ce symposium consistait à résumer les caractéristiques connues des champs optiques et à attirer l'attention sur les effets qui ne sont pas expliqués d'une manière adéquate par la théorie. Trois séances de séminaire, suivies d'une discussion libre, eurent respectivement pour sujets : 1) Les effets du terrain, 2) Les effets de réfraction, 3) Les effets combinés et divers.

A la demande du Dr Burrows, Président International de la Commission II de l'U.R.S.I., un rapport spécial sur la propagation troposphérique entre points en visibilité a été préparé pour la

XIIe Assemblée Générale de l'Union. Ce rapport traite des sujets suivants :

1) Atténuation des ondes radioélectriques dans l'atmosphère.
2) Propagation sur des trajets multiples.
3) Phénomènes de focalisation et de défocalisation.
4) Terrain irrégulier.
5) Investigations recommandées.
6) Bibliographie.

On s'est attaché également à tenir compte des principales contributions jusque Septembre 1954.

1. — Introduction

Comme l'atmosphère est stratifiée en couches plus ou moins horizontales, la majeure partie de l'énergie radioélectrique est transportée, conformément au principe de Fermat, sur des rayons faisant des angles supérieurs à 1 ou 2° avec l'horizontale. Les effets de focalisation, de défocalisation, de diffraction deviennent importants sur les trajets parallèles à la stratification. Une discussion détaillée du phénomène de trou radioélectrique observé dans les liaisons air-air a été faite dans le rapport spécial présenté à la XIe Assemblée Générale. Récemment, la courbure troposphérique des rayons a suscité un renouveau d'intérêt. Pour la radiation propagée suivant des rayons inclinés de plus de 2 à 3° sur l'horizontale, il est à supposer que les effets additionnels de réfraction-diffraction deviendront importants seulement pour les applications spécifiques.

L'étude des perturbations du champ électromagnétique par les surfaces irrégulières soulève les mêmes difficultés que celle de l'effet produit par un milieu non homogène. Un inconvénient majeur réside dans le fait qu'aucune description satisfaisante de la surface ou du milieu n'a été proposée.

2. — Réfraction troposphérique

a) Courbure des rayons

Suite à l'amélioration des techniques du radar pour la mesure de l'angle de hauteur des cibles de haute altitude, des travaux considérables ont été consacrés ces dernières années à l'étude de la courbure troposphérique des rayons électromagnétiques.

Plusieurs méthodes ont été développées pour calculer ces courbures à partir de distributions verticales d'indices de réfraction de forme arbitraire (22, 26, 113, 42). Des corrections du premier ordre ont été calculées en adoptant une atmosphère standard ; ces corrections sont uniquement fonction de l'angle d'arrivée au sol et de l'indice de réfraction à la surface.

Des corrections du second ordre peuvent être appliquées pour tenir compte des écarts systématiques à une atmosphère standard ; ces corrections dépendent de la saison et de la position géographique. Des études climatologiques de celles-ci ont été faites en 34 emplacements (43). Les moyennes mensuelles, et les variations diurnes, ont été déterminées. Ces corrections représentent à peu près l'optimum de ce qui peut être fait en l'absence de mesures réfractométriques détaillées.

Toute étude climatologique implique la considération des données météorologiques fournies par les radiosondes. Des erreurs s'y introduisent du fait que l'élément sensible à l'humidité a une réponse relativement lente. Comme l'humidité agit d'une manière importante sur l'indice de réfraction, la distribution verticale de l'indice mesuré est toujours approximative. Heureusement, la majeure partie de la variabilité et de la courbure intervient dans les premiers 3000 m d'altitude. Dans cette région, on peut négliger la sphéricité de la Terre et faire ainsi une approximation qui nécessite seulement la connaissance des valeurs limites de l'indice de réfraction (à la surface et à 3000 m) et non celle de la distribution complète. L'écart maximum ainsi introduit est de l'ordre du milliradian.

A l'erreur de la radiosonde se superpose le fait qu'en chaque lieu et temps la structure réfractive produisant la courbure diffère de ce qu'elle était lors du radiosondage. Les travaux de Fannin et Jehn sur les variations journalières aux Etats-Unis ont montré que ces erreurs s'élèvent en moyenne à ± 2 milliradians en hiver et ± 3 milliradians en été aux angles d'arrivée de 50 milliradians (environ 3°). Les valeurs extrêmes de l'erreur s'élèvent respectivement à ± 3 et ± 4 milliradians.

Des comparaisons ont été faites entre la courbure calculée d'après les radiosondages et la courbure mesurée par la méthode de l'interféromètre marin, pour une série de distributions allant de l'atmosphère standard au « ducting » intense. Ces comparaisons,

effectuées à 400 et 1000 Mc/s, révélèrent un accord qualitatif satisfaisant. Les écarts s'élevèrent à ± 1 milliradian ; comme les radiosondages furent effectués quelques 6 heures auparavant et à une distance du lieu de courbure allant jusque 100 km, ces écarts peuvent être considérés comme acceptables.

On peut donc conclure que l'état actuel de nos connaissances sur la courbure par réfraction permet de corriger les erreurs de mesure d'angles de hauteur à ± 3 milliradians près aux faibles hauteurs apparentes. Comme la courbure totale décroît rapidement avec la hauteur croissante, les corrections deviennent très faibles aux hauteurs supérieures à 10°.

De l'accord suffisamment étroit entre la courbure calculée et l'expérience, il paraît clair qu'aucun effet important n'a été sous-estimé. Il serait intéressant que des comparaisons supplémentaires soient faites en tenant compte de mesures réfractométriques détaillées.

b) Propagation dans les milieux non homogènes

Plusieurs études théoriques ont été faites concernant l'effet des variations aléatoires d'indice de réfraction sur les rayons électromagnétiques (67, 91, 95, 124, 134, 9). Comme dans toute étude de diffraction, les deux cas envisagés sont les variations d'indice à grande échelle, et à petite échelle, comparativement à la longueur d'onde. Dans le premier cas l'optique géométrique est applicable ; dans le second cas il faut faire appel à l'optique ondulatoire dès que l'échelle des variations d'indice est suffisamment petite vis-à-vis de la longueur d'onde pour que la considération de quelques termes seulement du développement en série soit nécessaire.

Les variations d'amplitude et de phase ont été mesurées sur un trajet optique (51). La variance de la phase a été trouvée plus grande que prévu d'après les hétérogénéités mesurées sur le trajet. Les variations de phase furent plus importantes que les variations d'amplitude, ce qui s'explique par les variations d'indice à grande échelle. Les différences de phase sur 9350 Mc/s à deux antennes séparées de 150 m furent trouvées en bon accord avec les observations sur 1046 Mc/s mentionnées plus haut (32). Ces deux séries d'expériences accusèrent de faibles variations d'amplitude, ce qui indique que l'écart de phase entre le champ secondaire et le champ primaire n'est pas aléatoire. D'autres investigateurs ont étudié la

stabilité de phase et d'amplitude de signaux radioélectriques (118, 105, 72).

Plusieurs études ont été faites concernant l'effet des discontinuités atmosphériques sur les champs radioélectriques (9, 36, 37, 92).

3. — Frontières irrégulières

a) Surface marine

Une publication récente (64) a résumé l'état des connaissances sur le mécanisme du « clutter » maritime des radars. Les données présentées s'accordent avec les résultats théoriques en supposant que les réflexions ont lieu sur des aires étroites illuminées par la radiation directe et réfléchie. Aux petits angles de dépression les interférences destructives donnent lieu a un «angle critique » au-dessous duquel la section efficace de diffusion décroît rapidement. Pour les mers calmes la polarisation horizontale donne moins de « clutter » que la polarisation verticale. Des mesures de la section efficace de diffusion arrière ont été faites (135) pour des angles d'incidence de 0° à 90° aux fréquences comprises entre 10 et 50 Gc/s. Pour les mers calmes la section efficace de diffusion peut décroître dans le rapport de 10^4 à 1, quand l'angle d'incidence passe de 0° à 60°. La section efficace pour la polarisation horizontale est inférieure à celle pour la polarisation verticale aux incidences rasantes. Les amplitudes instantanées reçues simultanément à différentes fréquences furent trouvées en bonne corrélation. La polarisation croisée à 24 Gc/s fut trouvée à 10 ou 20 db au-dessous de l'écho sur la mer pour la polarisation verticale. Schooley (111) a fourni des données expérimentales s'accordant avec l'expression suivante de la section efficace d'écho par unité d'aire :

$$\sigma^0 = \frac{\alpha w^2}{\lambda} \sin \theta$$

où w est la vitesse du vent, θ l'angle de dépression, et a une constante dépendant de l'azimut par rapport au vent.

L'écho sur la mer à 32 cm a été observé entre 5 et 35 milles marins (18). La structure en « placards » de cet écho est intéressante en ce qu'elle révèle l'intervention complexe de l'indice de réfraction atmosphérique.

Pour ce qui concerne la radiation diffusée vers l'avant aux angles quasi-rasants, la théorie repose sur l'hypothèse que le champ réfléchi contient une composante cohérente et une composante incohérente aux phases aléatoires (2, 11, 122). La justification de cette distribution aléatoire de phase manque encore. La composante cohérente est calculée par une formule dans laquelle on ne tient pas compte de l'effet d'ombre (1). Cette théorie affirme que la réflexion spéculaire par une surface rugueuse devient celle d'une surface lisse quand l'échelle des irrégularités est réduite ; ainsi, la réflexion aux surfaces rugueuses en polarisation verticale doit être très faible à l'incidence brewstérienne.

b) Terrain irrégulier

Des études sur des trajets terrestres (20,130) ont montré que les faibles accidents du terrain devant l'antenne agissent d'une manière importante sur le comportement du signal, et qu'il faut en tenir compte dans le choix d'un site pour l'aérien. Il fut trouvé qu'un site approprié améliore la transmission de 15 à 30 db. La réfraction atmosphérique variable influence considérablement la rugosité effective du terrain (130). Les erreurs intervenant dans la mesure des faibles angles d'arrivée peuvent être réduites en établissant un écran interceptant l'onde de terre (52). En examinant l'influence d'un terrain irrégulier sur la propagation des ondes, il fut trouvé que le problème peut être remplacé par celui d'un sol uniforme surmonté d'une atmosphère hétérogène (137). Les échos de radar à incidence quasi-verticale ont été étudiés théoriquement, et il fut montré que la variation avec l'altitude pour une illumination limitée par la largeur d'impulsion varie proportionnellement à l'inverse du carré jusqu'à l'inverse du cube (94).

Les difficultés éprouvées dans l'établissement des théories de diffusion des ondes du radar subsistent. A côté des théories relevant de l'optique physique et des modèles phénoménologiques de la diffusion arrière, des modèles artificiels de surfaces rugueuses peuvent être établis de telle sorte qu'une évaluation conséquente des champs illuminants et des courants superficiels peut être faite. Pour la diffusion arrière et la réflexion non spéculaire dans les autres directions, la réciprocité électromagnétique et le second principe de la thermodynamique ont été invoqués pour aborder la question.

Récemment, les effets du terrain ont été examinés au cours d'une étude des performances de radars de surveillance à différentes fréquences (48). Il y est supposé que le « clutter » de sol est indépendant de la longueur d'onde.

c) Arbres, bâtiments, autres obstacles

Pour beaucoup d'applications, le facteur limitatif des transmissions en visibilité est la diffraction et l'effet d'atténuation produit par les obstacles situés entre l'antenne émettrice et l'antenne réceptrice. Une étude de l'effet des conditions de propagation sur la portée des émissions de télévision a été effectuée dans l'intervalle de fréquence 50-1000 Mc/s (118). L'atténuation sur le trajet, due aux obstacles, est à peu près proportionnelle à la fréquence (108). Il a été indiqué que la valeur du facteur de discrimination par polarisation dépend principalement de la perturbation du champ produite par la diffraction et la radiation secondaire des obstacles dans le voisinage immédiat de l'antenne réceptrice (109).

4. — Météorologie par radar

Le développement du sujet jusqu'à l'époque de la XIe Assemblée Générale a été résumé précédemment (87, 15, 19, 97, 98, 81). Les développements récents comprennent :

Les modes de présentation (71, 80, 40) ;
L'étude des précipitations des Cumulus (8, 44, 103) ;
Les investigations sur les tornades et la grêle (99, 120, 13, 49, 54) ;
La neige (35, 71, 5, 90) ;
La bande brillante (83, 51, 132, 133) ;
La mésostructure (14, 6, 90, 76) ;
Les ouragans (73, 65, 25) ;
Les nuages (33, 102, 133, 74) ;
Les « anges » et les éclairs (24, 121, 76, 106) ;
La théorie (61, 34) ;
La forme d'écho et la dépolarisation (96, 57, 77) ;
L'atténuation (33, 49, 29).

Pour résumer l'état présent des recherches et leurs perspectives le texte suivant est emprunté à Marshall et Gordon (81) :

« Des progrès notables dans l'utilisation des radars météorologiques sont actuellement réalisés, soit grâce aux radars terrestres comme le CPS-9 de l'USAF et des organisations civiles,

soit au moyen des nombreuses installations aéroportées des lignes aériennes civiles. (Les installations des lignes aériennes seront très utiles sur les parcours fortement occupés, où des détours importants sont impossibles. Outre l'accroissement de la sécurité et du confort, elles contribueront encore à l'économie opérationnelle en évitant les détours non nécessaires même quand ceux-ci sont permis). Tous ces développements d'utilisation peuvent accélérer la corrélation entre les informations par radar et les informations synoptiques (la valeur des observations d'un réseau de radars en cette occurrence ayant été démontrée précédemment) et doivent permettre des comparaisons plus étendues entre les observations sur la nouvelle longueur d'onde de 5,7 cm utilisée dans plusieurs de ces équipements, et celles sur 3,2 cm de la plupart des autres. L'étude des ouragans s'accélère et l'on fera plus d'usage de la longueur d'onde de 10 cm dans ce but. Il doit être noté, cependant, que des études récentes ont permis de limiter la confusion sur les composantes d'échos au PPI par l'utilisation simultanée de sondages dans les sections verticales. Il reste à espérer que les cieux seront bientôt analysés de manière à fournir des informations tri-dimensionnelles et que des méthodes améliorées pour la présentation de ces données seront établies.

Ce résumé a représenté les averses et les orages comme des ensembles complexes de cellules relativement simples ; l'initiation des précipitations à l'intérieur de ces cellules ne dépend pas de la croissance de la phase solide (glace). Il reste à déterminer la mesure dans laquelle cette simplicité est naturelle, et ne constitue pas une idéalisation. De plus, si la phase solide n'est pas essentielle, elle est fréquemment présente, et joue peut-être un rôle important sur les circonstances mécaniques et électriques de l'orage. L'occurrence de la grêle n'est pas bien expliquée. Quoi qu'il en soit, il doit être espéré que le radar pourra distinguer, soit par le caractère des signaux, soit par leur distribution, les hydrométéores contenant de la glace et ceux purement liquides.

La formation de neige dans les cellules convectives même en l'absence apparente d'instabilité a été indiquée. Les indications obtenues aux radars de nuages suggèrent l'existence de cristaux de glace dans les nuages aqueux ne présentant pas de précipitation active. Le rôle de la génération à l'intérieur des cellules sur la structure générale des situations de précipitation sur les fronts

chauds reste à expliquer. La structure mésométéorologique des tempêtes de neige doit encore être rattachée quantitativement à la microphysique de la croissance du cristal, et chacune d'elles au rôle de la nucléation.

Des données empiriques de bonne qualité sur les relations entre la quantité Z mesurable au radar et l'abondance de la pluie ou de la neige sont actuellement disponibles. La dispersion de ces données est malheureusement grande pour leur usage, en tant que données empiriques, comme mesures des précipitations par radar. Les études des distributions suivant la dimension, en liaison particulièrement avec les données du radar, doivent nous fournir une interprétation de cette dispersion et permettre de la réduire afin de mieux utiliser ces données. L'effet de la forme et du recouvrement liquide sur la réflectivité des particules de glace doit être pris en considération, et l'on doit se rappeler que les théories actuelles dans ce domaine sont quelque peu tentatives. L'étude des variations du signal avec l'altitude, particulièrement dans la région de la bande brillante, et des phénomènes de polarisation constitue un excellent terrain d'épreuve pour la théorie des propriétés des particules de précipitation aux micro-ondes.

Notre connaissance actuelle de l'atténuation par les précipitations n'est pas très bonne. Concernant toutes les opérations par radar et les communications par micro-ondes, il paraît très raisonnable d'envisager que les études au moyen de radars météorologiques doivent nous fournir de meilleures informations. Le rôle de l'atténuation au radar météorologique est quelque peu réduit par l'utilisation de la longueur d'onde intermédiaire de 5,7 cm. Les opérations sur 3,2 cm sont d'une utilité éprouvée, cependant ; elles continueront certainement au-delà de la période de validité de ce résumé et peut-être indéfiniment. La suggestion suivant laquelle cette longueur d'onde est mieux adéquate que celles plus courtes pour les études de nuages est très pertinente ; il se peut que des équipements très puissants sur 3,2 cm, à sensibilité accrue par une intégration appropriée, constituent le meilleur espoir pour les observations pratiques des nuages par radar.

Les fluctuations d'échos météorologiques dans le temps sont en correspondance avec l'intégration mentionnée. Celles-ci ont été étudiées pour en déduire des informations sur la turbulence et sur la distribution des particules de précipitation en fonction de la

vitesse finale. Le succès futur de telles applications paraît dépendre d'une sélection très soigneuse des situations pour lesquelles ces techniques sont praticables. »

5. — Sujets d'intérêt

Il apparaît que des informations plus développées soient désirables quant à l'effet d'un terrain irrégulier et d'un milieu non homogène sur l'aire effective d'antenne.

Les effets réfractifs macroscopiques dans la troposphère apparaissent bien établis pour des angles d'arrivée supérieurs à 2°. Une description adéquate des phénomènes microscopiques est désirable.

L'effet détaillé de la forme et de la composition des hydrométéores sur l'atténuation et la diffusion des ondes radioélectriques reste à déterminer

BIBLIOGRAPHIE

1. Ament, W. S. — Toward a theory of reflection by a rough surface. *Proc. I.R.E.*, **41**, 142-146 (Jan. 1953).
2. Ament, W. S. — Forward and back scattering from certain rough surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 369-373 (July 1956).
3. Anderson, L. J., Trolese, L. G., Smyth, J. B. — Comparison of Measured and Predicted Tropospheric Bending of Radar Waves. *Trans. I.R.E.*, AP-5 (July 1957).
4. Atlas, D. — The radar measurement of precipitation growth, Dept. of Met., M.I.T., 1955, p. 239 (Unpublished thesis for degree of Doctor of Science ; see also *J. Met.*, 1957).
5. Atlas, D — The origin of « Stalactites » in precipitation echoes *Proc. Fifth Weather Radar Conference*, Sept. 1955 (1956).
6. Austin, J. M., Blackmer, R. H. Jr. — The variability of cold front precipitation. *Bull. Am. Met. Soc.*, **37**, 447-453 (1956).
7. Austin, P. M., Wexler, R. — Analysis of space and time variations in the radar echo intensity of showers. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).
8. Battan, L. J., Braham, R. R. Jr. — A study of convective precipitation based on cloud and radar observations. *J. Met.*, **13**, 587-591 (1956).
9. Bauer, J. R., Meyer, J. H., Prohaska, J. T., Wilson, F. A. — Recent observations of thin stratified elevated layers in the troposphere with implications for short wave tropospheric propagation beyond the horizon. *Trans. I.R.E.*, AP-5, **165** (Jan. 1957).

10. Bears, C. I., Katz, I., Spetner, L. M. — Phenomenological vector model of microwave reflection from the ocean. *Trans. I.R.E.*, AP-4, nº 2 (April 1956).

11. Beard, C. I., Katz, I. — The dependence of microwave radio signal spectra on ocean roughness and wave spectra. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 183-191 (April 1957).

12. Bigg, E. K. — Detection of atmospheric duct and temperature inversion by twilight scattering. *Nature*, **177**, 77-79 (Jan. 1956).

13. Bigler, S. G. — An analysis of tornado and severe weather echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth N. J. (1956).

14. Blackmer, R. H. — The lifetime of small precipitation echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

15. van Bladel, J. — Les applications du radar à l'astronomie et à la météorologie. Gauthier-Villare, Paris (1955).

16. Boucher, R. J., Wexler, R., Atlas, D. — Cloud and precipitation echoes on the APS-34 (Modified) vertical beam radar. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

17. Brasefield, C. J. — Measurement of atmospheric humidity up to 35 kilometers. *J. Met.*, **11**, nº 5, 412-416 (Oct. 1954).

18. Broc, Jean, Vassy, Arlette, Vassy, Etienne. — Echos anormaux observés avec le radar du musée océanographique de Monaco. *Geofisica Pura e Applicata*, Milano, 25, 71-82 (1953).

19. Browne, I. C., Palmer, H. P., Wormell, T. W. — The physics of rainclouds. *Q. J. R. Met. Soc.*, **80**, 291-327 (1955).

20. Bullington, K. — Reflection coefficients of irregular terrain. *Proc. I.R.E.*, **42**, 1258-1262 (Aug. 1954).

21. Cabessa, R. — Réalisation de liaisons par faisceaux hertziens de qualité sur des trajets maritimes en Grèce. *Onde Electrique*, Août. (Sept. 1955).

22. Campen, C. F., Cole, A. E. — Tropospheric variations of refractive index at microwave frequencies, Geophys. Research Directorate, A.F.C.R.C., Air Force Surveys in *Geophysics*, **79** (Oct. 1955).

23. Carroll, Thomas, J., Ring, Rose M. — Optical and radio twilight and modes, *IRE Trans.*, **AP-5**. 580, (July 1956).

24. Chmela, A. C., Armstrong, G. M. — Observation of « Angels » beneath convective clouds. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

25. Conover, J. H. — Spiral precipitation patterns in extratropical cyclones, Met. Radar Studies nº 2, Blue Hill Met. Observatory, Harvard University (1955).

26. COUNTER, V. A. — Propagation through the troposphere and ionosphere. Presented at U.R.S.I., Washington, D. C. (May 2, 1956).

27. COX, C., MUNK, W. — Measurement of the roughness of the sea surface from photographs of the sun's glitter. *J. Opt. Soc. Amer.*, **44**, 838-850 (Nov. 1954).

28. COX, C., MUNK, W. — Statistics of the sea surface derived from sun glitter. *J. Marine Research*, **13**, 198-227 (Nov. 1, 1954).

29. CRAWFORD, A. B., HOGG, D. C. — Measurement of atmospheric attenuation at millimeter wavelengths. *Bell Syst. Tech. J.*, **35**, 907-916 (1956).

30. CROMBIE, D. D. — Doppler Spectrum at Sea Echo at 13.56 Mc/s. *Nature*, **175**, 681-682 (April 16, 1955).

31. DAVIES, H. — The reflection of electromagnetic waves from a rough surface. *Proc. I.E.E.*, Part IV, **101**, 209-214 (Aug. 1954).

32. DEAM, A. P., FANNIN, B. M. — Phase-difference variation in 9.350 Mc radio signals arriving at spaced antennas. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1402-1404 (Oct. 1955).

33. DONALDSON, R. J. — The measurement of cloud liquid-water content by radar. *J. Met.*, **12**, 238-244 (1955).

34. DONALDSON, R. J. — Drop size distribution, liquid water content, optical transmission and radar reflectivity in fog and drizzle. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

35. DOUGLAS, R. H., GUNN, K. L. S., MARSHALL, J. S. — Pattern in the vertical of snow generation. *J. Met.*, **14** (April 1957).

36. DU CASTEL, F., DUMOULIN, G. — Essais de propagation d'ondes décimétriques à grande distance en Méditerranée. Labo. Nation. Radio. *Note Prélim.*, 184 (Dec. 1954).

37. DU CASTEL, F. — L'introduction d'une longueur d'onde d'espace dans des problèmes de propagation. *Revue d'optique* (Dec. 1956).

38. DU CASTEL, F. — Divers types de fluctuations des champs troposphériques et leur interprétation physique. *Communication au Colloque Propagation*, Paris (Sept. 1956).

39. DU CASTEL, F. — Influence de la turbulence atmosphérique sur des liaisons méditerranéennes en ondes ultra-courtes. *Onde Electrique* (Jan. 1956).

40. EAST, T. W. R., DORE, B. V. — An electronic constant altitude display. *Proc. Sixth Weather Radar Conf.*, March 1957. *Amer. Met. Soc.* (1957).

41. FANNIN, B. M. — Line-of-sight wave propagation in a randomly inhomogeneous medium. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 661-665 (Oct. 1956).

42. FANNIN, B. M., JEHN, K. H. — A study of radar elevation angle errors due to atmospheric refraction. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 71-77 (Jan. 1957).

43. FANNIN, B. M., JEHN, K. H. — Radar elevation angle and range errors in representative air masses. *Elec. Eng. Res. Lab.*, U. of Texas Report 7-01 (June 1954).

44. FETERIS, P. J., MASON, B. J. — Radar observations of showers suggesting a coalescence mechanism. *Q. J. R. Met. Soc.*, **82**, 446-451 (1956).

45. FROOM, K. D. — The refractive indices of water vapor, air, oxygen, nitrogen, and argon at 72 kmc/s. *Proc. Phys. Soc. B*, **68**, Pt. 11, 833-835 (NOV. 1955).

46. GHOSH, S. N. — Methods for the measurement of upper atmospheric characteristics. *J. Sci. Instr. Res.*, 14A, nº 6, 277-284 (June 1955).

47. GUNN, K. L. S., MARSHALL, J. S. — The distribution with size of aggregate snowflakes. *Proc. Sixth Weather Radar Conf.*, March 1957. *Amer. Met. Soc.* (1957).

48. HANSFORD, R. F., COLLINS, R. T. H. — Choosing radar wavelength. *Wireless World*, 180-193 (April 1957).

49. HARRISON, H. T., POST, E. A. — Evaluation of C band (5,5 cm), Airborne Weather Radar, United Airlines Inc., Denver, Colo. (March 1954).

50. HENNEQUIN, P. L. — Influence de la turbulence atmosphérique sur le champ reçu en visibilité directe ou au voisinage de l'horizon, Lab. Nat. Radio. *Note Préliminaire*, 184 (Annexe) (Dec. 1954).

51. HERBSTREIT, J. W., THOMPSON, M. C. — Measurements of the phase of signals received on transmission paths with electrical length varying as a result of atmospheric turbulence. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 352-358 (July 1956).

52. HEY, J. S., PARSONS, S. J. — The radar measurement of low angles of elevation. *Proc. Phys. Soc.* B, **69**, Pt. 3, 321-328 (March 1, 1956).

53. HINES, C. A., CRAIN, C. M. — Overwater refraction index measurements from the sea surface to 15,000 feet. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 161 (Jan. 1957).

54. HITSCHFELD, W. — Three-dimensional radar patterns related to surface hail reports. *Proc. Sixth Weather Radar Conf.*, March 1957, *Amer. Met. Soc.* (1957).

55. HITSCHFELD, W., DENNIS, A. S. — Fluctuations in radar echoes from snow. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

56. HOFFMAN, W. C. — Scattering of electromagnetic waves from a random surface. *Quart. Appl. Math.*, **13**, 291-304 (Oct. 1955).

57. HUNTER, I. M. — Polarization of radar echoes from meteorological precipitation. *Nature*, **173**, 165-166 (1954).

58. IMAI, I., FUJIWARA, M., ICHIMURA, I., TOYAMA, Y. — Radio reflectivity of falling snow. *Papers in Met. and Geophysics* (Japan), VI, nº 2, 130-139 (1955).

59. IMAI, I., FUJIWARA, M., ICHIMURA, I., YOSHIHARA, Z. — On the radar reflectivity and the drop-size distribution of rain (in Japanese). *J. Met. Res.*, Tokyo, **7**, 422 (1955).

60. INGALLS, R. P., STONE, M. L. — Characteristics of sea clutter at HF. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 164 (Jan. 1957).

61. JOHNSON, J. C. — The back-scattering coefficient of a spherical homogeneous mixture of ice and air at wavelengths between 1 and 10 centimeters. *J. Met.*, **12**, 188-189 (1955).

62. JONES, D. M. A. — 3 cm and 10 cm wavelength radiation backscatter from rain. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

63. KATZIN, M. — Back scattering from the sea surface. *I.R.E. Convention Record*, Part I, 72-77 (1955).

64. KATZIN, M. — On the mechanism of radar sea clutter. *Proc. I.R.E.*, **45**, n° 1 (Jan. 1957).

65. KESSLER, E., ATLAS, D. — Hurricane Edna 1954. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

66. KIRBY, R. S., CAPPS, F. M. — Correlation in VHF propagation over irregular terrain. *Trans. I.R.E.*, AP-4, n° 1, 77-85 (Jan. 1956).

67. KRASILNIKOV, V. A. — The propagation of waves in a medium with random non-uniformities of refractive index. *Akust. Zh.*, 2, n° 2, 107, 1012 (April-June 1956).

68. LACY, R. E., SHARP, C. E. — Radar type propagation survey experiments for communication systems. *I.R.E. Convention Record*, Part I, 20-27 (1956).

69. LA GRONE, A. H., STRAITON, A. W., SMITH, H. W. — Synthesis of radio signals on overwater paths. *Trans. I.R.E.*, AP-3, n° 2 (April 1955).

70. LANGLEBEN, M. P. — The plan pattern of snow echoes at the generating level. *J. Met.*, **13**, 554-560 (1956).

71. LANGLEBEN, M. P. — Snow pattern revealed by constant-altitude maps. *Proc. Sixth Weather Radar Conf.*, March 1957, *Amer. Met. Soc.* (1957).

72. LIBOIS, L. — Problèmes posés par les fluctuations de propagation dans les liaisons par faisceaux hertziens. *C. R. des Trav. du Groupe d'Etudes sur la Propag.*, C.N.E.T., t. II (Feb.-July 1955).

73. LIGDA, M. G. H. — Hurricane squall lines. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 340-342 (1955).

74. LIGDA, M. G. H. — Precipitation echoes and clouds. *Bull. Amer. Met. Soc.*, **36**, 47-52 (1955).

75. LIGDA, M. G. H. — Study of the synoptic application of weather radar data. Final Report under Contract AF19(604)-573, Texas A. and M. Research Foundation, College Station, Texas (1956).

76. LIGDA, M. G. H. — The radar observation of lightning. *J. Atmos. and Terr. Phys.*, **9**, 329-346 (1956).

77. L'HERMITTE, R. — Observatoire de Nagny-les-Hameaux, France (non publié) (1955).

78. LUDLAM, F. H. — Physics of atmospheric clouds. *Nature*, **61**, 177, 320-321 (Feb. 18, 1956).

79. MACDONALD, F. C. — Correlation of radar sea clutter on vertical and horizontal polarization with wave height and slope. *I.R.E. Convention Record*, Part I, 29-32 (1956).

80. MARSHALL, J. S. — The constant-altitude presentation of radar weather patterns. *Proc. Sixth Weather Radar Conf.*, March 1957, *Amer. Met. Soc.* (1957).

81. MARSHALL, J. S., GORDON, W. E. — Radiometeorology. *Met. Res. Reviews, Amer. Met. Soc.* (sous presse) (1957).

82. MARSHALL, J. S., HITSCHFELD, W., GUNN, K. L. S. — Advances in radar weather. Advances in *Geophys.*, II, Academic Press Inc., New-York (1955).

83. MASON, B. J. — Radar evidence for aggregation and orientation of melting snowflakes. *Q. J. R. Met. Soc.*, **81**, 262-264 (1956).

84. MCCRACKEN, L. G. — Reflection of Electromagnetic Waves by a Corrugated Cylinder. *N.R.L. Tech. Mem.* 53R0-2-05.142.4 (Dec. 13, 1954).

85. MCCRACKEN, L. G. — Reflection of Electromagnetic Waves by Rough Surfaces. *N.R.L. Tech. Mem.*, 53R0-2-05.142.3 (Dec. 7, 1954).

86. MCCREADY, L. L., PAUSEY, J. L., PAYNE SCOTT, R. — Solar radiation at radio frequencies and its relation to sunspots. *Proc. Roy. Soc. A*, **4**, 158 (1947).

87. MCGAVIN, R. E., MALONEY, L. J. — A study at 1046 Mc/s of the reflection coefficient of irregular terrain at low angles of incidence. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1076 (Aug. 1956).

88. MEECHAM, W. C. — Fourier Transform Method for the Treatment of the Problem of the Reflection of Radiation from Irregular Surfaces. *J. Acoust. Soc Amer*, **28**, nº 3, 370-377 (May, 1956).

89. MEECHAM, W. C. — A method for the calculation of the distribution of energy reflected from a periodic surface *Trans I.R.E.*, AP-**5**, 581 (July 1956).

90. MILES, V. G. — Interpretation of the height-versus-time presentation of radar echoes. *J. Met.*, **13**, 362-368 (1956).

91. MINTZER, D. — Wave propagation in a randomly inhomogeneous medium *J. Acoust. Soc. Amer.*, **25**, 921-1107 (1953) ; **26**, 186 (1954).

92. MISME, P. — Evanouissements d'interférence produits par des discontinuités frontales. *Onde Electrique* (Jan. 1956).

93. MISME, P. — Influence des changements rapides des masses d'air sur la propagation troposphérique. *Comm. au Colloque Propagation*, Paris (Sept. 1956).

94. MOORE, R. K., WILLIAM, C. S. — Radar terrain return at near-vertical incidence. *Proc. I.R.E.*, **45**, 228-238 (Feb. 1957).

95. MUCHMORE, R. B., WHEELON, A. D. — Line of sight propagation phenomenon. I. Ray Treatment. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1437-1438 (Oct. 1955).

96. NEWELL, R. E., GEOTIS, S. G., STON, M. L., FLEISHER, A. — How round are raindrops ? *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

97. NUPEN, W. — Selective annotated bibliography on radar as applied to meteorology. *Meteorological Abstracts and Bibliography*, **2**, 680-711 (1951).

98. NUPEN, W. — Annotated bibliography on radar as applied to cloud and precipitation physics. *Meteorological Abstracts and Bibliography*, **6**, 997-1050 (1955).

99. PENN, S., PIERCE, C., MCGUIRE, J. K. — The squall line and Massachusetts tornadoes of June 9, 1953. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 109-122, (1955).

100. PIERSON, Willard, Jr., NEWMAN, Gerhard, JAMES, Richard. — Practical methods for observing and forecasting ocean waves. U. S. Navy Hydrographic Office Reprint 603 (1955).

101. PIERSON, Willard, Jr. — Wind generated gravity waves. *Advances in Geophysics*, **2**, 93-178 (1955).

102. PLANK, V. G., ATLAS, D., PAULSEN, W. H. — The nature and detectability of clouds and precipitation as determined by 1.25 cm radar. *J. Met.*, **12**, 358-378 (1955).

103. REYNOLS, S. E., BROOK, M. — Correlation of the initial electric field and the radar echo in thunderstorms. *J. Met.*, **13**, 376-380 (1956).

104. RICE, S. O. — Diffraction of plane radio waves by a parabolic cylinder. *Bell Syst. Tech. J.*, **33**, 417-504 (March 1954).

105. RIVET, P. — Etude de l'effet de focalisation sur des liaisons en visibilité. *Onde Electrique* (Jan. 1956).

106. RUMI, G. C. — VHF radar echoes associated with atmospheric phenomena. Studies on Propagation in the Ionosphere, Tec. Report 34-School of E. E., Cornell Univ., Ithaca, N. Y. (1956).

107. RUTKOWSKI, W., FLEISHER, A. — An instrument for measuring gustiness. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

108. SAXTON, J. A., LANE, J. A. — VHF and UHF reception. *Wireless World*, **61**, 229-232 (May 1955).

109. SAXTON, J. A., HARDEN, B. N. — Polarization discrimination in VHF reception. *Proc. I.E.E.*, **103**, Part B, nº 12, 757-760 (Nov. 1956).

110. SAHA, K. R. — Atmospheric turbulence and diffusion. *Indian J. Met. Geophys.*, **5**, nº 3, 205-218 (July 1954) ; 297-304 (Oct. 1954).

111. SCHOOLEY, A. H. — A simple optical method for measuring the statistical distribution of water surface slopes. *J. Opt. Soc. Amer.*, **44**, 37-40 (Jan. 1954).

112. SCHOOLEY, A. H. — Some limiting cases of radar sea clutter noise. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1043-1047 (Aug. 1956).

113. SCHULKIN, M. — Average radio ray refraction in the lower atmosphere. *Proc. I.R.E.*, **40**, 554 (1952).

114. SHERWOOD, E. M., GINTZON, E. L. — Reflection coefficients of irregular terrain at 10 cm. *Proc. I.R.E.*, **43**, (July 1955).

115. SILVERMAN, R. A. — Statistics of electromagnetic radiation scattered by a turbulent medium. *Phys. Rev.*, **96**, nº 3, 560-563 (Nov. 7, 1954).

116. SILVERMAN, R. A. — Some remarks on scattering from eddies. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1253-1254 (Oct. 1955).

117. SILVERMAN, R. A. — Turbulent mixing theory applied to radio scattering. *J. Appl. Phys.*, **27**, nº 7, 669-705 (July 1956).

118. SMITH-ROSE, R. L., SAXTON, J. A. — UHF television broadcasting. *Wireless World*, **61**, nº 7, 343-346 (July 1955).

119. STARAS, Harold. — Forward scattering of radio waves by anisotropic turbulence. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1374-1380 (Oct. 1955).

120. STOUT, G. E., HISER, H. W. — Radar scope interpretations of wind, hail, and heavy rainstroms between May 27 and June 8, 1954. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 519-527 (1955).

121. STOUT, G. E., SPOCK, M. S. — A verified observation of angel-type echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955, Sig. Corps Eng. Lab., Ft. Monmouth, N. J. (1956).

122. STRAITON, A. W., TOLBERT, C. W. — Measurement and analysis of instantaneous radio height-gain curves at 8.6 millimeters over rough surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 3, 346-351 (July 1956).

123. TAYLOR, R. J. — Some observations of wind velocity autocorrelation in the lowest layers of the atmosphere. *Austral. J. Phys.*, **8**, nº 4, 535-544 (Dec. 1955).

124. THEISSING, H. H., CAPLAN, P. J. — Atmospheric attenuation at solar millimeter wave propagation. *J. Appl. Phys.*, **27**, nº 5, 538-544 (May 1956).

125. THEISSING, H. H. — Atmospheric attenuation of solar millimeter wave radiation. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 582 (July 1957).

126. TOLBERT, C. W., GERHARDT, J. R. — Measured rain attenuation of 4.3 millimeter wavelength radio signals. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 164 (Jan. 1957).

127. TOLBERT, C. W., STRAITON, A. W. — Attenuation and fluctuation of millimeter radio waves. *Proc. I.R.E.*, **45**, 374 (March 1957).

128. TOLBERT, C. W., STRAITON, A. W. — Experimental measurement of the absorption of millimeter radio waves over extended ranges. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 239-241 (April 1957).

129. TROLESE, L. G., DAY, J. P. — Diffraction effects on an optical short wave line. U. S. NEL Report 409, 29-33 (Sept. 3, 1953).

130. TROLESE, L. G. — Foreground terrain effects on overland microwave transmissions. *I.R.E. Convention Record*, Antennas and Propagation (sous presse) (1957).

131. TWERSKY, Victor. — On scattering and reflection of electromagnetic waves by rough surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, n° 1 (Jan. 1957).

132. WEXLER, R. — The melting layer. Met. Radar Studies n° 3, Blue Hill Met. Obs., Harvard University (1955).

133. WEXLER, R., ATLAS, D. — Factors influencing radar-echo intensities in the melting layer. *Q. J. R. Met. Soc.*, **82**, 349-351 (1956).

134. WHEELON, A. D. — Near-field correction to line-of-sight propagation. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 377-379 (July 1956).

135. WILTSE, J. C., SCHLESINGER, S. P., JOHNSON, C. M. — Back-scattering characteristics of the sea in the region from 10 to 50 kmc. *Proc. I.R.E.*, 220-228 (Feb. 1957).

136. VOGE, J. P. — Useful Bandwidth in Scatter Transmission. *Proc. I.R.E.*, **44** (Nov. 1956).

137. VOGE, J. P. — Influence des irrégularités du sol sur la propagation des ondes radioélectriques. Lab. Nat. Radio, *Note Prél.*, 187 (Mai 1955).

138. U.S.N.E.L. Report 409. — Symposium on Tropospheric Radio Wave Propagation within the Horizon, San Diego, California, March 30 to April 2, 1953, U.S.N.E.L. Report 409 (Sept. 3, 1953).

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière du C.C.I.R. tenue à Varsovie en 1956 a demandé la collaboration de l'U.R.S.I. dans le Programme d'Etudes n° 90 (V) (Propagation des Ondes dans la Troposphère) qui appartient au domaine de la Commission II. Le texte de ce Programme d'Etudes a été publié dans le *Bulletin d'Information*, n° 100, pp. 55-58 (Nov.-Déc. 1956).

N° 114 — Rapport du Groupe d'étude V du C.C.I.R. à la VIIIe Assemblée Plénière de Varsovie, 1956

par R. L. SMITH-ROSE (*Président*)

(*Traduction*)

Durant l'Assemblée Plénière de Varsovie, le Groupe d'étude V a tenu quatre séances, auxquelles assistèrent des délégués d'environ seize administrations. Les progrès effectués dans l'étude de la propagation troposphérique furent passés en revue, dans le but particulier d'appliquer ces résultats à l'amélioration des communications et des radiodiffusions. Les titres des divers Rapports, Questions et Programmes d'étude adoptés par le Groupe d'étude ont été publiés par l'U.R.S.I. dans le Bulletin d'Information n° 101, Janvier-Février 1957, p. 57. L'attention a été attirée sur la continuation des recherches générales sur la propagation troposphérique (Programme d'étude n° 90), sur les investigations concernant les transmissions à trajets multiples dans la troposphère (programme d'étude n° 57) et sur la révision des courbes de propagation troposphérique et leur extension aux distances nettement transhorizontales (Programme d'études n° 55). Un nouveau programme d'étude (n° 91) fut également adopté sous le titre « Radiotransmissions utilisant les hétérogénéités troposphériques » (communément appelées « par diffusion »). Vu l'intérêt largement porté actuellement sur l'application des techniques « par diffusion » aux communications et à d'autres sujets, le texte de ce programme d'étude est reproduit ci-après :

« Le C.C.I.R.,

considérant :

a) que des expériences récentes effectuées dans divers pays, et caractérisées par l'utilisation d'antennes émettrices et réceptrices dirigées vers la même région de la troposphère, ont montré

que des signaux radioélectriques dans les bandes VHF, UHF et SHF peuvent être propagés d'une manière conséquente à des distances inattendues, et que, dans la zone de non visibilité optique, les champs trouvés sont beaucoup plus élevés que ceux prédits par la théorie de la diffraction pour une atmosphère radioélectrique conventionnelle ;

b) que des signaux utilisables peuvent être obtenus de cette manière à des distances supérieures à celles attendues dans le passé ;

c) que les hétérogénéités troposphériques jouent un rôle important dans ce phénomène ;

d) que peu de choses sont connues concernant les influences géographiques et topographiques,

décide que les études suivantes devraient être effectuées : Investigation de ce nouveau phénomène de propagation troposphérique, en vue de l'extension des connaissances à :

1) la variation de l'intensité du signal, y compris la profondeur et la fréquence d'évanouissement, en fonction de la distance et de la fréquence émise ;

2) l'influence des conditions météorologiques, y compris celle de la vapeur d'eau, de la pluie et de la neige sur l'intensité du signal ;

3) le caractère des signaux, la fréquence d'évanouissement, les retards et les largeurs de bande, et leur dépendance vis-à-vis de la fréquence et du milieu de propagation ;

4) l'efficacité des aériens en relation avec leurs dimensions et leur structure ;

5) l'utilisation d'antennes espacées pour les émissions et réceptions par diversité.

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 191. — Rapport du Comité National à la Commission II

1. — Etudes théoriques

1.1. — *Articles théoriques sur des problèmes particuliers*

Des problèmes particuliers ayant trait à la propagation troposphérique ont été discutés dans plusieurs articles (1-7) avec attention particulière sur la propagation à des distances nettement transhorizontales.

1.2. — *Revues générales*

La matière de nombreuses publications allemandes et étrangères a été résumée et présentée clairement dans quelques articles (8-11).

2. — Etat des recherches sur la propagation aux ondes métriques

2.1. — *Distribution des intensités de champ en fonction du temps*

La plupart des 22 trajets sur lesquels la distribution statistique du champ était étudiée au début de la période du présent rapport ont été interrompus. Les mesures et les évaluations sur les trajets restants pourraient donc être intensifiées. Des enregistrements furent faits au moyen de compteurs statistiques (enregistrements des moyennes semi-horaires en fonction du temps) ou au moyen d'enregistreurs à plume ; ces derniers enregistrements ont été analysés au moyen de dispositifs semi-automatiques. Un appareil complètement automatique pour l'étude des enregistrements, comportant l'utilisation d'un calculateur électronique, a été étudié.

Excepté un écart mineur aux grandes distances, la relation entre les médianes mesurées et la distance correspond approximative-

ment à la courbe du C.C.I.R. (12-23). Le maximum de l'écart moyen a lieu vers 250 km. La courbe de distribution semi-horaire est en bon accord avec la distribution de Rayleigh, indépendamment de la fréquence d'évanouissement. Aucune variation de cette fréquence avec la distance ne fut observée. La variation diurne de l'intensité du champ est plus forte sur les trajets terrestres que sur les trajets maritimes ; la variation saisonnière est plus forte sur ces derniers trajets.

2.2. — *Corrélation avec les conditions météorologiques*

Il ne fut possible de relier l'intensité du champ aux conditions météorologiques que dans des cas isolés. Statistiquement, il semble que la corrélation soit la plus forte avec le gradient vertical de la pression atmosphérique (24). La corrélation entre la fréquence d'évanouissement et les conditions météorologiques est cependant plus notable que celle de l'intensité (25-29).

Cette année, nous commencerons à enregistrer l'intensité de champ sur le trajet Torfhaus-Kiel en mesurant simultanément les paramètres météorologiques au moyen de ballons captifs à deux emplacements. Les vents ionosphériques déterminés sur ondes métriques correspondent à la distribution troposphérique du vent (30).

2.3. — *Propagation sur les chaînes de montagne*

L'augmentation d'intensité due à la diffraction sur les arêtes alpines aiguës a été mesurée durant plusieurs mois (31).

2.4. — *Distribution de l'intensité en fonction du lieu*

Pour déterminer la variation d'intensité en fonction du lieu sur le territoire de la République Fédérale, des enregistrements ont été faits dans les rues et des mesures par points sur les toits ont été effectués (32). Ces déterminations sont étendues à toutes les structures géographiques et architecturales par six équipes travaillant simultanément.

2.5. — *Dépolarisation*

La dépolarisation due à la diffusion-diffraction troposphérique est négligeable comparativement à celle due aux influences orologiques à proximité du site de réception (collines, bâtiments, arbres, etc.) (33-34).

2.6. — *Dépendance vis-à-vis de l'altitude ; angle d'incidence*

A une distance de 225 km, les intensités du champ furent trouvées indépendantes de l'altitude dans l'intervalle de 10 à 25 m. Ceci correspond à un angle d'incidence de 2 à 4° pour la radiation diffractée (35).

2.7. — *Détermination de la puissance rayonnée, par des mesures d'intensité de champ*

La détermination de la puissance rayonnée par de telles méthodes n'est possible que lorsque le champ reçu ne contient pas de composante réfléchie. L'erreur résultant des réflexions sur les pentes au voisinage de l'émetteur décroît avec la distance (36).

3. — Etat des recherches sur la propagation aux ondes décimétriques et centimétriques

3.1. — *Distribution des intensités de champ en fonction du temps*

Des investigations ont été récemment consacrées à la propagation des ondes de plus en plus courtes. Actuellement, les trajets étudiés sont les suivants :

Hornisgrinde-Darmstadt (142 km, 500 Mc/s), deux émetteurs à des altitudes différentes ;

Hornisgrinde-Darmstadt (142 km, 7 Gc/s) ;

Torfhaus-Berlin (195 km, 2 Gc/s).

Les trajets suivants sont en cours d'établissement :

Torfhaus-Darmstadt (255 km, 500 Mc/s) ;

Hornisgrinde-Darmstadt (142 km, 4 Gc/s) ;

Hornisgrinde-Darmstadt (142 km, 9 Gc/s) ;

Heligoland-Sahlenburg (61 km, 2 Gc/s) ;

Heligoland-Weddewarden (79 km, 7 Gc/s).

Les premiers résultats ont été obtenus (37-39).

3.2. — *Corrélation avec les conditions météorologiques*

Des mesures de la structure fine de l'atmosphère inférieure ont été faites par de nombreux observateurs ; simultanément, des enregistrements d'intensité de champ étaient effectués sur la mer

dans la baie d'Heligoland. La dépendance entre la portée maritime des radars et les profils M fut étudiée sur 3 cm au moyen de l'équipement Decca (environ 7000 mesures) (40-42).

4. — Météorologie

La stratification atmosphérique au-dessus de la mer a été étudiée en mesurant l'abondance de la vapeur d'eau et l'indice de réfraction dans le domaine optique (43,44). On en a déduit une méthode pour déterminer le profil M (45). Des observations météorologiques et concernant la physique des nuages ont été faites par radar (46,47). Une couche fortement réfléchissante a été localisée en correspondance avec la majorité des précipitations par convection ; la relation entre la position de cette couche, sa limite supérieure et le point de givrage permet de tirer certaines conclusions concernant le processus d'établissement des précipitations.

Une climatologie des valeurs M et des gradients jusque 3 km d'altitude en Allemagne du Nord est à peu près achevée.

BIBLIOGRAPHIE

1. Berg. — Phasenverhältnisse im Beugungsschatten. *A.E.Ü.*, **9**, Heft 5, 1955, S. 227-230.
2. Eckart. — Statistische Beschreibung der dielektrischen Turbulenz in der Troposphäre. *Abh. d. Bayr. Akad. d. Wiss. Neue Folge*, Heft 74, 1955.
3. Eckart. — Ueber die Streuung elektrischer Wellen an Zonen dielektrischer Turbulenz. *Abh. d. Bayr. Akad. d. Wiss. Neue Folge*, Heft 76, 1956.
4. Eckart. — Die Analyse der Störungen der Dielektrizitätskonstanten dielektrisch turbulenter Zonen mittels Streufeldbeobachtungen. *Abh. d. Bayr. Akad. d. Wiss. Neue Folge*, Heft 77, 1956.
5. Kraus. — Eine Deutung der Statistik des Schwundes bei Mikrowellenfunkfeldern mit freier Sicht. *A.E.Ü.*, **10**, Heft 1, 1956, S. 19-25.
6. Poeverlein. — Eine einfache Theorie der Beugung von Radiowellen jenseits des optischen Horizonts. *Z. f. angew. Phys.*, **8**, Heft 2, 1956, S. 90-95.
7. Schmeloyska. — Partielle Reflexionen in troposphärischen Wellenleitern. *Z. F. Met.*, **10**, 1956, S. 239.
8. Roessler. — Erklärungen für die beständigen Feldstärken unter 10 m Wellenlänge weit hinter dem Horizont. *Elektr. Rundschau*, Heft 4, 1955, S. 151-155.

9. Poeverlein. — Grosse Reichweiten von m-, dm- und cm-Wellen. *Z. f. angew. Phys.*, **8**, Heft 5, 1956, S. 244-254.

10. Grosskopf. — Ueber den augenblicklichen Stand der Forschung auf dem Gebiet der troposphärischen Streustrahlung. *N.T.Z.*, **9**, Heft 6, 1956, S. 272-277 und Heft 7, S. 315-329.

11. Grosskopf. — Probleme der Beherrschung der troposphärischen Ausbreitung. *V.D.E.-Fachberichte*, **19**, Teil II, S. 87-90.

12. Kappelhoff. — UKW-Ausbreitungsmessungen im 100 MHz-Band. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5509, 1-4-55.

13. Klinker. — Beitrag zum Tagesgang der Feldstärken im UKW-Bereich. *Z. f. Met.*, **9**, 1955, S. 178.

14. Grosskopf. — Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen vor und kurz hinter dem optischen Horizont. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5513, 1-9-55.

15. Grosskopf. — Die Feldstärke jenseits des optischen Horizonts. *Techn Ber. d. F.T.Z.*, nº 5517, 1-12-55

16 Klinker. — Fernempfangsbeobachtungen im 3 m-Rundfunkband. Hoch-fr. *Techn. u. Elektroak.*, **65**, 1956, S. 74.

17. Halbedel, Fehlhaber. — Untersuchungen über die Ausbreitung ultrakurzer Wellen über eine Entfernung von 430 km (Strecke Wrotham-Krefeld). *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5519, 1-6-56.

18. Grosskopf. — Ausbreitungsuntersuchungen im 100 MHz-Band. *N.T.Z.*, **9**, Heft 9, 1956, S. 430-434.

19. Fehlhaber. — Beziehungen zwischen dem Schwundcharakter und der Empfangsfeldstärke im 100 MHz-Band. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5522, 10-7-56.

20. Halbedel, Fehlhaber. — Empfangsbeobachtungen auf der UKW-Strecke Helgoland-Sahlenburg (60,6 km) bei 160 MHz. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5525, 1-2-57.

21. Halbedel, Fehlhaber. — Empfangsbeobachtungen auf der UKW-Strecke Bielstein-Darmstadt (100 MHz-Band, 228 km). *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5526, 1-3-57.

22. Knöpfel. — Einige Vergleichsuntersuchungen der Wellenausbreitungsverhältnisse in Band II und IV. Erscheint in der *N.T.Z.*, 1957.

23. Abild. — Beitrag zur Ultrakurzwellen-Ausbreitung über See. *Techn. Hausmitt. N.W.D.R. i. L.*, Heft 5-6, 1956, S. 103-108.

24. Fehlhaber. — Beziehungen zwischen dem vertikalen Gradienten des Luftdrucks und der Empfangsfeldstärke im 100 MHz-Band bei Ueberreichweiten. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5523, 10-7-56.

25. Lauter, Klinker. — Einfluss der Wetterlagen auf die Erscheinungsformen des UKW-Empfangs. *Z. f. Met.*, **8**, 1954, S. 224.

26. Halbedel, Fehlhaber. — Untersuchungen über die Wetterabhängigkeit der Feldstärke im 100 MHz-Band auf der Strecke Bielstein-Darmstadt. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5518, 20-3-56.

27. KLINKER. — Meteorologische Einflüsse auf die Ausbildung des kurzperiodischen Fadings im UKW-Fernbereich. *Idöjaras* ,**60**, 1956, S. 212.

28. HALBEDEL, FEHLHABER. — Statistische Ermittlung des Krümmungsfaktors *k* des äquivalenten Erdradius aus Radiosondenaufstiegen. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5528, 14-5-57.

29. ABILD. — UKW-Feldstärke als meteorologisches Element. *Funkpraxis*, Heft 1, 1956, S. 1-10.

30. KLINKER. — Aufschlüsse über den Fernausbreitungsmechanismus im Meterwellenbereich durch troposphärische Driftmessungen. Erscheint in *Z. f. Met.*, 1957.

31. KAPPELHOFF. — Troposphärische Ausbreitung über Gebirgskanten. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5516, 25-10-55.

32. KAPPELHOFF. — Ortsverteilung der Feldstärke des Fernsehsenders Langenberg im Stadtgebiet von Münster/Westf. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5504, 1-12-54.

33. KAPPELHOFF. — Durch Berücksichtigung der Polarisation bei der Planung von Rundfunkdiensten im Meter- und Zentimeter-band zu erzielende Vorteile. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5501, 15-9-54.

34. GROSSKOPF. — Depolarisationsmessungen im Meterwellenbereich. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5524, 10-7-56 und nº 5529, im Druck.

35. GROSSKOPF. — Ueber die Höhenabhängigkeit der UKW-Empfangsfeldstärke bei Ueberreichweiten. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5520, 20-6-56 und 5527, 15-3-57.

36. KAPPELHOFF. — Strahlungsleistung aus Feldstärkemessungen im UKW-Bereich. *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5505, 22-12-54.

37. GROSSKOPF. — Untersuchung der Ausbreitungsverhältnisse auf der Strecke Konstanz-Friedrichshafen (Bodensee) (λ = 14,5 cm). *Techn. Ber. d. F.T.Z.*, nº 5508, 17-3-55.

38. FEHLHABER. — Ausbreitungsuntersuchungen auf der Strecke Berlin-Torfhaus im 500 MHz-Band (Erste Auswertungsergebnisse). *Techn. Ber d. F.T.Z.*, nº 5514, 30-9-55.

39. WILLE. — Ergebnisse von Ausbreitungsmessungen an einer 15 GHz-Strecke. *V.D.E.-Fachberichte*, **19**, 1956, Teil II, S. 91-92.

40. BROCKS. — Meteorologische Einflüsse auf die Reichweiten von Schiffsradargeräten. Vortr. Dtsch. Landesaussch. *U.R.S.I.*, Tübingen, Okt. 55, Im Druck.

41. BROCKS. — Radarreichweiten auf See. Ergebnisse einer Untersuchung der meteorologischen Einflüsse. *Vortr. Aussch. f. Funkort.*, Essen, Juni 56, Im Druck.

42. BROCKS. — Der Einfluss des Wetters auf die Radarreichweiten in der Seeschiffahrt. *Vortr. Aussch. f. Funkort.*, Hamburg, Okt. 56, Im Druck.

43. Brocks. — Wasserdampfschichtung über dem Meer und « Rauhigkeit » der Meeresoberfläche. *Arch. f. Mt., Geophys. u. Bioklim.*, Serie A, **8**, Heft 4, 1955, S. 354-383.

44. Brocks. — Atmosphärische Temperaturschichtung und Austauschprobleme über dem Meer. *Ber. d. Dtsch. Wetterd.*, n° 22, 1956, S. 10-15.

45. Brocks. — Der Brechungsindexgradient für elektromagnetische Wellen (Cm- bis M-band) in der maritimen Grenzschicht der Atmosphäre. *Dtsch. Hydrogr. Z.*, **8**, Heft 5, 1955, S 186-194 und **9**, Heft 5, 1956

46. Abild. — Verhalten von cm-Wellen an Hydrometeoren. *Elektr. Rundschau*, Heft 9, 1956, S. 249-252.

47. Schulze. — Wetterbeobachtungen mit dem 10 cm-Radar GL III. *Ann. d. Meteor.*, **7**, Heft 5-6, 1955-56, S. 250-266.

Canada

N° 185. — Rapport de la Commission II du Comité National

Au cours de la période 1951-1952, la Division de radiotechnique et d'électrotechnique du Conseil National des Recherches a effectué des essais relatifs à la propagation radar sur une longueur d'onde de 3.2 cm au-dessus du Lac Ontario. Un mémoire destiné à la onzième Assemblée générale a été rédigé quant aux résultats obtenus. Depuis lors, on a poursuivi lentement l'analyse de ces résultats et un rapport est actuellement en voie de publication. Le résultat le plus significatif de cette enquête est la détermination des importantes variations saisonnières dans la propagation des ondes sur le lac Ontario. Au milieu de l'été, avec un radar situé à 50 pieds au-dessus du lac, on remarque que la portée maximum est comprise entre 60 et 70° de sa valeur normale, tandis qu'au milieu de l'hiver les portées sont toujours normales pour la gamme des hauteurs de radar essayées (de 0 à 220 pieds). On a également recueilli certaines données sur la variation diurne des portées maxima, sur l'effet de la pluie et sur la hauteur optimum du radar. En se basant sur une corrélation entre la différence de température air-eau et la fréquence des conditions de propagation on s'est efforcé d'étendre ces résultats aux quatre autres grands lacs.

Au cours de l'été 1954 (11) on a effectué une enquête théorique sur la propagation bien au-delà de l'horizon, au Conseil National

des Recherches du Canada. Cette enquête a prouvé que « les réflexions internes partielles » en provenance d'une atmosphère qui varie sans à-coup sont bien trop petites pour expliquer le champ que l'on observe bien au-delà de l'horizon. On trouvera dans la deuxième partie du mémoire une étude relative aux réflexions en provenance des couches atmosphériques. Ces réflexions sont d'un ordre de grandeur qui explique les champs observés mais, compte tenu d'autres caractéristiques définissant le champ observé, il y a lieu de conclure que la dispersion due à la turbulence atmosphérique en est plus probablement la cause.

En 1955 une liaison expérimentale relative à la dispersion et fonctionnant sur 2720 Mc/s a été établie entre Ottawa et Toronto, soit une distance de 215 milles. On a maintenu cette liaison pendant 21 mois. Le niveau médian annuel s'est trouvé être de 80 décibels inférieur à celui de l'espace libre avec une variation saisonnière d'environ 12 décibels. On a effectué des mesures relatives au taux d'affaiblissement, des mesures de diversité de distances et on a mesuré la perte de couplage entre l'ouverture et le milieu. Cette perte de couplage a été mesurée au moyen d'un ensemble de six paraboloïdes de quatre pieds pouvant être disposés parallèlement afin de former une antenne dont on pouvait faire varier l'ouverture de 4 à 24 pieds par intervalles de quatre pieds. On a constaté que le taux d'affaiblissement du signal décroissait en fonction de l'augmentation de la dimension de l'antenne, du fait que ce signal est intégré sur toute la surface de l'antenne.

Au cours de l'été 1956 on a établi sur 2720 Mc/s une liaison relative à la dispersion entre Ottawa et Montréal, soit 90 milles, qui a permis de comparer les variations de propagation avec les activités orageuses enregistrées par un radar météorologique à Montréal. Quelques faits ont permis de penser que les averses se produisant le long du trajet augmentaient et modifiaient le taux d'affaiblissement de la propagation mais rien n'a prouvé de façon évidente que les gouttes de pluie produisaient une dispersion comparable à la dispersion fondamentale que l'on obtient dans une atmosphère hétérogène.

Au Defence Research Telecommunications Establishment, la section de physique troposphérique concentre ses travaux sur la propagation des ondes radio le long de trajectoires courtes qui traversent la troposphère et correspondent approximativement

à la portée optique. Sur de telles trajectoires on peut discerner les effets de la dispersion du volume causée par des hétérogénéités turbulentes et les effets causés par des couches horizontales, plus facilement que sur des trajectoires plus longues. On étudie actuellement les fluctuations rapides qui se produisent dans l'amplitude des signaux reçus, au moyen de mesures spectrométriques. Ces mesures ont révélé qu'il existait habituellement une relation inverse au carré entre le spectre de fluctuation et la fréquence de fluctuation sur une gamme de plusieurs octaves de fréquences comprises entre 0.1 et 1 cycle par seconde, la fréquence porteuse étant de 500 mégacycles. Des considérations physiques amènent à ne pas tenir compte de cette loi pour les fréquences très hautes ou les fréquences très basses. Des expériences ont prouvé qu'il en était ainsi mais certaines considérations expérimentales rendent difficiles des analyses numériques précises. De telles études radio sont toujours en cours et on prévoit de nouveaux essais. On a commencé à effectuer des mesures atmosphériques en marge de ces études. Ces mesures comprennent une évaluation de l'indice de réfraction pour les 200 premiers pieds. On effectuera d'autres mesures intégrant la force et la direction du vent ainsi que la température. Ces mesures ont pour but de fournir des renseignements sur la structure intime de l'atmosphère. On les analysera au moyen de spectres de la même façon que dans le cas des analyses radio. On effectuera également des mesures relatives au gradient de la température et au gradient du vent, afin que l'on puisse étudier les critères de stabilité. Les travaux de cette section comportent deux aspects complémentaires. Tout d'abord les conditions de propagation des ondes radio sont en elles-mêmes intéressantes puisqu'elles déterminent les limites d'utilisation des techniques radio. Il est à espérer que les études atmosphériques jetteront quelque lumière sur le problème de la radio.En second lieu la turbulence atmosphérique est en elle-même un domaine très intéressant tant du point de vue pratique que du point de vue scientifique. Il se pourrait fort bien que la radio devienne un instrument puissant dans l'étude des turbulences atmosphériques.

Au même établissement la section des recherches sur la basse atmosphère consacre la plupart de ses efforts à l'étude des effets des discontinuités de l'indice de réfraction dans « la basse atmo-

sphère » (à savoir la partie de l'atmosphère située à moins de 25 kilomètres d'altitude) lors de transmissions de signaux à des fréquences supérieures à 40 Mc/s. On trouvera ci-dessous un résumé des diverses activités secondaires du groupe :

a) Dispersions obliques dans les transmissions

Pendant environ un an, on a enregistré les amplitudes d'ondes émises le long d'une trajectoire de 185 milles sur 46 Mc/s et le long d'une trajectoire de 85 milles sur 500 Mc/s. On procède actuellement à l'analyse des données enregistrées afin de connaître les variations produites dans le niveau médian et dans le taux d'affaiblissement au cours du déplacement des fronts météorologiques ayant traversé la trajectoire. On tire les renseignements relatifs à la position de chaque front météorologique et les variations de l'indice de réfraction dans la basse atmosphère, de cartes météorologiques publiées par le Ministère des transports.

b) Radar FM pour sondages verticaux

On construit actuellement un radar FM de 7000 Mc/s, destiné à des sondages verticaux dans la basse atmosphère. Ce radar aura verticalement un pouvoir séparateur de 50 pieds et la sensibilité du signal reçu sera de 165 décibels, à moins d'un milliwatt. Les travaux de mise au point de ce radar ont commencé au cours de l'été 1956 ; on pense que l'appareil sera prêt à effectuer des sondages verticaux au cours de l'été 1957. Il permettra de faire des observations sur les réflexions en provenance de la tropopause, de la basse stratosphère et des couches de la troposphère.

c) Bruit UHF dans les atmosphériques locaux et dans les rafales de neige

On a établi un dispositif de contrôle des parasites à quatre fréquences entre 400 Mc/s et 2000 Mc/s lors d'atmosphériques locaux et lors de rafales de neige. On dispose de peu de renseignements quant au spectre de ces sources de bruit pour toute cette gamme de fréquences, bien que les parasites aient brouillé des communications à des fréquences allant jusqu'à 600 Mc/s.

d) Réfractomètres solidaires de ballons

On met actuellement au point un réfractomètre léger destiné à mesurer les variations de l'indice de réfraction à l'intérieur des couches de la basse atmosphère. (Les radiosondes ordinaires ne fournissent pas ce renseignement avec une précision suffisante). Une fois accroché au ballon le réfractomètre est suivi dans sa course par un radar lequel enregistre automatiquement la position du réfractomètre, lors du sondage. C'est au cours de l'été 1956 que l'on a commencé les travaux relatifs au réfractomètre. On prévoit pour l'été 1957 une série de mesures effectuées à l'aide du réfractomètre.

e) Dispersion dans la propagation a longue distance

On se prépare actuellement à effectuer une expérience au cours de l'été 1957 qui consistera à mesurer la nature de signaux émis sur 488 Mc/s par Ottawa et reçus par des stations de Chapleau (380 milles) et de Port Arthur (640 milles). Un émetteur CW de 10 kilowatts muni d'une antenne orientable de 28 pieds fonctionne actuellement à Ottawa. On recueillera des renseignements sur la tropopause au cours de l'expérience afin de pouvoir les mettre en corrélation avec les signaux enregistrés.

On a résumé de façon assez détaillée pour la onzième Assemblée générale, des études météorologiques radar faites par le « Stormy weather group » de la faculté de physique de l'Université McGill. Des membres de ce groupe ont depuis passé en revue les recherches effectuées sur les études météorologiques radar (10) et ont contribué eux-mêmes à une étude sur « la radiométéorologie » (9). On a poursuivi des études radar sur la formation de la neige (3, 8) ; il se pourrait que ces études aient quelque rapport avec la propagation troposphérique. On a mesuré et envisagé théoriquement la vitesse de fluctuation des échos radar en provenance de la neige (7), on a mesuré la répartition des flocons de neige par rapport à leur dimension et on a fait des comparaisons avec celle de la pluie (4). Un nouveau système d'analyses météorologiques radar, joint à la recombinaison des signaux reçus, permet de montrer la disposition des précipitations dans une série de cartes d'altitudes constantes (8).

REFERENCES

1. CHAPMAN, J. H., HEIKKILA, W. J., HOGARTH, J. E. — A New Technique for the Study of Scatter Propagation in the Troposphere. *Can. J. Phys.* (In the press).

2. CRYSDALE, J. H. DAY, J. W. B., COOK, W. S., PSUTKA, M. E., ROBILLARD, P. E. — An Experimental Investigation of the Diffraction of Electromagnetic Waves by a Dominating Ridge. *Trans. I.R.E., Antennas and Propagation* (In the press).

3. DOUGLAS, R. H., GUNN, K L S., MARSHALL, J. S. — Pattern in the Vertical of Snow Generation. *J. Meteor,* **14**, 1957.

4. GUNN, K. L. S., MARSHALL, J. S. — The Distribution with Size of Aggregate Snowflakes. *Proc. Sixth Weather Radar Conference, American Meteorological Society,* March, 1957.

5. HAY, D. R., HARTZ, T. R. — Thunderstorm Signals at VHF and UHF. *Nature,* **175**, 949, 1955.

6. HAY, D. R., LANGILLE, R. C. — VHF and UHF Signals in Central Canada. *Proc. I.R.E.,* **43**, 1136, 1955.

7. HITSCHFELD, W. DENNIS, A. S. — Fluctuations in Radar Echoes from Snow. *Proc. Fifth Weather Radar Conference,* Sept. 1955, Signal Corps Engineering Laboratories, Fort Monmouth, N. J.

8. LANGLEBEN, M. P. — The Plan Pattern of Snow Echoes at the Generating Level. *J. Meteor.,* **13**, 554, 1956.

9. MARSHALL, J. S., GORDON, W. E. — Radiometeorology, *Meteorological Research Reviews, American Meteorological Society,* 1957.

10. MARSHALL, J. S., HITSCHELD, W., GUNN, K. L. S. — Advances in Radar Weather, Advances in Geophysics, Vol. II, Academic Press Inc., New-York, 1955.

11. NORTHOVER, F. H. — Long Distance VHF Fields. *Can. J. Phys.* :

Part I : Partial Reflections from a Standard Atmosphere, **33**, 241, 1955.

Part II : Refractivity Profiles Containing Sharp Layers, **33**, 316, 1955.

Part III : The Case of Two Elevated Layers, **33**, 347, 1955.

Etats-Unis

N° 296. — Rapport de la Commission Nationale II

(*Traduction*)

Durant ces trois dernières années, l'étude de la propagation troposphérique aux Etats-Unis s'est principalement attachée aux sujets suivants : propagation des ondes de sol suivant des

trajets mixtes, propagation de la phase de l'onde de sol, propagation d'ondes de sol transitoires, corrélations entre champs reçus par propagation au-dessus d'un terrain irrégulier, courbure des rayons en deçà de l'horizon normal, effet du terrain et du milieu sur la section efficace de capture des antennes, mesures de phase et d'amplitude en deçà de l'horizon, mesures de champs radio au-delà de l'horizon, prévision des champs radio électriques en fonction des conditions météorologiques, absorption des ondes radio électriques dans l'atmosphère, essais d'explication théorique des phénomènes observés.

A. — Réunions au cours desquelles les phénomènes troposphériques ont été discutés

1. Du 8 au 10 septembre 1954 : Inauguration des Laboratoires de Boulder, Boulder, Colorado.
2. Du 21 au 24 mars 1955 : Convention Nationale I.R.E., New-York, N.Y.
3. Du 22 mai au 5 juin 1955 : Réunion de printemps de l'U.R.S.I., Washington D.C.
4. Du 20 au 25 juin 1955 : Symposium de l'U.R.S.I. sur la Théorie des Ondes Electromagnétiques, Université de Michigan, Ann Arbor, Mich.
5. Du 5 au 7 juillet 1955 : Symposium sur la Théorie du Mode Normal, San Diego, Californie.
6. Du 24 au 26 août 1955 : I.R.E., Wescon, San Francisco, Californie.
7. Du 14 au 15 novembre 1955 : Symposium sur les Communications par dispersion, Washington D. C.
8. Du 15 au 17 décembre 1955 : Réunion d'Automne de l'U.R.S.I., Université de Floride, Gainesville, Floride.
9. Du 2 au 3 février 1956 : Symposium National sur la technique des Ondes micrométriques, Philadelphie, Pennsylvanie.
10. Du 19 au 22 mars 1956 : Convention Nationale de l'I.R.E. et Salon de la Radio, New-York, N.Y.
11. Du 11 au 13 avril 1956 : Congrès technique de la Septième Région, Salt Lake City, Utah.
12. Du 30 avril au 3 mai 1956 : Réunion de Printemps de l'U.R.S.I., NBS, Washington D.C.
13. Septembre 1956 : Cinquième Conférence du Radar Météorologique. Laboratoires techniques des Troupes de Transmission, Fort Monmouth, N.J.
14. Du 21 au 24 août 1956 : I.R.E., Wescon, Los Angeles, Californie.
15. Du 6 au 7 septembre 1956 : Conférence sur les Mesures de l'Indice de Réfraction, M.I.T. Lincoln Lab. et Centre de Recherche de l'Armée de l'Air à Cambridge (Résumé *Trans. I.R.E.*, AP-5, p. 147, janvier 1957).

16. Du 11 au 12 octobre 1956 : Réunion d'Automne de l'U.R.S.I., Berkeley, Californie.
17. Du 18 au 21 mars 1957 : Convention Nationale de l'I.R.E. et Salon de la Radio, New-York, N. Y.
18. Du 26 au 28 mars 1957 : Sixième Conférence du Radar Météorologique M.I.T., Cambridge, Massachusetts.
19. 24-25-26 avril 1957 : Congrès Technique de la Septième Région de l'I.R.E., San Diego, Californie.
20. 22-23-24-25 mai 1957 : Réunion de Printemps de l'U.R.S.I., Washington D.C.

B. — Champs en deçà de l'horizon

Un intérêt renouvelé s'est manifesté relativement à la réfraction macroscopique troposphérique. Certaines méthodes ont été développées pour déterminer la courbure due à des distributions verticales arbitraires d'indices de réfraction (42, 58). Des corrections de second ordre ont été établies pour tenir compte des différences climatologiques systématiques entre l'atmosphère standard et l'atmosphère réelle en 34 lieux géographiques. Aux Etats-Unis l'erreur journalière s'élève en moyenne à ± 2 milliradians en hiver et ± 3 milliradians en été pour un angle d'élévation de 50 milliradians, soit environ trois degrés. Les résultats expérimentaux (7) répondent bien aux prévisions théoriques de courbures.

Les effets micro-météorologiques sur les champs optiques ont été considérés (106, 57, 157). Des mesures de phase et d'amplitude ont été effectuées sur des trajets optiques (52, 70, 71). Les variations de phase sont plus grandes que les variations d'amplitudes associées, indiquant ainsi que les effets dominants d'indice de réfraction sont peut-être encore macroscopiques.

De nouveaux travaux ont été effectués concernant les effets produits par les surfaces irrégulières. Des progrès ont été enregistrés dans la mesure de l'irrégularité de la surface de la mer (43, 44). Ces résultats ont été utilisés pour décrire les échos de radar émis par les surfaces marines (79, 80, 160, 3). Une étude phénoménologique de la radiation diffusée vers l'avant a été faite (22, 134). De récentes recherches sur les effets de terrain ont montré que la nature du terrain devant l'antenne pouvait avoir une importance considérable (2, 30, 143). Un article traitant de la réflexion du terrain à incidence normale a été publié (104).

C. — Champs au-delà de l'horizon

Le n° d'octobre 1955 des Proceedings of the Institute of Radio Engineers contient des données résumant l'état des connaissances sur la propagation troposphérique à des distances nettement transhorizontales. Un grand nombre de données expérimentales ont été rassemblées pour l'établissement des courbes empiriques d'atténuation (23, 31, 32, 64, 109, 111, 119). Grosso modo, les essais théoriques d'explication des transmissions à longue distance ont été basés sur des hypothèses sur les mécanismes de dispersion (27, 59, 60, 127, 129, 130, 147, 157, 128, 109, 111). Une description basée sur la théorie du mode normal a encore été envisagée (35, 36). Plus récemment, la réflexion sur des couches a de nouveau été considérée comme un mécanisme possible de production des champs transhorizontaux (16). Un groupe de chercheurs place les couches réfléchissantes dans le volume commun (61) ; un autre maintient que l'énergie est réfléchie par les couches plus denses existant dans les régions les plus basses de la troposphère.

Pour des distances nettement transhorizontales, des réflexions multiples sont nécessaires, constatation qui entraîne des difficultés considérables. Des solutions utilisables pour expliquer les modes de réflexions sont encore à trouver.

L'influence des dimensions de l'antenne et de la largeur de faisceau sur la puissance absorbée a été étudiée pour ce qui concerne les champs diffusés (26, 109, 131, 144, 12).

Des méthodes grâce auxquelles le phénomène de « gain d'obstacle» peut être utilisé dans des communications non optiques en terrains montagneux ont été établies (49, 86, 88, 109).

Bien que les essais théoriques visant à déterminer une corrélation entre paramètres météorologiques et propagations n'aient pas été aussi fructueux qu'on ne l'avait prévu, on a néanmoins pu établir des relations empiriques de propagation en se basant sur les informations météorologiques courantes (18). Une méthode utilisant des données contrôlées de propagation transhorizontale maritime, pour prévoir les champs non optiques dans la région de diffraction en présence d'inversions a haute altitude, a été définie (66).

Les effets de « duct » océanique sur la portée des radars en micro-ondes ont été définis en utilisant les données courantes de la météorologie maritime. Une méthode d'utilisation des données statistiques

dans ce domaine a été établie (8) en vue de son utilisation au-dessus des grandes étendues océaniques ; cette méthode a été appliquée à des zones du Pacifique et de l'Océan Indien.

D. — Radar météorologique

Les progrès réalisés jusqu'à la réunion de la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. ont été discutés précédemment (96, 112).

Des progrès récents ont été effectués concernant l'étude des précipitations des cumulus, de tornades et de la grêle (69, 113, 132). D'autres sujets comprennent :

la neige (9) ;

la bande brillante (9, 154, 155) ;

les effets mésométéorologiques (10, 24, 102, 93) ;

les ouragans (91, 82, 41) ;

les nuages (53, 116, 155, 92) ;

les « anges » et les éclairs (40, 133, 93) ;

les théories (78, 54) ;

les formes d'onde et la dépolarisation (107) ;

l'atténuation (53, 48, 69).

E. — Propagation de l'onde de sol

L'intérêt récemment porté aux systèmes de navigation a motivé le rassemblement de nombreuses données numériques relatives à la propagation de l'onde de sol aux basses fréquences radioélectriques au-dessus d'un sol lisse homogène. La propagation au-dessus d'un sol stratifié (150) et les trajets mixtes ont été également considérés. Le comportement des impulsions ou des signaux transitoires se propageant par onde de sol a été étudié avec certains détails (149).

BIBLIOGRAPHIE

1. Altman, E. J., Gray, R. E., Kandoian, A. G., Sichak, W. — 900-mc. PTM Over-the-Horizon Radio Link. *Trans. I.R.E.*, MIT-**3**, n° 6 (Dec. 1955).

2. Ament, W. S., Katzin, Martin. — Signal Fluctuations in Long-range Overwater Propagation. *Trans. I.R.E.*, CS-**4**, 118-122 (March 1956).

3. Ament, W. S. — Forward and Back Scattering from Certain Rough Surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 369-373 (July 1956).

4. AMES, L. A., ROGERS, T. F. — Available Bandwidth in 200-mile VHF Tropospheric Propagation. *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, nº 4, 217-218 (Oct. 1955).

5. AMES, L. A., NEWMAN, P., ROGERS, T. F. — VHF Tropospheric Overwater Measurements Far Beyond the Radio Horizon. *I.R.E. Proc.*, **43**, 1369-1373 (Oct. 1955).

6. AMES, L. A., MARTIN, E. J., ROGERS, T. F. — The Possibility of Extending Air Ground UHF Voice Communications to Distance Far Beyond the Horizon. *Trans. I.R.E.*, CS-**5**, nº 1, 106-121 (March 1957).

7. ANDERSON, L. J., TROLESE, L. G., SMYTH, J. B. — Comparison of Measured and Predicted Tropospheric Bending of Radar Waves, presented at U.R.S.I., Wash., D. C., May 1957. *Trans. I.R.E.*, AP-**5** (July 1957).

8. ANDERSON, L. J., GOSSARD, E. E. — Prediction of Oceanic Duct Propagation from Climatological Data. *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, nº 4 (Oct. 1955).

9. ATLAS, D. — The Origin of « Stalactites » in Precipitation Echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conference*, Sept. 1955 (1956).

10. AUSTIN, J. M., BLACKMER, R. H., Jr. — The Variability of Cold Front Precipitation. *Bull. Am. Met. Soc.*, **37**, 447-453 (1956).

11. AUSTIN, P. M., WEXLER, R. — Analysis of Space and Time Variations in the Radar Echo Intensity of Showers. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

12. BAILEY, V. A. — Reflection of Waves by an Inhomogeneous Medium. *Phys. Rev.*, **96**, 865-868 (Nov. 15, 1954).

13. BARGHUSEN, A. F., DECKER, M. T., MALONEY, L. J. — Measurements of Correlation, Height-Gain, and Path Antenna Gain at 1046 Mc/s on Spaced Antennas Far Beyond the Radio Horizon. *I.R.E Conv. Record*, Part I, A and P, 78-81 (March 21-24, 1955)

14. BARSIS, A. P. — Some Aspects of Tropospheric Radio Wave Propagation. *Trans. I.R.E.*, PGBTS-**6**, 1-1 (Oct. 1956).

15. BARSIS, A. P., MCGAVIN, R. E. — Report on Comparative 100 mc Measurements for Three Transmitting Antenna Heights. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 2 (April 1956).

16. BAUER, J. R., MEYER, J. H., PROHASKA, J. T., WILSON, F. A. — Recent Observations of Thin Stratified Elevated Layers in the Troposphere with Implications for Short Wave Tropospheric Propagation Beyond the Horizon. U.R.S.I., Berkeley Meeting, Oct. 12, 1956. *I.R.E. Trans.*, AP-**5**, nº 1, 168 (Jan. 1957).

17. BEAN, B. R. — Some Meteorological Effects on Scattered Radio Waves. *I.R.E. Trans.*, CS-**4**, 32-38 (March 1956).

18. BEAN, B. R., MEANEY, F. M. — Some Applications of the Monthly Median Refractivity Gradient in Tropospheric Propagation. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1419-1431 (Oct. 1955).

19. BEAN, B. R. — Prolonged Space-wave Fadeouts at 1046 Mc/s Observed in the Cheyenne Mountain Propagation Program. *Proc. I.R.E.*, **42**, 848-853 (May 1954).

20. BEAN, B. R., ABBOTT, R. L. — Oxygen and Water Vapor Absorption of Radio Waves in the Atmosphere. In press : *Geofisica Pura E Applicata* (July 1957).

21. BEARD, C. I., KATZ, I., SPETNER, L. M. — Phenomenological Vector Model of Microwave Reflection from the Ocean. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 2 (April 1956).

22. BEARD, C. I., KATZ, I. — The Dependence of Microwave Radio Spectra on Ocean Roughness and Wave Spectra. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 183-191 (April 1957).

23. BEVERAGE, H. H., LAPORT, E. A., SIMPSON, L. C. — System Parameters Using Tropospheric Scatter Propagation. *R.C.A. Review*, **16**, 432-457 (Sept. 1955).

24. BIGLER, S. G. — An Analysis of Tornado and Severe Weather Echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

25. BLACKMER, R. H. — The Lifetime of Small Precipitation Echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

26. BOOKER, H. G., DE BETTENCOURT, J. T. — Theory of Radio Transmission by Tropospheric Scattering Using Very Narrow Beams. *Proc. I.R.E.*, **43**, 281-290 (March 1955).

27. BOOKER, H. G., GORDON, W. E. — The Role of Stratospheric Scattering in Radio Communications. U.R.S.I. Berkeley Meeting, Oct. 12, 1956. *I.R.E. Trans.*, AP-**5**, nº 1, 168 (Jan. 1957).

28. BOUCHER, R. J., WEXLER, R., ATLAS, D. — Cloud and Precipitation Echoes on the APS-34 (modified) Vertical Beam Radar. *Proc. Fifth Weather Conf.*, Sept. 1955 (1956).

29. BRASEFIELD, C. J. — Measurement of Atmospheric Humidity up to 35 Kilometers. *J. Met.*, **11**, nº 5, 412-416 (Oct. 1954).

30. BULLINGTON, K. — Reflection Coefficients of Irregular Terrain. *Proc. I.R.E.*, **42**, 1258-1262 (Aug. 1954).

31. BULLINGTIN, K., INKSTER, W. J., DURKEE, A. L. — Results of Propagation Test at 505 Mc/s on Beyond-Horizon Paths. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1306-1316 (Oct. 1955).

32. BULLINGTON, K. — Characteristics of Beyond-the-Horizon Radio Transmission. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1175-1180 (Oct. 1955).

33. CAMPEN, C. F., COLE, A. E. — Tropospheric Variations of Refractive Index at Microwave Frequencies. *Geophys. Research Directorate, A.F.C.R.C., Air Force Surveys in Geophysics*, **79** (Oct. 1955).

34. CARROLL, Thomas J., RING, Rose, M. — Optical and Radio Twilight and Modes. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 580 (July 1956).

35. CARROLL, T. J., RING, R. M. — Propagation of Short Radio Waves in a Normally Stratified Troposphere. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1384-1390 (Oct. 1955).

36. CARROLL, T. J. — Overcoming the Line-of-Sight Shibboleth with the Air and High Power, 1954, *Convention Record of the I.R.E.*, Part I, 121-125 ; also *Proc. I.R.E.* (Australia), **16**, 107-112 (April 1955).

37. CHISHOLM, J. H., PORTMANN, P. A., DE BETTENCOURT, J. T., ROCHE, J. F. — Investigations of Angular Scattering and Multipath Properties of Tropospheric Propagation of Short Radio Waves Beyond the Horizon. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1317-1335 (Oct. 1955).

38. CHISHOLM, J. H. — Progress of Tropospheric Propagation Research Related to Communications Beyond the Horizon. *Trans. I.R.E.*, CS-**4**, 6-16 (March 1956).

39. CARROLL, T. J. — Marconi's Last Paper. On the Propagation of Microwaves Over Considerable Distances. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1056-1057 (Aug 1956)

40. CHMELA, A. C., ARMSTRONG, G. M. — Observation of « Angels » Beneath Convective Clouds. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

41. CONOVER, J. H. — Spiral Precipitation Patterns in Extra-tropical Cyclones. Met. Radar Studies, nº 2, Blue Hill Met. Observatory, Harvard University (1955).

42. COUNTER, V. A. — Propagation through the Troposphere and Ionosphere, presented at U.R.S.I., Wash., D. C., May 2, 1956. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, nº 1, 152-153 (Jan. 1957).

43. COX, C., MUNK, W. — Measurement of the Roughness of the Sea Surface from Photographs of the Sun's Glitter. *Jour. Opt. Soc. Am.*, **44**, 838-850 (Nov. 1954).

44. COX, C., MUNK, W. — Statistics of the Sea Surface Derived fro n Sun Glitter. *Jour. Marine Research*, **13**, 198-227, (Nov. 1, 1954).

45. CRAIN, C. M., GERHARDT, J. R., WILLIAMS, C. E. — A Preliminary Survey of Tropospheric Refractive Index Measurements for U. S. Interior and Coastal Regions. *Trans. I.R.E.*, AP-**2**, 15-22 (Jan. 1954).

46. CRAIN, C. M. — Survey of Airborne Microwave Refractometer Measurements. *Proc. I.R.E.*, **43**, nº 10, 1405-1411 (Oct. 1955).

47. CRAIN, C. M. — Microwave Refractometer Predicts Propagation. *Electronics*, **29**, nº 12, 150-154 (Dec. 1956).

48. CRAWFORD, A. B., HOGG, D. C. — Measurement of Atmospheric Attenuation at Millimeter Wavelengths. *Bell System Tech. Jour.*, **35**, 907-916 (1956).

49. CRYSDALE, J. H., DICKSON, F. H., EGLI, J. J., HERBSTREIT, J. W., WICKIZER, G. S. — Large Reduction of VHF Transmission Loss and Fading by the Presence of a Mountain Obstacle in Beyond-Line-of-Sight Paths. *Proc. I.R.E.*, **43**, 627-628 (May 1955).

50. DAVIES, H. — The Reflection of Electromagnetic Waves from a Rough Surface. *Proc. I.R.E.*, Part IV, **101**, 209-214 (Aug. 1954).

51. DEAKINS, G. E., CRAIN, C. M. — Recording Density of Electron Density in Ionized Gases. *Rev. of Sci. Instru.*, **27**, nº 8, 606-608 (Aug. 1956).

52. DEAM, A. P., FANNIN, B. M. — Phase-difference Variation in 9,350 mc Radio Signals Arriving at Special Antennas. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1402-1404 (Oct. 1955).

53. DONALDSON, R. J. — The Measurement of Cloud Liquid-Water Content by Radar. *J. Met.*, **12**, 238-244 (1955).

54. DONALDSON, R. J. — Drop Size Distribution, Liquid Water Content, Optical Transmission and Radar Reflectivity in Fog and Drizzle. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

55. DUBLIN, M. — Index of Refraction above 20.000 Feet. *J. Geophys. Res.*, **59**, 339-344 (Sept. 1954).

56. EPSTEIN, J., PETERSON, D. W. — A Method of Predicting the Coverage of a Television Station. *R.C.A. Review*, **17**, 571-582 (Dec. 1956).

57. FANNIN, B. M. — Line-of-sight Wave Propagation in a Randomly Inhomogeneous Medium. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 661-665 (Oct. 1956).

58. FANNIN, B. M., JEHN, K. H. — A Study of Radar Elevation Angle Errors Due to Atmospheric Refraction. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 71-77 (Jan. 1957).

59. FEINSTEIN, J. — Information Theory Aspects of Propagation through Time-varying Media. *J. Appl. Phys.*, **26**, 219-229 (Feb. 1955).

60. FEINSTEIN, J. — Some Stochastic Problems in Wave Propagation. *Trans. I.R.E.*, AP-**2**, 23-30 and 63-70 (Jan., April 1954).

61. FRIIS, H. T., CRAWFORD, A. B., HOGG, D. C. — A Reflection Theory far Beyond the Horizon Propagation. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1208 (Sept. 1956).

62. GERHARDT, J. R., JEHN, K. H., KATZ, I. — A Comparison of Step, Pressure, and Continuous Wire Gage Wave Recordings in the Golden Gate Channel. *Trans. Amer. Geophys. Union*, **36**, 235-250 (April 1955).

63. GERHARDT, J. R., CRAIN, C. M., CHAPMAN, H. — Microwave Refractive Index Fluctuations Associated with Convective Activity in the Atmosphere. *Bull. Amer. Met. Soc.*, **37**, nº 6, 251-261 (June 1956).

64. GERKS, I. H. — Factors Affecting Spacing of Radio Terminals in a UHF Link. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1290-1297 (Oct. 1955).

65. GORDON, W. E. — Radio Scattering in the Troposphere. *Proc. I.R.E.*, **43**, 23-28 (Jan. 1955).

66. GOSSARD, E. E., ANDERSON, L. J. — The Effect of Superrefractive Layers on 50-5,000 MC Nonoptical Fields. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 2 (April 1956).

67. GHOSE, R. N. — The Exact Solution of the Field Intensities from a Linear Radiating Source. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, nº 2, 237-238 (April 1957).

68. GHOSE, R. N., ALBRIGHT, W. G. — VHF Field Intensities in the Diffraction Zone. *Trans. I.R.E.*, AP-**2**, 35-38 (Jan. 1954).

69. HARRISON, H. T., POST, E. A. — Evaluation of C Band (5.5 cm), Airborne Weather Radar, United Airlines, Inc., Denver, Colo. (March 1954).

70. HERBSTREIT, J. W., THOMPSON, M. C. — Measurements of the Phase of Signals Received on Transmission Paths with Electrical Length Varying as a Result of Atmospheric Turbulence. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 352-358 (July 1956).

71. HERBSTREIT, J. W., THOMPSON, M. C. — Measurements of the Phase of Radio Waves Received Over Transmission Paths with Electrical Lengths Varying as a Result of Atmospheric Turbulence. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1391-1401 (Oct. 1955).

72. HINES, C. A., CRAIN, C. M. — Overwater Refraction Index Measurements from the Sea Surface to 15,000 Feet. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 161 (Jan. 1957).

73. HINES, C. A. — A Study of Propagation Conditions at Vero Beach, Florida (presented at U.R.S.I. Berkeley, California meeting, Oct. 12, 1956). *Trans. I.R.E.*, l. AP-**5**, nº 1, p. 168, (Jan. 1957.)

74. HOFFMAN, W. C. — Scattering of Electromagnetic Waves From a Random Surface. *Quart. Appl. Math.*, **13**, 291-304 (Oct. 1955).

75. INGALLS, R. P., STONE, M. L. — Characteristics of Sea Clutter at HF. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 164 (Jan. 1957).

76. JANES, H. B., WELLS, P. I. — Some Tropospheric Scatter-propagation Measurements Near the Radio Horizon. *Proc. I.R.E.*, **43**, 136-140 (Oct. 1955).

77. JANES, H. B. — An Analysis of Within-the-hour Fading in 100- to 1000 Mc/s Transmissions. *J. of Res., Nat. Bu. Standards*, **54**, 231-250 (April 1955).

78. JOHNSON, J. C. — The Back-scattering Coefficient of a Spherical Homogeneous Mixture of Ice and Air at Wavelengths Between 1 and 10 Centimeters. *J. Met.*, **12**, 188-189 (1955).

79. JONES, D. M. A. — 3 cm and 10 cm Wavelength Radiation Backscatter from Rain. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

80. KATZIN, M. — Back Scattering From the Sea Surface. *I.R.E. convention Record*, Part I, 72-77 (1955).

81. KATZIN, M. — On the Mechanism of Radar Sea Clutter. *Proc. I.R.E.*, **45**, nº 1 (Jan. 1957).

82. KESSLER, E., ATLAS, D. — Hurricane Edna, 1954. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

83. KIRBY, R. S. — Measurement of Service Area for Television Broadcasting. *Trans. I.R.E.* PGBTS-7, 23-30 (Feb. 1957).

85. KIRBY, R. S., CAPPS, F. M. — Correlation in VHF Propagation Over Irregular Terrain. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 1, 77-85 (Jan. 1956).

86. KIRBY, R. S., DOUGHERTY, H. T., MCQUATE, P. L. — Obstacle Gain Measured Over Pikes Peak at 60 and 1046 mc. *Proc. I.R.E.*, **43**, nº 10, 1467-1472 (Oct. 1955).

87. KURIHARA, Y. — Trans-horizon Microwave Propagation Over Hilly Terrain. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1362-1368 (Oct. 1955).

88. LACY, R. E. — Mountain Obstacle Measurements. *I.R.E. Convention Record* (In Press) (1957); *Proc. I.R.E.*, **45**, 374 (March 1957).

89. LACY, R. E., SHARP, C. E. — Radar Type Propagation Survey Experiments for Communication Systems. *I.R.E. Convention Record*, Part I, 20-27 (1956).

90. LA GRONE, A. H., STRAITON, A. W., SMITH, H. W. — Synthesis of Radio Signals on Over-water Paths. *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, nº 2 (April 1955).

91. LIGDA, M. G. H. — Hurricane Squall Lines. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 340-342 (1955).

92. LIGDA, M. G. H. — Precipitation Echoes and Clouds. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 47-52 (1955).

93. LIGDA, M. G. H. — The Radar Observation of Lightning. *J. Atmos. and Terr. Phys.*, **9**, 329-346 (1956).

94. MACDONALD, F. C. — Correlation of Radar Sea Clutter on Vertical and Horizontal Polarization with Wave Height and Slope. *I.R.E. Convention Record*, Part I, 29-32 (1956).

95. MACK, C. L. — Diversity Reception in UHF Long-range Communications, **43** (Vol.). *Proc. I.R.E.*, 1281-1289 (Oct. 1955)

96. MARSHALL, J. S., GORDON, W. E. — Radiometeorology. *Met. Res. Reviews, Amer. Met. Soc.* (In Press) (1957).

97. MCCRACKEN, Leslie G. — Ray Theory vs. Normal Mode Theory in Wave Propagation Problems. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 137-140 (Jan. 1957).

98. MCGAVIN, R. E., MALONEY, L. J. — A Study at 1046 Mc/s of the Reflection Coefficient of Irregular Terrain at Low Angles of Incidence. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1076 (Aug. 1956).

99. MEECHAM, W. C. — Fourier Transform Method for the Treatment of the Problems of the Reflection of Radiation From Irregular Surfaces. *J. Acoust. Soc. Amer.*, **28**, nº 3, 370-377 (May 1956).

100. MEECHAM, William G. — A Method for the Calculation of the Distribution of Energy Reflected From a Periodic Surface. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 581 (July 1956).

101. MELLEN, G. L., MORROW, W. E., Jr., POTE, A. J., RADFORD, W. H,. WIESNER, J. B. — UHF Long-range Communication Systems. *Proc. I.R.E.*, **43**, nº 10, 1269-1281 (Oct. 1955).

102. MILES, V. G. — Interpretation of the Height-versus-time Presentation of Radar Echoes. *J. Met.*, **13**, 362-368 (1956).

103. MINTZER, D. — Wave Propagation in a Randomly Inhomogeneous Medium. *J. Acoust. Soc. Amer.*, **25**, 921-1107 (1953); **26**, 186 (1954).

104. MOORE, R. K., WILLIAMS, C. S. — Radar Terrain Return at Near-vertical Incidence. *Proc. I.R.E.*, **45**, 228-238 (Feb. 1957).

105. MORROW, W. E., Jr., MACK, C. L., NICHOLS, B. E., LEONHARD, J. — Single-sideband Techniques in UHF Long-range Communications. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1854-1873 (Dec. 1956).

106. MUCHMORE, R. B., WHEELON, A. D. — Line of Sight Propagation Phenomenon, I. Ray Treatment. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1437-1438 (Oct. 1955).

107. NEWELL, R. E., GEOTIS, S. G., STONE, M. L., FLEISHER, A. — How Round are Raindrops ? *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

108. NORTON, K. A., VOGLER, L. E., MANSFIELD, W. V., SHORT, P. J. — The Probability Distribution of the Amplitude of a Constant Vector Plus a Rayleigh-Distributed Vector. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1354-1361 (Oct. 1955).

109. NORTON, K. A., RICE, P. L., VOGLER, L. E. — The Use of Angular Distance in Estimating Transmission Loss and Fading Range for Propagation Through a Turbulent Atmosphere Over Irregular Terrain. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1488-1526 (Oct. 1955).

110. NORTON, K. A., RICE, P. L., JANES, H. B., BARSIS, A. P. — The Rate of Fading in Propagation Through a Turbulent Atmosphere. *Proc. I.R.E.*, **43**, n° 10, 1341-1353 (Oct. 1955).

111. NORTON, K. A. — Point to Point Radio Relaying via the Scatter Mode of Tropospheric Propagation. *Trans. I.R.E.*, CS-**4**, n° 1 (March 1956).

112. NUPEN, W. — Annotated Bibliography on Radar as Applied to Cloud and Precipitation Physics. *Meteorological Abstracts and Bibliography*, **6**, 997-1050 (1955).

113. PENN, S., PIERCE, C., MCGUIRE, J. K. — The Squall Line and Massachusetts Tornadoes of June 9, 1953. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 109-122, (1955).

114. PIERSON, WILLARD, Jr., NEWMAN, Gerhard, JAMES, Richard. — Practical Methods for Observing and Forecasting Ocean Waves. *U. S. Navy Hydrographic Office Reprint*, 603 (1955).

115. PIERSON, Willard, Jr. — Wind Generated Gravity Waves. Advances in *Geophysics*, **2**, 93-178 (1955).

116. PLANK, V. G., ATLAS, D., PAULSEN, W. H. — The Nature and Detectability of Clouds and Precipitation as Determined by 1.25 cm Radar. *J. Met.*, **12**, 358-378 (1955).

117. RANDALL, D. L. — A Study of Some of the Meteorological Effects on Radio Propagation at 96.3 Mc/s Between Richmond, Va., and Washington, D. C. *Bull. Amer. Nat. Soc.*, **35**, 56-59 (Feb. 1954).

118. REYNOLDS, S. E., BROOK, M. — Correlation of the Initial Electric Field and the Radar Echo in Thunderstorms. *J. Met.*, **13**, 376-380 (1956).

119. RICE, P. L., DANIEL, F. T. — Radio Transmission Loss vs. Distance and Antenna Height at 100 Mc. *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, nº 2 (April 1955).

120. RICE, S. O. — Diffraction of Plane Radio Waves by a Parabolic Cylinder. *Bell Syst. Tech. J.*, **33**, 417-504 (March 1954).

121. RIDDLE, R. L., AMMERMAN, C. R. — A Preliminary Study of Fading of 100 Mc/s FM Signals. *Trans. I.R.E.*, AP-**2**, 30-34 (Jan. 1954).

122. ROGERS, T. F. — VHF Field Strength Far Beyond the Radio Horizon. *Proc. I.R.E.*, **43**, 623 (May 1955).

123. RUTKOWSKI, W., FLEISHER, A. — An Instrument for Measuring Gustiness. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

124. SCHOOLEY, A. H. — A Simple Optical Method for Measuring the Statistical Distribution of Water and Surface Slopes. *J. Opt. Soc. Amer.*, **44**, 37-40 (Jan. 1954).

125. SCHOOLEY, Allen H. — Some Limiting Cases of Radar Sea Clutter Noise. *Proc. I.R.E.*, **44**, 1043-1047 (Aug. 1956).

126. SHERWOOD, E. M., GINZTON, E. L. — Reflection Coefficients of Irregular Terrain at 10 cm. *Proc. I.R.E.*, **43**, 877-878 (July 1955).

127. SILVERMAN, R. A., BALZER, M. — Statistics of electromagnetic Radiation Scattered by a Turbulent Medium. *Phys. Rev.*, **96**, nº 3, 560-563 (Nov. 7, 1954).

128. SILVERMAN, R. A. — Some Remarks on Scattering From Eddies. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1253-1254 (Oct. 1955).

129. SILVERMAN, R. A. — Turbulent mixing Theory Applied to Radio Scattering. *J. Appl. Phys.*, **27**, nº 7, 669-705 (July 1956).

130. STARAS, HAROLD. — Forward Scattering of Radio Waves by Anisotropic Turbulence. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1374-1380 (Oct. 1955).

131. STARAS, Harold. — Antenna-to-medium Coupling Loss. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 228-231 (April 1957).

132. STOUT, G. E., HISER, H. W. — Radar Scope Interpretations of Wind, Hail, and Heavy Rainstorms Between May 27 and June 8, 1954. *Bull. Am. Met. Soc.*, **36**, 519-527 (1955).

133. STOUT, G. E., SPOCK, M. S. — A Verified Observation of Angel-type Echoes. *Proc. Fifth Weather Radar Conf.*, Sept. 1955 (1956).

134. STRAITON, A. W., TOLBERT, C. W. — Measurement and Analysis of Instantaneous Radio Height-gain Curves at 8.6 Millimeters Over Rough Surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, nº 3, 346-351 (July 1956).

135. THEISSING, H. H., CAPLAN, P. J. — Atmospheric Attenuation at Solar Millimeter Wave Propagation. *J. Appl. Phys.*, **27**, nº 5, 538-544 (May 1956).

136. THEISSING, H. H. — Atmospheric Attenuation of Solar Millimeter Wave Radiation. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 582 (July 1957).

137. THOMAS, L. R. — Microwave as Applied to Railroad Operation in Gulf Coast Area. *Elect. Eng.*, **73**, 63-67 (Jan. 1954).

138. TIDD, W. H. — Demonstration of Bandwidth Capabilities of Beyond-horizon Tropospheric Radio Propagation. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1297-1299 (Oct. 1955).

139. TOLBERT, C. W., GERHARDT, J. R. — Measured Rain Attenuation of 4.3 Millimeter Wavelength Radio Signals. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 164, (Jan 1957).

140. TOLBERT, C. W., STRAITON, A. W. — Attenuation and Fluctuation of Millimeter Radio Waves. *Proc. I.R.E.*, **45**, 374 (March 1957).

141. TOLBERT, C. W., STRAITON, A. W. — Experimental Measurement of the Absorption of Millimeter Radio Waves Over Extended Ranges. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, 239-241 (April 1957).

142. TOLSTOY, I. — Note on the Propagation of Normal Modes in Inhomogeneous Media. *J. Acoust. Soc. Amer.*, **27**, 274-277 (March 1955).

143. TROLESE, L. G. — Foreground Terrain Effects on Overland Microwave Transmissions. *I.R.E. Convention Record*, Antennas and Propagation (In Press) (1957). *Proc. I.R.E.*, **45**, 374 (March 1957).

144. TROLESE, L. C. — Characteristics of Tropospheric Scattered Fields. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1300-1305 (Oct. 1955); *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, 117-122 (July 1955).

145. TWERSKY, Victor. — On Scattering and Reflection of Electromagnetic Waves by Rough Surfaces. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, nº 1 (Jan. 1957).

146. VILLARS, F., WEISSKOPF, V. F. — On the Scattering of Radio Waves by Turbulent Fluctuations of the Atmosphere. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1232-1239 (Oct. 1955).

147. VILLARS, F., WEISSKOPF, V. F. — The Scattering of Electromagnetic Waves by Turbulent Atmospheric Fluctuations. *Phys. Rev.*, **94**, 232-240 (April 15, 1954).

148. WAIT, J. R. — Effect of the Ground Screen on the Field Radiated From a Monopole. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 179-181 (April 1956).

149. WAIT, J. R. — The Transient Behavior of the Electromagnetic Ground Wave on a Spherical Earth. *Trans. I.R.E.* ,AP-**2**, 144-148 (Oct. 1954).

150. WAIT, J. R. — Radiation From a Vertical Depole Over a Stratified Ground. *Trans. I.R.E.*, AP-**2**, 144-148 (Oct. 1954).

151. WATERMAN, A. T., Jr., BRYANT, N. H., MILLER, R. E. — Some Observations of Antenna Beam Distortion in Transhorizon Propagation. In Press *Trans. I.R.E.*, AP-5 (July 1957).

152. WATERMAN, A. T., Jr. — Some Generalized Tropospheric Scattering Relationships as Applied to Transhorizon Microwave Propagation. Presented at U.R.S.I. Washington D. C., May 1957. *Trans. I.R.E.*, AP-5 (July 1957).

153. WERMAN, S., BALZER, R. A., BALZER, M. — Statistics of Electromagnetic Radiation Scattered by a Turbulent Medium. *Phys. Rev.*, 96, 500-563 (Nov. 1954).

154. WEXLER, R. — The Melting Layer, Met. Radar Studies, n° 3, Blue Hill Met Obs., Harvard University (1955).

155. WEXLER, R., ATLAS, D. — Factors Influencing Radar-echo Intensities in the Melting Layer. *Q. J. R. Met. Soc.*, 82, 349-351 (1956).

156. WHEELON, A. D. — Near-field Corrections to Line-of-sight Propagation. *Trans. I.R.E.*, AP-4, 377-379 (July 1956).

157. WHEELON, A. D. — Note on Scatter Propagation With a Modified Exponential Correlation. *Proc. I.R.E.*, 43, 1381-1383 (Oct. 1955).

158. WHEELON, A. D., MUCHMORE, R. B. — Line-of-sight Propagation Phenomena : Part 2 ; Scattered Components. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1450-1458 (Oct. 1955).

159. WHEELON, A. D. — Near Field Corrections to Line-of-sight Propagation. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1459-1466 (Oct. 1955).

160. WILTSE, J. C., SCHLESINGER, S. P., JOHNSON, C. M. — Back-Scattering Characteristics of the Sea in the Region from 10 to 50 kc/.s *Proc. I.R.E.*, 220-228 (Feb. 1957).

Résolution de la Commission II des E. U. A.

1. La Commission II recommande que :

a) l'étendue des relations entre les signaux diffusés et la latitude, le climat et le terrain soient étudiées à l'avenir au moyen d'observations effectuées dans des zones géographiques différentes.

b) en particulier, des mesures de champ d'émetteurs à grandes puissance, devraient être faites à grande distance pour des fréquences, des hauteurs et des gains d'antenne différents. L'utilisation d'avions pour de telles mesures est recommandée.

c) les études de propagation devraient être étendues de manière à comprendre les investigations sur la distorsion d'impulsions,

sur la stabilité de phase, sur le degré d'évanouissement et sur les propriétés du signal en diversité.

d) des mesures météorologiques simultanées, destinées à améliorer la compréhension des mécanismes de propagation, sont désirables.

e) des informations quantitatives sur les relations entre les résultats précédents et les données radioélectriques pratiques devraient être recherchées, particulièrement dans le but d'obtenir des approximations satisfaisantes.

2. Vu l'importance des conditions régnant dans la basse atmosphère sur la propagation des ondes courtes, il est recommandé que l'U.R.S.I. prenne des mesures pour assurer que les institutions météorologiques nationales soient averties des besoins des chercheurs radioscientifiques dans le domaine météorologique ; de telles observations devraient être organisées de façon à fournir le plus d'informations possible applicables dans le domaine radioscientifique. Il est recommandé d'encourager les autorités nationales météorologiques à :

a) effectuer des mesures météorologiques plus détaillées, comprenant celles réalisées au moyen d'équipements aéroportés et portant particulièrement sur la structure fine de l'atmosphère.

Une attention spéciale devrait être apportée aux variations détaillées de l'indice de réfraction, dans les régions où cet indice subit des changements significatifs. L'usage du réfractomètre est particulièrement recommandé pour de telles mesures.

b) rassembler des données météorologiques complètes relatives au *a*), dans le but de leur utilisation comme aide à la prévision, sur une base statistique, des caractéristiques de propagation qui doivent être attendues dans les différentes régions géophysiques.

3. Il est recommandé qu'aussi souvent que possible des données météorologiques, d'un caractère suffisamment détaillé pour élucider le mécanisme de propagation, soient rassemblées parallèlement aux données de propagation. Il est suggéré que de nombreuses variétés de phénomènes atmosphériques sont directement ou indirectement liées à la radiopropagation troposphérique ; en conséquence, les programmes à but multiple concernant la météorologie et la mesure de signaux radioélectriques sont recommandés comme mutuellement bénéficiels et d'un intérêt économique.

N° 302. — Addendum au Rapport de la Commission Nationale II des É.-U. A.

Recherches théoriques sur la propagation par diffusion troposphérique aux Etats-Unis, 1954-1957, par Harold STARAS, Radio Corporation of America, Princeton, New-Jersey et Albert D. WHEELON, The Ramo-Wooldridge Corporation, Los Angeles, California.

(*Traduction*)

1. — SOMMAIRE

Des progrès théoriques considérables ont été effectués ces trois dernières années dans la compréhension des phénomènes de propagation transhorizontale par diffusion troposphérique. Le problème peut être approximativement subdivisé : 1) en une caractérisation du milieu aléatoire ; 2) en des calculs électromagnétiques d'intensité moyenne du signal en fonction de la distance et de la fréquence ; 3) en l'estimation des propriétés statistiques du signal. On trouve maintenant plus intéressant d'envisager explicitement le spectre des irrégularités turbulentes au lieu de la corrélation spatiale, ce qui fournit en effet une représentation univoque des variations temporelles du milieu et du signal. Les théories physiques des irrégularités turbulentes dans l'hypothèse du mélange par gradient ont été développées avec succès pour expliquer la dépendance des transmissions envers la fréquence et la distance aussi bien que les corrélations météorologiques observées.

Les descriptions statistiques de l'enveloppe d'évanouissement du signal ont été considérablement perfectionnées. La distribution des amplitudes et les évanouissements, variables avec la fréquence, ont été prédits avec succès. Le calcul de la corrélation spatiale pour le champ et le gain en hauteur indique que les paquets diffusants sont fortement anisotropes. Les résultats des expériences sur la dégradation du gain d'antenne et de celles au moyen de faisceaux mobiles étroits paraissent s'accorder avec les estimations théoriques. Une attention spéciale a été consacrée aux limitations de largeur de bande dans ce mode de propagation, et aux systèmes optima de modulation.

Une nouvelle voie d'accès au problème, basée sur la réflexion par une ou plusieurs couches, a été proposée. Un agrément satisfaisant avec les niveaux moyens du signal est fourni par ces théories bien que les propriétés statistiques restent à étudier. La théorie du mode normal basée sur les réflexions partielles internes dans une atmosphère à profil (distribution verticale) bilinéaire continue à jouer un rôle effacé suite au manque de résultats spécifiques.

2. — Caractérisation d'un milieu turbulent

L'indice de réfraction troposphérique varie d'un point à l'autre d'une manière aléatoire. Pour décrire cet effet, décomposons la constante diélectrique ($\varepsilon = n^2$) en sa valeur moyenne et une petite composante stochastique :

$$\varepsilon(r, t) = \varepsilon_o + \Delta\varepsilon(r, t) \tag{2.1}$$

ε_o est considérée ici comme une fonction de l'altitude h seule, et son gradient apparaît dans plusieurs théories physiques des irrégularités turbulentes. La fonction $\Delta\varepsilon\,(r, t)$ est ordinairement traitée comme si elle provenait d'un processus aléatoire stationnaire, spatialement homogène et isotrope.

$$\begin{aligned} &<\Delta\varepsilon(\vec{r}, t)> \;= 0 \\ &<\Delta\varepsilon(\vec{r}, t)\Delta\varepsilon(\overrightarrow{r + R}, t)> \;=\; (<\Delta\varepsilon^2> C(|\vec{R}|) \end{aligned} \tag{2.2.}$$

Peu d'attention a été consacrée aux moments d'ordre supérieur, excepté pour noter qu'ils sont complètement spécifiés en fonction de $C(r)$ si $\Delta\varepsilon$ provient d'un processus gaussien. L'intensité des fluctuations diélectriques $<\Delta\varepsilon^2>$ mesurée expérimentalement s'élève à quelque 10^{-12} tandis que la fonction de corrélation est réduite à $1/e$ à une distance de quelques centaines de mètres. Il est souvent supposé que $<\Delta\varepsilon^2>$ décroît avec l'altitude comme h^{-m}.

La corrélation spatiale C (R) est la caractéristique fondamentale de la turbulence, et son choix fixe la dépendance de la propagation par diffusion envers la fréquence et la distance. Le modèle exponentiel $C(R) = \exp -(R/l_o)$ a été utilisé extensivement dans le passé, bien que le modèle de Bessel $C(R) = (R/l_o)K_1\,(R/l_o)$ semble couramment s'accorder mieux avec l'expérience. Les irrégularités anisotropes peuvent être discutées en introduisant différentes échelles de longueur suivant des directions orthogonales (1, 2), par exemple :

$$C(R) = \exp - \left[\frac{x^2}{l_1^2} + \frac{y^2}{l_2^2} + \frac{z^2}{l_3^2}\right]^{1/2} \tag{2.3}$$

Une caractérisation équivalente du milieu turbulent est le spectre des irrégularités (3), décomposition de Fourier de la fonction de corrélation spatiale :

$$<\Delta\varepsilon^2> C(R) = \frac{1}{8\pi^3}\int d^3k e^{-i\vec{k}.\vec{R}} S(k) \qquad (2.4)$$

Si le milieu est isotrope, $S(k)$ dépend seulement de $|k|$. Le carré moyen de la fluctuation en chaque point :

$$<\Delta\varepsilon^2> = \frac{1}{2\pi^2}\int_0^\infty dk\ k^2 S(k) \qquad (2.5)$$

indique que le spectre représente la capacité des paquets, groupés suivant leur dimension, de produire des irrégularités.

L'équation (2.4) peut être inversée de manière à obtenir le spectre correspondant à une fonction de corrélation donnée. La table I donne le spectre des modèles gaussien, exponentiel et de Bessel.

TABLE I

C(R)	e^{-R^2/l_0^2}	e^{-R/l_0}	$\frac{R}{l_0} K_1\left(\frac{R}{l_0}\right)$
S(k)	$\pi^{3/2} <\Delta\varepsilon^2> l_0^3 e^{\frac{-k^2 l_0^2}{4}}$	$8\pi \frac{<\Delta\varepsilon^2> l_0^3}{[1 + k^2 l_0^2]^2}$	$6\pi^2 \frac{<\Delta\varepsilon^2> l_0^3}{[1 + k^2 l_0^2]^{5/2}}$

Afin de décrire le comportement temporel des instabilités électromagnétiques, il faut généraliser (2.2) pour l'espace et le temps. Les variations temporelles de $\Delta\varepsilon$ sont associées à des mouvements de deux types :

a) *Courants de convection.* — La structure entière (solidifiée) est transportée suivant les vents dominants, ce qui équivaut à l'introduction d'une distance de corrélation spatiale additionnelle $\vec{U}r$.

b) *Mouvements du hasard.* — En suivant le mouvement moyen, on observe des mouvements supplémentaires associés à la débâcle continuelle des tourbillons.

La combinaison de ces deux effets s'exprime convenablement par la méthode spectrale (3, 4).

$$<\Delta\varepsilon(r,t)\Delta\varepsilon(r+\mathrm{R},t+\tau)> = \frac{1}{8\pi^3}\int d^3k\, \mathrm{S}(k) e^{i\vec{k}.(\vec{\mathrm{R}}+\vec{\mathrm{U}}\tau)}\, \mathrm{C}(k.\tau) \quad (2.6)$$

C (k, r) décrit l'autocorrélation temporelle des fluctuations dans l'intervalle fixé des nombres d'onde k. Dans le sous-intervalle inertial, l'équation de dimensions montre que C(k, r) doit dépendre seulement de $v_o k_o^{\ 1/3} k^{\ 2/3} r$, bien qu'aucune dépendance fonctionnelle n'ait été établie jusqu'à présent.

La méthode spectrale est en contact direct avec la théorie physique des irrégularités turbulentes. Cette théorie fait intervenir trois intervalles représentés (fig. 1) : 1) Intervalle d'entrée $0<k<k_o$; 2) intervalle inertial $k_o<k<k_s$; 3) intervalle de dissipation $k>k_s$. Dans la troposphère, $l_s = k_s^{-1}$ est de l'ordre de quelques millimètres et $l_o = k_o^{-1}$ s'élève à des centaines de mètres. Seul l'intervalle inertial présente de l'intérêt pour la diffusion troposphérique,

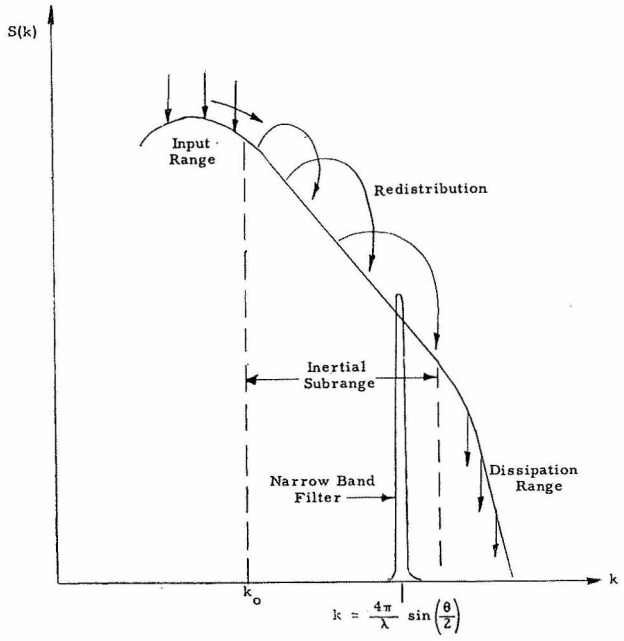


FIG. 1. — Spectre typique des irrégularités diélectriques montrant les gammes et le filtre à bande étroite qui caractérise la diffusion troposphérique.

puisque l'adoucissement d'ouverture élimine la contribution des petits paquets dans l'intervalle de dissipation, et puisque les grands paquets sont des diffuseurs relativement inefficaces. Cette circonstance est importante car l'analyse dimensionnelle peut être utilisée avec quelque confiance dans cet intervalle.

Les variations de la constante diélectrique troposphérique sont gouvernées principalement par l'abondance de la vapeur d'eau. Il s'agit par conséquent d'irrégularités établies dans un champ scalaire passif par les mouvements turbulents de l'atmosphère (champ vectoriel des vitesses). Deux théories permettent de prédire S(k) [1] :

1. — Théorie du mélange d'Obukhov

Dans cette théorie, une source virtuelle externe alimente le spectre des fluctuations en paquets de grandes dimensions (k_o). Leur redistribution ultérieure dans l'intervalle inertial est attribuée à la convection turbulente, pour laquelle l'équation de dimensions donne (5, 6, 7).

$$S(k) = <\Delta\varepsilon^2> \frac{k_o^{2/3}}{k^{11/3}}, \quad (k > k_o) \tag{2.7}$$

Si la source externe est identifiée à la dissipation d'un gradient par les paquets les plus grands :

$$<\Delta\varepsilon^2> \backsimeq k_o^{-2} \left(\frac{d\varepsilon_o}{dh}\right)^2 \tag{2.7 }$$

2. — Théorie du mélange en gradient

Dans cette approche, on considère un gradient initial d'indice de réfraction, et la manière dont il varie par convection turbulente. Les tourbillons en rotation transfèrent les particules de vapeur d'eau de haut en bas sur le profil et vice-versa. Le mécanisme des fluctuations turbulentes apparaît ainsi explicitement dans la théorie

---

[1] La plupart des auteurs sont actuellement d'accord sur le fait que les fluctuations de pression sont relativement peu importantes dans la troposphère.

et aucune source externe n'est plus nécessaire. L'intervalle inertial est encore définissable au moyen d'arguments dimensionnels (8, 9) :

$$S(k) \backsimeq \left(\frac{d\varepsilon_o}{dh}\right)^2 \frac{1}{k^5}, \quad (k > k_o) \tag{2.8}$$

Les deux théories prédisent que l'intensité des fluctuations turbulentes est proportionnelle au gradient vertical du profil non homogène moyen. Une très bonne corrélation entre l'intensité des signaux diffusés et le gradient d'indice de réfraction a été observée sur beaucoup de trajets (10). Comme les signaux diffusés intenses sont associés aux grandes fluctuations diélectriques, le fait doit être considéré comme un important succès des deux théories. Celles-ci sont comparées dans le chapitre suivant sous l'angle de leurs prédictions vis-à-vis de la fréquence et la distance.

3. — Diffusion électromagnétique par turbulence

D'après les équations de Maxwell en milieu non homogène, le vecteur électrique est donné (11) par :

$$\nabla^2 \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\delta^2}{\delta t^2} (\varepsilon \vec{E}) = -\vec{\nabla} \left[\frac{1}{\varepsilon} \vec{E} \cdot \vec{\nabla} \varepsilon \right]. \tag{3.2}$$

Plusieurs approximations sont possibles pour ce qui concerne la propagation atmosphérique. Les dérivées par rapport au temps opèrent principalement sur $\vec{E}$ puisque le champ oscille beaucoup plus rapidement que le milieu. Le second membre de (3.2) est négligeable (12) puisque $\nabla\varepsilon/\varepsilon << 1$.

Par conséquent, avec une dépendance harmonique ($k = \omega/c = 2\pi/\lambda$), l'éq. (3.2) se réduit à :

$$[\nabla^2 + k^2(\varepsilon_o + \Delta\varepsilon)] \vec{E} = 0 \tag{3.3}$$

L'approximation de Born est très souvent utilisée comme solution de (3.3) et fournit le champ total en fonction du champ non perturbé $E_o(r)$:

$$E(R) = E_o(R) - \frac{k^2}{4\pi} \int_V d^3r \, \frac{e^{-ik|\vec{R}-\vec{r}|}}{|\vec{R} - \vec{r}|} \, \Delta\varepsilon(r, t) \, E_o(r) \tag{3.4}$$

où V est le volume commun des irrégularités illuminées par $E_o(r)$ et visibles du récepteur (R). La géométrie de la propagation transhorizontale de la figure 2 indique que l'onde rayonnée $E_o(r) = E_o \exp^{i\vec{k}\vec{r}}$ ne peut pas atteindre le récepteur vu l'effet d'écran

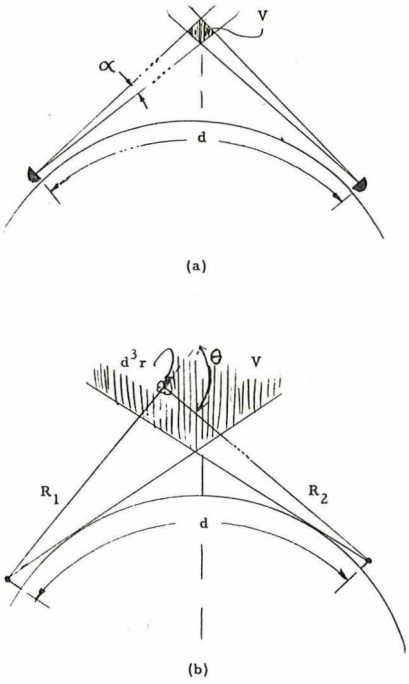


FIG. 2. — Distribution géométrique pour les calculs de propagation par diffusion : *a*) faisceaux étroits et *b*) faisceaux larges.

terrestre de sorte que le premier terme disparaît. Puisque le récepteur est toujours situé à un grand nombre de longueurs d'onde des irrégularités diffusantes, l'approximation de Fraunhofer est valable :

$$\frac{Es(R}{E_o} \simeq \frac{e^{-ikR}}{4\pi R} k^2 \int_V d^3r e^{i\vec{K}\cdot\vec{r}} \Delta\varepsilon(r, t) \qquad (3.5)$$

où $\vec{K} = \vec{k}_1 - \vec{k}_2$ est le vecteur de diffusion. La grandeur :

$$\left|\vec{K}\right| = \frac{4\pi}{\lambda} \sin\frac{\theta}{2} \qquad (3.6)$$

dépend de la longueur d'onde de la radiation et de l'angle θ de diffusion (cf. fig. 2).

La section efficace de diffusion σ (θ, λ) par unité de volume, par unité d'angle solide et par unité de puissance incidente caractérise le processus de diffusion pour chaque paquet :

$$\sigma = \frac{R^2}{V} < \left| \frac{E_s(R)}{E_o} \right|^2 > \tag{3.7}$$

Lorsque cette expression est combinée à (3,5) et (2,4), il est possible d'exprimer la section efficace directement en fonction du spectre [1]

$$\sigma(\theta, \lambda) = \frac{\pi^2}{\lambda^4} S\left[\frac{4\pi}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}\right] \tag{3.8}$$

Le processus de diffusion agit comme un filtre à bande étroite sur le spectre de la figure 1, mettant en évidence le nombre d'onde $k = |\vec{K}|$ (cf. 3.6). Les combinaisons expérimentales de λ et θ dirigent l'attention sur l'intervalle inertial de $S(k)$. La dépendance angulaire de σ est souvent interprétée comme diagramme polaire du paquet moyen. Un coup d'œil à la table 1 montre qu'à peu près toute la radiation diffusée est projetée dans un cône d'ouverture angulaire λ/l_o dans la direction avant.

Il a été suggéré par Feshbach (13) que la diffusion multiple est plus efficace que la diffusion aux grands angles. De tels effets sont certainement plus importants aux hautes fréquences puisque la convergence de la série de Born est en relation avec la petitesse de l'écart de phase quadratique moyen sur la ligne de visée

$$<\alpha^2> = \pi^2 <\Delta\varepsilon^2> L l_o/\lambda^2 \tag{3.9}$$

calculée suivant le rayon. Il est à espérer que des recherches seront consacrées à ce point important.

---

[1] On a également :

$$\sigma = \frac{\pi^2}{\lambda^4} \int_V d^3r \; e^{i\vec{K}\cdot\vec{R}} <\Delta\varepsilon^2> C(R)$$

4. — Dépendance envers la distance et la fréquence

Le rapport entre la puissance reçue et la puissance émise dépend de l'intégrale de la section efficace de diffusion sur le volume commun V défini par le diagramme d'antenne et l'effet d'ombre terrestre. Si G_2 et G_1 sont les gains d'antenne appropriés aux faisceaux qui se croisent au point de diffusion d^3r,

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{\lambda^2}{16\pi^2} \int_V d^3r \frac{2G_1 2G_2 \sigma(\theta, \lambda)}{R_1^2 R_2^2} \tag{4.1}$$

où R_1 et R_2 sont identifiables sur la figure 2. Les facteurs 2 représentent la reflexion par une Terre lisse idéale et sont seulement approximatifs. Si les faisceaux sont suffisamment étroits pour que l'angle de diffusion (et par conséquent la section efficace) soit constant sur le volume commun, l'intégrale peut être condensée :

$$\frac{P_R}{P_T} = \frac{2G_1}{4\pi[d/2]^2} \sigma V \frac{\lambda^2 \, 2G_2}{4\pi[d/2]^2} \tag{4.2}$$

Le volume de diffusion est déterminé par la largeur des faisceaux d'antenne (α) et la distance de transmission (d) : $V \backsimeq 2\,(\alpha d/4)^3/\theta$ où $\theta \backsimeq d/a$. Le modèle de mélange en gradient (2.8) peut être combiné à cette expression pour donner

$$\frac{P_R}{P_T} \left(\frac{d\varepsilon_o}{dh}\right)^2 \alpha^3 \lambda^3 \frac{a^6}{d^7} \tag{4.3}$$

De tels résultats sont facilement établis pour d'autres modèles et il serait intéressant de les comparer aux données nombreuses obtenues au M. I. T. Lincoln Laboratory au moyen de faisceaux étroits.

La majorité des données obtenues au moyen de faisceaux larges est exprimée en fonction de la puissance qui serait reçue dans l'espace libre le long d'un trajet en visibilité de même longueur [1].

---

(1) $\dfrac{P_{F.S}}{P_T} = \dfrac{G_1}{4\pi d^2} \dfrac{\lambda^2 G_2}{4\pi}$

$$\frac{P_R}{P_{F.S.}} = \frac{4\pi^2 d^2}{\lambda^4} \int_v d^3r \, \frac{S\left[\frac{4\pi}{\lambda} \sin \frac{\theta}{2}\right]}{R_1^2 \, R_2^2} \tag{4.4}$$

Les diagrammes moyens des aériens à faisceaux larges sont ôtés ici pour annuler les gains totaux. C'est cette intégrale qui a occupé de si nombreux chercheurs. Le problème consiste principalement à trouver un système de coordonnées dans lequel on peut procéder à l'intégration sur le volume commun limité par l'ombre de la Terre. Le groupe du NBS (14) a trouvé un tel système et a effectué des calculs nombreux dans l'hypothèse du modèle exponentiel. Waterman (15) a montré récemment que tout modèle spectral (à peu près) peut être exactement intégré dans le même système de coordonnées. Staras (1) a développé un système rectangulaire pour faire l'intégration d'une manière approchée ; ce système a l'avantage de faire reconnaître la dépendance de $<\Delta\varepsilon^2>$ envers h d'une manière simple et de permettre d'évoluer la corrélation d'espace et les fonctions de gain en hauteur.

En effectuant l'intégrale de volume, on doit éventuellement envisager quelques raffinements à l'hypothèse d'une terre sphérique. L'influence d'un terrain irrégulier sur la modification de l'angle de départ a conduit Norton et al. (16) au concept de distance angulaire (effective). La réfraction des faisceaux incident et diffusé par la troposphère a été décrite (16) par la modification usuelle des 4/3 sur les résultats obtenus pour une Terre sphérique. Bean (17) a envisagé l'influence de l'absorption atmosphérique sur les trajets et a déterminé la dépendance envers la fréquence et la distance, et la corrélation prévue avec les conditions météorologiques. La question de la diffraction des ondes dans la région d'ombre (au dessous du volume commun) a été étudiée par Arons (18), qui a trouvé de très faibles contributions. L'inclusion des facteurs de réflexion du sol et l'inefficacité des relations ordinaires gain-hauteur ont été démontrées incomplètement. Des corrections d'anisotropie à la diffusion devraient encore être appliquées (1.2).

Pour autant que seul l'intervalle inertial soit important dans l'intégration (4.4), on peut supposer que la fonction de dépendance envers la distance et la fréquence est séparable. Le modèle de mélange en gradient (2.8) prévoit une dépendance linéaire envers la longueur d'onde (8,9), laquelle a été établie expérimentalement

par une analyse soigneuse des expériences nombreuses au moyen de faisceaux larges (17, 18, 19). Il semble que la dépendance en $\lambda^{-1/3}$ prévue par le modèle d'Obukhov (2.7) ne résiste pas aux données expérimentales actuelles. La dépendance envers la distance de (4.4) ressort de l'intégration attentive de la fonction spectre-angle sur le volume commun. Le groupe du NBS (14) a remarqué en premier lieu la nécessité de supposer que l'intensité décroît avec la hauteur, afin d'obtenir la puissance inverse de la distance requise par l'expérience. Le modèle de mélange en gradient n'a pas de constantes de turbulence ajustables qui permette d'influencer cette dépendance envers la distance, mais dépend par contre du profil moyen $\varepsilon_0(h)$. Des estimations de l'intégrale jusqu'aux altitudes stratosphériques dans l'hypothèse d'une variation exponentielle de $d\varepsilon_0/dh$ prévoient bien la dépendance des champs diffusés jusqu'à 1000 km (21).

5. — Propriétés statistiques de l'enveloppe des évanouissements

L'enveloppe des signaux radioélectriques propagés sur des distances transhorizontales est, expérimentalement, une fonction aléatoire du temps distribuée suivant la loi de Rayleigh. Cette particularité s'explique facilement en notant que les composantes réelle et imaginaire de l'onde diffractée, donnée par l'éq. (3.2), sont distribuées suivant la loi de Gauss si $\Delta\varepsilon$ résulte d'un processus Gaussien. L'amplitude du vecteur-somme de ces deux composantes de variance égale est distribuée suivant Rayleigh (22, 23). Une démonstration plus générale qui ne repose pas sur l'approximation de Born invoque le théorème de la limite centrale appliqué aux contributions indépendantes fournies par un grand nombre de paquets diffusants dans le volume commun (24).

Les variations temporelles de l'enveloppe du signal sont physiquement rattachables à l'addition de composantes aléatoires issues des différents éléments de V, avec des fréquences déviées par effet Doppler sous l'effet des vitesses moyenne (U) et aléatoire (V_o) des tourbillons. Le problème initial consiste à déterminer la manière dont les évanouissements dépendent de la fréquence et de l'angle de diffusion ; la vitesse d'évanouissement est envisagée comme mesure convenable de la variabilité de l'enveloppe. Les

premières études de ce problème (20, 25) considèrent seulement la valeur quadratique moyenne de la somme de ces vitesses comme vitesse effective.

$$N \cong \frac{f}{c}\left\{\left[2U \sin\left(\frac{\bar{\theta}}{2}\right)\right]^2 + \frac{1}{3}V_0^2\right\}^{1/2} \qquad (5.1)$$

où $\bar{\theta}$ est l'angle de diffusion moyen dans le volume V.

Un progrès considérable a été accompli récemment, en introduisant explicitement le spectre des fluctuations diélectriques dans l'analyse du phénomène d'évanouissement (26). La séparation des contributions provenant de la vitesse moyenne d'une part, et de la vitesse turbulente d'autre part, est donnée par (2.6) pour ce qui concerne la corrélation spatio-temporelle de $\Delta\varepsilon$. L'analyse est simple pour des faisceaux étroits où l'angle de diffusion est à peu près constant sur l'étendue du volume commun. Comme le champ diffusé est proportionnel à la transformée de Fourier de $\Delta\varepsilon(r, t)$, la corrélation temporelle (1) devient :

$$\rho(\tau) = \frac{<E_s(t)E_s^*(t+\tau)>}{<E_s(t)E_s^*(t)>} = e^{i\vec{K}.\vec{U}\tau}\,\dot{C}[V_o k_o^{1/3}\,K^{2/3}\tau] \qquad (5.2)$$

où $\vec{K}$ est le vecteur de diffusion défini précédemment. Lorsque la diffusion est symétrique $\vec{K}$ est dirigé vers le haut et seule la composante verticale du vent moyen contribue à l'évanouissement dopplérien. Les mouvements aléatoires contribuent plus fortement à l'évanouissement, si U_z est petit :

$$\therefore \quad N \cong \frac{1}{\pi}\sqrt{-\frac{d^2\rho}{d\tau^2}\Big|_{\tau=0}} = \frac{V_o k_o^{1/3}}{\pi}\,\ddot{C}(0).\left\{2\frac{f}{c}\sin\frac{\bar{\theta}}{2}\right\}^{2/3} \qquad (5.3)$$

où N est le nombre moyen de croisements. La vitesse d'évanouissement due aux mouvements aléatoires est proportionnelle à $f^{2/3}$

---

(1) La corrélation d'enveloppe (détectée linéairement) est liée à la corrélation d'amplitude par la formule connue (22) :

$$A(t) = \frac{<|E_s(t)|.|E_s(t+\tau)|>}{<|E_s^2|>} \cong \frac{\pi}{2}\left(1 + \frac{1}{4}\rho^2(\tau) + \frac{1}{64}\rho^4(\tau) \ldots\right) \qquad (5.1')$$

alors que les mouvements moyens donnent la contribution linéaire connue. Les données actuelles indiquent que l'exposant de la fréquence est variable et inférieur à l'unité (27) ce qui implique un certain mélange des deux effets. Pour une diffusion symétrique seuls les mouvements aléatoires contribuent à la dépendance envers la distance (θ). Le problème devrait être reconsidéré en procédant à l'intégration de (5.2) sur les volumes communs étendus, appropriés aux expériences actuelles au moyen de faisceaux larges.

Outre l'évanouissement rapide décrit ci-dessus, une variabilité à long terme du signal moyen, appelée quelquefois « évanouissement lent », se fait sentir. Cette variabilité est probablement causée par des changements importants dans les conditions météorologiques. Il existe une différence raisonnable entre les niveaux moyens mensuels du signal et les données météorologiques moyennes (10), mais les corrélations jour par jour, et spécialement heure par heure, n'ont pas été établies. Les principaux caractères de cet évanouissement lent sont : 1) des niveaux moyens plus élevés de 10 db en été qu'en hiver, 2) moins de variabilité sur les longs parcours, pour une année donnée, puisque les altitudes correspondantes de diffusion sont grandes et puisqu'il y a moins de variabilité météorologique à haute altitude.

6. — Corrélation spatiale du champ

Une combinaison de deux récepteurs espacés (ou plus) est fréquemment exploitée pour remédier aux affaiblissements des signaux pendant les évanouissements profonds. Cette réception par diversité dépend de l'espacement des antennes, espacement qui doit être suffisamment élevé pour assurer l'indépendance statistique des signaux captés. Staras (28) a résolu le problème statistique consistant à déterminer la fraction du temps pour lequel le signal le plus intense est inférieur à un niveau donné, en fonction de la corrélation entre les deux champs.

Le problème de propagation consiste à estimer la corrélation spatiale. Gordon (20) et Rice (25) ont présenté une analyse quantitative qui montre que la distance de corrélation, normalement au trajet (horizontal et vertical), doit être de l'ordre de $\lambda a/d$ où d est la distance de transmission et a le rayon de la Terre.

Une distance de corrélation $\lambda a^2/d^2$ le long du trajet fut également déduite. Des calculs précis des trois corrélations en fonction de l'écartement furent effectués par Staras (1) d'après l'hypothèse d'un modèle de corrélation exponentiel et d'une intensité de turbulence variant comme h^{-2}. Les intégrations furent étendues à l'entièreté du volume commun de manière à permettre la comparaison aux données des faisceaux larges. Pour obtenir un accord suffisant, il fut nécessaire d'attribuer une structure non isotrope aux paquets diffusants (cf. éq. (2.3)) ; on en déduisit un rapport d'échelle verticale-horizontale d'environ 1/3. De telles expériences sont importantes en ce qu'elles portent directement sur l'anisotropie ; plus de données sont donc nécessaires. Il serait intéressant d'effectuer les calculs pour les deux modèles de mélange afin de voir quel est l'effet du spectre sur les prévisions. La réalisation d'un bon gain de hauteur pour une terre plane est limitée par la cohérence spatiale entre le récepteur et son image. La courbe conventionnelle gain-hauteur est valable pour des altitudes inférieures à la moitié de la distance de corrélation verticale ($\lambda a/2d$). Au-dessus de cette altitude, peu d'améliorations sont obtenues à cause de la décroissance progressive de l'angle de diffusion. Des calculs détaillés de cet effet (à différents degrés d'approximation) ont été effectués par Staras (1) et le groupe du NBS (29, 16, 19). L'accord entre la théorie et l'expérience sur ce point est probablement acceptable.

7. — Perte de gain et faisceaux mobiles

Lorsque des faisceaux très étroits sont utilisés sur des circuits par diffusion, il est remarqué que les gains d'antennes réalisés ne sont pas ceux pour l'espace libre. Cet effet est connu sous le nom de « perte de gain » ou de « perte par couplage antenne-milieu ». Le phénomène de perte par couplage provient du fait que les signaux reçus sont issus d'un volume diffusant étendu V. En rétrécissant le faisceau d'antenne (α) on réduit éventuellement ce volume commun plus vite qu'on n'élève le gain d'antenne (cf. éq. (4.2)).

Le problème fut traité quantitativement pour la première fois par Booker et de Bettencourt (30) et généralisé plus tard par Norton, Rice et Vogler (16) et par Staras (31) de manière à inclure

les effets de lobes non symétriques et de diagrammes d'antennes non identiques. Staras a évalué l'effet des irrégularités anisotropes sur les pertes par couplage. Il semble que les estimations plus raffinées de Norton et al. (16) et de Staras (31) sont en meilleur accord avec les données expérimentales.

Booker et de Bettencourt (30) ont considéré également l'effet résultant du déplacement simultané du faisceau à l'émission et du faisceau récepteur en azimut et en hauteur. Dans tous les cas, l'effet est d'augmenter l'angle de diffusion et de réduire la puissance reçue. Les auteurs ont utilisé le modèle exponentiel dans le calcul de l'atténuation et ont obtenu des résultats en bon accord avec l'expérience.

8. — Limitations de largeur de bande

La bande de fréquence que le milieu diffusant peut supporter sans distorsions sérieuses est en relation étroite avec les retards éprouvés sur les trajets multiples. Ceux-ci dépendent de l'étendue du volume diffusant effectif, lequel est déterminé par la largeur des faisceaux d'antenne et le diagramme de diffusion des paquets. Quand les faisceaux d'antenne sont larges, les trajets multiples sont contrôlés par les paquets diffusants et le résultat approximatif

$$\Delta f = \frac{5ca^2}{d^3} \qquad \alpha >> \bar{\theta} \tag{8.1}$$

donné par Gordon (20) montre que la bande passante décroît rapidement avec la distance. Staras (1) a calculé la corrélation de fréquence des signaux à différentes fréquences pour la fonction de corrélation anisotrope exponentielle. La valeur obtenue pour la bande passante effective est seulement la huitième de celle calculée par Gordon ; cependant, l'auteur n'a pas considéré l'effet de diversité qui doit certainement élargir la bande effective. Ce problème devrait être poursuivi d'une manière expérimentale.

Une réelle amélioration de la largeur de bande est obtenue à l'aide de faisceaux étroits. Bien qu'il en résulte une certaine détérioration du gain, la distribution angulaire des signaux à trajets multiples admis au récepteur est plus étroite et la bande passante augmentée en conséquence. Booker et de Bettencourt (30) ont examiné ce

problème pour des faisceaux d'ouverture angulaire plus petite que l'angle moyen de diffusion $\theta = d/a$, et ont trouvé que :

$$\Delta f = \frac{4ca}{\alpha d^2} \qquad \alpha << \bar{\theta} \tag{8.2}$$

cette largeur de bande augmente avec les dimensions de l'antenne, et moins rapidement avec la distance quand les faisceaux sont traversés par des lignes aériennes, les réflexions solides sur les appareils fournissent des signaux à trajets multiples de magnitude inaccoutumée et les estimations précédentes pour les faisceaux larges deviennent sans valeur.

L'influence de la bande passante du milieu sur la qualité des transmissions dépend de la valeur instantanée du signal dans la bande, et par conséquent il faut introduire le concept de « bande instantanée ». La question de savoir si la limitation de bande intervient pour la bande de base ou la bande RF des systèmes à modulation de fréquence n'est pas tranchée, et des travaux plus développés sur les schémas de modulation sont nécessaires. Il est probable, cependant, qu'un schéma à double bande latérale est préférable à un schéma à latérale unique puisqu'il fournit automatiquement une diversité de fréquence lorsqu'on utilise une détection synchrone.

9. — Réflexions par les couches élevées

Des couches sont fréquemment observées dans la troposphère comme des discontinuités dans la distribution verticale de l'indice de réfraction mesuré. Il a été suggéré, il y a longtemps, que les réflexions partielles sur ces couches pourraient expliquer la propagation par diffusion (36). Friis, Crawford et Hogg (32) ont développé cette idée avec quelques détails en faisant intervenir des réflexions incohérentes sur un grand nombre de plages dans le volume commun. Les résultats dépendent du nombre et de la dimension des plages, et de la discontinuité moyenne d'indice qu'elles introduisent à leur passage. Le rapport P_R/P_{FS} (cf. paragr. 4) calculé d'après cette théorie est proportionnel à la longueur d'onde, et en bon accord avec l'expérience. Les prévisions des auteurs concernant les faisceaux mobiles et la perte de gain sont également conformes à l'expérience. Aucune explication des

phénomènes d'évanouissement et de limitation de bande n'a été donnée jusqu'à présent sur cette base, bien qu'il soit probable de les faire apparaître en modulant l'orientation des couches. La distinction entre ces couches et les paquets allongés (irrégularités anisotropes) n'est cependant pas très claire.

Bauer (33) a étudié les réflexions partielles sur une couche sphérique simple au-dessus du sol. La représentation de Born utilisée par l'auteur pour représenter les réflexions cohérentes par la couche est critiquable. La corrélation obtenue conformément à l'expérience entre l'intensité du signal et les variations d'indice aux altitudes élevées sur le trajet est certainement intéressante.

Il est probable que ces couches sont le siège d'irrégularités intenses, si l'on admet les modèles de mélange (2, 7) ou (2, 8). La présence de telles irrégularités aux points de réflexion partielle pourrait fournir à la théorie des couches la composante aléatoire nécessaire pour expliquer les évanouissements.

Le problème peut être envisagé différemment en admettant que les paquets turbulents sont probablement créés plus efficacement sur les couches de discontinuité, de telle sorte que le volume diffusant efficace est concentré au voisinage des couches. Gordon (20) a étudié brièvement cette question de diffusion par des couches turbulentes élevées.

10. — Théorie du mode normal

L'explication de la propagation transhorizontale par les réflexions cohérentes sur la base d'une distribution verticale bilinéaire d'indice a été invoquée par Carroll et Ring (34). Malheureusement, les travaux récents sur cette question se caractérisent plus par des stratagèmes que par des résultats nouveaux. Deux importantes prévisions ont émergé d'un symposium (35), concernant la théorie du mode normal. L'intensité reçue 1) dépend exponentiellement de la distance, 2) est indépendante de la fréquence. La première prévision s'accorde mieux aux expériences dans lesquelles il est difficile de distinguer entre une variation exponentielle et une variation en raison inverse d'une puissance considérable de la distance.

La discontinuité du modèle de distribution verticale bilinéaire

continue à intéresser Friedman et d'autres (35). Bien que les réflexions cohérentes sur des couches stables peuvent contribuer appréciablement au signal moyen, la théorie du mode normal n'offre aucune explication concernant les circonstances importantes qui suivent :

1) l'enveloppe d'évanouissement,

2) les limitations de bande,

3) les corrélations spatiales,

4) les pertes de gain.

A moins que ces résultats puissent émerger du développement en série utilisé pour le champ, on doit (au moins) superposer une variation aléatoire de la constante diélectrique au modèle de Carroll.

RÉFÉRENCES

1. H. Staras. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1374 (1955).
2. H. G. Booker. — *Jour. Atmos. and Terr.* Physics, **8**, 204 (1956).
3. A. D. Wheelon. — *Jour. Appl. Physics*, **28**, 684 (1957).
4. R. A. Silverman. — *Jour. Appl. Physics*, **28**, 506 (1957).
5. A. M. Obukhov. — *Izvetia Akademii Navk, U.S.S.R., Seriya Georgri Geofiz*, **13**, 58 (1949).
6. R. A. Silverman. — *Jour. Appl. Phys.*, **27**, 699 (1956).
7. R. Bolgiano. — Turbulent Mixing and Its Role in Radio Scattering. Cornell Univ. EE. Report 334, Ithaca, New-York (30 April 1957).
8. V. Villars, V. F. Weisskopf. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1232-1239 (1955).
9. A. D. Wheelon. — *Phys. Rev.*, **105**, 1706-1710 (1957).
10. B. R. Bean, F. M. Meaney. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1419-1431 (1955).
11. A. D. Wheelon. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1459-1466 (1955).
12. M. Balser. — *I.R.E. Trans. P.G.A.P.* (Oct. 1957).
13. H. Feshbach. — (Non publié).
14. J. W. Herbstreit, K. A. Norton, P. L. Rice, G. E. Schafer. — *I.R.E. Convention Record* (March 23-26, 1953), Part 2, Antennas and Communications, pp. 85-93.
15. A. T. Waterman. — Radio Power Received Via Tropospheric Scattering, Stanford Univ. Tech. Report 461-1, Stanford, Calif. (18 July 1955).
16. K. A. Norton, P. L. Rice, L. E. Vogler. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1488-1526 (1955).
17. B. R. Bean. — *Trans. I.R.E. C.S.*, **4**, 32-38 (March 1956).

18. L. D. Arons. — An Analysis of Radio-Wave Scattering in the Diffraction Region, Cornell Univ. EE. Report 312, Ithaca, N. Y. (30 Oct. 1956).
19. K. A. Norton. — *Trans. I.R.E. C.S.*, **4**, 39-49 (March 1956).
20. W. E. Gordon. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 23-38 (1955).
21. H. G. Booker, W. E. Gordon. — The Role of Stratospheric Scattering in Radio Communication. Cornell Univ. EE Report 308, Ithaca, N. Y. (15 Sept. 1956).
22. J. L. Lawson, G. E. Uhlenbeck. — *Threshold Signals*, Vol. 13, MIT Rad. Lab. Series, McGraw-Hill (1950), p. 62.
23. R. A. Silverman, M. Balser. — *Phys. Rev.*, **96**, 560-563 (1954).
24. R. A. Silverman. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1253-1254 (1955).
25. S. O. Rice. — *Proc. I.R.E.*, **41**, 274-281 (1953).
26. R. A. Silverman. — *Jour. Appl. Phys.*, **28**, 506-511 (1957).
27. K. A. Norton, P. L. Rice, H. B. Janes, A. P. Barsis. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1341-1353 (1955).
28. H. Staras. — *Jour. Appl. Phys.*, **27**, 93-94 (1956).
29. A. P. Barsis, J. W. Herbstreit, K. O. Hornberg. — Cheyenne Mountain Tropospheric Propagation Experiments. NBS Circular 554 (3 Jan. 1955).
30. H. G. Booker, J. T. de Bettencourt. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 281-290 (1955).
31. H. Staras. — *Trans. I.R.E. P.G.A.P.*, **5**, 228-231 (1957).
32. H. T. Friis, A. B. Crawford, D. C. Hogg. — *Bell System Tech. Jour*, **36**, 627 (1957).
33. J. R. Bauer. — The Suggested Role of Stratified Elevated Layers in Transhorizon Shortwave Radio Propagation, MIT Lincoln Lab. Tech. Report, n° 124 (24 Sept. 1956).
34. T. J. Carroll, R. M. Ring. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1384-1390 (1955).
35. U. S. Navy Electronics Laboratory, San Diego, Calif. — A Summary of the Symposium on Normal Mode Theory (5-7 July 1955).
36. K. A. Norton. — *Advances in Electronics*, Vol. 1, **1**, 381-423 (1948).

France

N° 210. — Rapport du Comité National

La plupart des recherches en matière de propagation des ondes dans la troposphère sont effectuées en France par le Département Propagation du Centre National d'Etudes des Télécommunications.

D'autres ont lieu dans les laboratoires de l'Industrie Privée (Laboratoire de Physique Appliquée de la Compagnie Générale de T. S. F., notamment), dans les Services d'Etudes des divers compartiments de la Défense Nationale ou dans les Facultés des Sciences. Certains problèmes théoriques sont étudiés par le Département Mathématiques du C. N. E. T.

Un Colloque International sur les problèmes d'actualité dans la propagation des ondes radioélectriques a été organisé à Paris, en septembre 1956, par le Comité National Français de Radioélectricité Scientifique et la Société des Radioélectriciens, sous le patronage de l'U.R.S.I. Il a permis un échange de vues fructueux entre chercheurs français et étrangers.

I. — Propagation des ondes en-deçà de l'horizon

Dans le domaine de la propagation des ondes en visibilité, les recherches expérimentales ont porté sur l'étude de liaisons fixes, intéressantes par leur situation géographique ou climatique : (liaisons maritimes à grande distance (4) (11), étude de tronçons successifs de faisceaux hertziens (46), étude de trajets mixtes (46)), ou sur l'étude des phénomènes de propagation anormale en radiodétection (43).

Les recherches, tant expérimentales que théoriques, peuvent être rassemblées dans les chapitres suivants :

1. — *Etude des fluctuations des champs troposphériques*

Plusieurs travaux ont tenté de relier les fluctuations des champs à des phénomènes de turbulence du milieu de propagation — soit par l'étude théorique de la composition de vecteurs aléatoires (7), soit par l'étude des paramètres de la turbulence susceptibles de rendre compte des fluctuations (17), soit par l'analyse du spectre des fluctuations à partir de leurs fonctions d'autocorrélation (36), soit par l'interprétation des fluctuations du rayonnement solaire (15) (27). Ces études, dont les résultats présentent une certaine concordance, montrent cependant la nécessité d'une connaissance meilleure des caractéristiques de la turbulence atmosphérique.

D'autres études considèrent le problème des fluctuations sous un aspect plus directement orienté vers la pratique : conséquences sur l'exploitation des liaisons (14), influence de l'emploi d'une diversité (11) (19).

Les problèmes d'analyse d'enregistrements de champ ont conduit à élaborer les éléments d'une méthode statistique, susceptible à la fois de répondre aux besoins pratiques d'une façon plus complète qu'une simple courbe de distribution et de permettre la mise en évidence de types de propagation caractéristiques (42). La nécessité d'une telle méthode d'analyse apparaît nettement pour l'utilisation théorique et pratique des résultats de liaisons.

2. — *Influence de la basse atmosphère*

L'influence des discontinuités macroscopiques de l'atmosphère sur la propagation en visibilité a fait l'objet de divers travaux. Dans le cas de discontinuités verticales, des essais en Méditerranée ont permis l'étude des conditions de guidage (33). Ces conditions ont fait également l'objet d'un travail d'interprétation théorique par l'introduction de la notion de longueur d'onde d'espace (30). Le cas des discontinuités horizontales, et notamment le déplacement des masses d'air frontales, a été étudié dans ses conséquences sur les évanouissements (18) (39).

Une étude des conséquences de discontinuités plus fines de l'atmosphère a conduit à l'examen du phénomène de focalisation ou de défocalisation des rayons (19).

Ces divers travaux peuvent être considérés comme des éléments d'une étude de radioclimatologie et permettent de préciser les limites de validité de certaines hypothèses sur la linéarité ou la stratification horizontale de l'atmosphère.

3. — *Influence des irrégularités de surface*

Peu d'études ont été entreprises dans ce domaine. On peut citer un travail théorique utilisant une transformation conforme pour ramener le cas d'un sol irrégulier à celui d'un sol uni avec une hétérogénéité équivalente de l'atmosphère (10). On peut citer également quelques travaux sur les surfaces réfléchissantes en ondes millimétriques (24).

II. — Propagation au-delà de l'horizon

Les problèmes de propagation au-delà de l'horizon ont fait l'objet de nombreuses études expérimentales, et de divers travaux

théoriques, tant sur l'origine des phénomènes que sur certains aspects particuliers des conditions de propagation.

On peut distinguer les études ayant trait à la propagation lointaine proprement dite et celles concernant des trajets franchissant des arêtes montagneuses.

1. — *Propagation lointaine des ondes ultra-courtes*

Les liaisons utilisant la propagation au-delà de l'horizon ont fait l'objet de diverses publications ; les unes étudient les caractéristiques générales de telles liaisons (12) (21), d'autres des aspects particuliers tels que les limites de calcul dans des conditions géographiques ou climatiques données (31), ou tels que les critères de choix des caractéristiques des équipements (37) ou des fréquences de trafic (2), ou tels enfin que l'influence des aspects particuliers des champs lointains sur les systèmes classiques (13) ou la bande passante transmissible (29).

Les liaisons expérimentales, ayant fait l'objet d'études particulières de propagation, sont notamment les suivantes : trajets terrestres en France, Paris — Fontaine Raoult (200 km, 200 Mc/s) (3), Paris — Poitiers (270 km, 450 et 850 Mc/s) (44) ; trajets maritimes, Continent-Corse (250 km, 450 Mc/s) (4), Corse-Algérie (550 km, 100 Mc/s) (54) ; trajets africains, Douala-Yaoundé (200 km, 150 et 450 Mc/s) (32).

Les résultats obtenus ont permis, dans une certaine mesure, de préciser les courbes probables d'affaiblissement de propagation au-delà de l'horizon en fonction de la distance, ainsi que l'influence climatique. Mais la dispersion actuelle des résultats expérimentaux ne semble pas permettre une précision suffisante pour le calcul a priori d'une liaison. Les principaux paramètres qu'il paraît nécessaire de préciser sont : l'influence de la distance sur les affaiblissements moyens, l'effet saisonnier, les caractères des fluctuations rapides, l'effet d'une obstruction ou d'un dégagement des extrémités, l'influence climatique.

Certains travaux théoriques sur la propagation lointaine se sont efforcés d'apporter quelques précisions sur la diffraction sphérique (34), ou de reprendre les calculs de diffraction dans le cas d'une atmosphère de structure non-linéaire (53).

Mais la plupart des travaux théoriques concernent le phénomène de diffusion des ondes dans l'atmosphère. Le rôle de la turbulence

atmosphérique a été abordé de divers points de vue : choix des paramètres de la turbulence convenant aux observations expérimentales (17), comparaison des divers modèles de turbulence (8) (10*bis*), interprétation spectrale de la diffusion (10*bis*, 29, 30). Les fonctions d'autocorrélation des fluctuations du champ ont été reliées soit aux vitesses des éléments diffusants (40), soit au spectre de la turbulence (36).

Des mesures entreprises à l'aide d'un réfractomètre permettent une comparaison de la turbulence météorologique et des fluctuations de l'indice de réfraction.

D'autres travaux ont étudié l'influence des réflexions partielles (25), ou de couches minces de stratification de l'atmosphère (26).

2. — *Propagation au-dessus d'arêtes de montagnes*

Divers trajets de grande longueur, comprenant une arête comme horizon commun des extrémités, ont été étudiés, notamment Bone-Bouzizi en Algérie (100 km, 500 Mc/s) (49), Mont Ventoux-Mont Agel dans les Alpes (180 km, 2000 et 3000 Mc/s) (49), Martinique-Guadeloupe de part et d'autre de l'Ile de la Dominique (190 km, 90 Mc/s) (50).

Ces liaisons ont fait apparaître des affaiblissements de propagation plus faibles que pour les mêmes distances en l'absence d'horizon commun. Il semble que les champs soient stables la plupart du temps, bien que durant certaines périodes apparaissent des évanouissements assez rapides.

Le phénomène de propagation au-dessus d'un sol irrégulier a fait l'objet d'une étude comparant l'influence des irrégularités au cas d'une atmosphère hétérogène (10), et d'un calcul théorique dans le cas où l'arête a la forme d'un cylindre parabolique (55).

III. — Radiométéorologie

Outre les études déjà signalées sur les relations entre affaiblissements de propagation en visibilité ou au-delà de l'horizon et les conditions météorologiques, les principaux travaux en radiométéorologie peuvent être rassemblés sous les deux rubriques suivantes :

1. — *Radioclimatologie*

On s'est efforcé d'établir une relation valable entre régions climatiques et conditions de propagation. Le travail préalable consiste à déterminer le paramètre météorologique susceptible de rendre compte au mieux de la situation météorologique dans les basses couches de l'atmosphère. Le choix du gradient d'indice qu'il a fallu d'ailleurs préciser, semble préférable à celui de la réfractivité au sol. Un travail d'analyse des données recueillies au cours des dernières années par les radiosondages des stations météorologiques de France et des Territoires d'Outre-Mer, a permis d'établir des prévisions d'influence climatique, que les résultats de liaisons, en nombre malheureusement insuffisants, ont permis de vérifier. Les effets climatiques sur les liaisons au-delà de l'horizon, dans les différentes régions d'Europe et d'Afrique, pourraient être de l'ordre de 20 db (31, 47).

On peut rattacher à la radioclimatologie la mise au point d'un matériel de radiosondage fin (20) et une étude sur la définition de l'indice à partir des données météorologiques (35).

2. — *Utilisation de la propagation pour la météorologie*

Des études sont poursuivies sur l'utilisation du radar en ondes ultra-courtes pour les besoins des services météorologiques, et notamment dans l'étude des pluies (51). On peut signaler également une étude théorique sur l'effet d'un champ électromagnétique sur des gouttes de pluie (23).

BIBLIOGRAPHIE

FIN 1954 :

1. Y. PLACE, O. BLAUWART, J. FOSSARD. — La propagation des ondes métriques à grande distance. *Bull. Sces Radio,* Oct. 54 et Janv. 55.
2. F. DU CASTEL, P. RIVET. — Problèmes de propagation et conditions d'emploi des ondes ultra-courtes. *Note Prélim. L.N.R.*, n° 180, Oct. 54.
3. J. C. SIMON, V. BIGGI. — Un nouveau type d'aériens et son application à la transmission de télévision à grande distance. *Onde Electrique*, NOV. 54.
4. F. DU CASTEL, G. DUMOULIN. — Rapport préliminaire sur des essais de propagation à grande distance en Méditerranée. *Note Prélim. L.N.R.*, n° 184, Déc. 54.

5. P. L. HENNEQUIN. — Influence de la turbulence de l'atmosphère sur des liaisons en visibilité ou au voisinage de l'horizon. *Note Prélim. L.N.R.*, nº 184, Annexe, Déc. 54.

6. A. LAURENS. — Faisceaux hertziens de télévision en ondes centimétriques. *Onde Electrique*, Déc. 54.

1955 :

7. J.C. SIMON. — Quelques problèmes de fluctuations en radioélectricité. *Ann. de Radioélectricité*, Janv. 55.

8. F. DU CASTEL. — Calcul théorique des liaisons par diffusion. Conf. Groupe Etude Prop., L.N.R., Fév. 55.

9. M. THUE. — Etude de propagation entre le Mt Pilat et le Mt Ventoux. *C.N.E.T.*, Etude nº 343 T, Juin 55.

10. J. VOGE. — Influence des irrégularités de la surface de sol sur la propagation des ondes. *Note Prélim. L.N.R.*, nº 187, Mai 55, et Symposium on Electromagnetic wave theory, Michigan, U.S.A., Juin 55.

10*bis*. J. VOGE. — Radioélectricité et troposphère. *Onde Electrique*, Juin 55.

11. R. CABESSA. — Réalisation de liaisons par faisceaux hertziens de qualité sur des trajets maritimes en Grèce. *Onde Electrique*, Août. 55.

12. J. VOGE. — Faisceaux hertziens à grande portée. *Note Information Techn. C.N.E.T.*, PR 3101, Sept. 55).

13. P. CLAVIER. — Influence de la propagation par diffusion sur les systèmes de transmission classiques. *C. R. Groupe Etude Propag.*, II, L.N.R., Nov. 55.

14. L. LIBOIS. — Problèmes posés par les fluctuations de propagation dans les liaisons par faisceaux hertziens. *C. R. Groupe Etude Prop.*, II, L.N.R., Nov. 55.

15. JL. STEINBERG. — Propagation troposphérique du rayonnement radioélectrique solaire. *C. R. Groupe Etude Propag.*, II, L.N.R., Nov. 55.

16. M. THUE, G. RAYNAUD — Mesure de l'affaiblissement de propagation à 350 Mc/s entre les stations hertziennes de Rennes et Chateaubriant *C.N.E.T.*, Rapport nº 22, Déc. 55.

1956 :

17. F. DU CASTEL. — Etude de l'influence de la turbulence atmosphérique sur des liaisons méditerranéennes en ondes ultra-courtes. *Onde Electrique*, Janv. 56.

18. P. MISME. — Fadings d'interférences causés par des discontinuités frontales. *Onde Electrique*, Janv. 56.

19. P. RIVET. — Etude de l'effet de focalisation sur des liaisons longues en visibilité. *Onde Electrique*, Janv. 56.

20. P. MISME. — Méthode de mesure thermodynamique de l'indice de réfraction de l'air. *Ann. des Télécomm.*, Avril 56.

21. L. Boithias, J. Voge. — Liaisons radioélectriques à grande distance en ondes ultra-courtes. *Echo des Recherches,* Juil.-Oct. 56.

22. P. Chavance. — Résultats d'essais de propagation par diffusion à distances moyennes. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

23. P. Jessel. — Mise en équations fonctionnelles des problèmes de propagation et de diffraction. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

24. E. Labin. — Etude des surfaces réfléchissantes dans le domaine des ondes millimétriques. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

25. P. Rivet. — Analyse des conditions locales des réflexions partielles et comparaison avec la théorie de la diffusion dans l'explication des champs au-delà de l'horizon. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

26. J. Robieux. — Interaction entre ondes rayonnées et ondes de surface et son application à la propagation lointaine. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

27. JL. Steinberg, I. Kazes. — Influence de la turbulence troposphérique sur la réception des bruits d'origine cosmique. *Colloque Propagation,* Paris, Sept. 56.

28. L. Boithias. — Nomogrammes relatifs à la propagation des ondes inférieures à 10 m. *C.N.E.T.,* Note Techn. Inform., PR 3104, Oct. 56.

29. J. Voge. — Useful bandwith in scatter transmission. *Proc. I.R.E.,* Nov. 56.

30. F. du Castel. — L'introduction d'une longueur d'onde d'espace dans des problèmes de propagation. *Revue d'Optique,* Déc. 56.

Début 1957 :

31. F. du Castel. — L'utilisation de la propagation à grande distance des ondes ultra-courtes pour les liaisons téléphoniques en Afrique. *Conf. Société Radioélectriciens,* Paris, Fév. 57.

32. R. Dreyfus, P. Augier, L. Boithias, F. du Castel, P. Misme, F. Mercier. — Essais de propagation radioélectrique en ondes ultra-courtes au Cameroun. *B.C.E.O.M.,* Paris, Fév. 57.

33. L. Boithias, P. Misme. — Un exemple de propagation guidée en Méditerranée. *Ann. des Télécomm.,* Avril 57.

34. G. Boudouris. — Le problème de propagation au-dessus de la terre sphérique est-il définitivement résolu ? *Onde Electrique,* Mai 57.

35. G. Boudouris, A. Bataglia, A. Gozzini. — Sur l'indice de réfraction de l'air humide en micro-ondes. *Annales des Télécomm.,* Mai 57.

36. F. du Castel. — Divers types de fluctuations des champs troposphériques et leur interprétation physique. *Onde Electrique,* Mai 57.

37. P. Clavier. — Calcul d'une liaison par diffusion troposphérique optimum du point de vue économique. *Onde Electrique,* Mai 57.

38. J. Mevel. — Interaction de deux sphères voisines placées dans un champ électromagnétique. *Ann. des Télécomm.,* May 57.

39. P. Misme. — Influence des variations brutales des masses d'air sur la propagation troposphérique. *Ann. des Télécomm.*, Mai 57.

40. JC. Simon, J. Arsac. — Problèmes de fluctuation en propagation lointaine. *Onde Electrique*, Mai 57.

41. J. Voge. — Perspectives nouvelles dans la propagation des ondes radioélectriques. *L'Age Nucléaire*, Mai-Juin 57.

42. F. du Castel, P. Rivet. — Etude d'une méthode d'analyse statistique des données expérimentales de propagation troposphérique. *Ann. des Télécomm.*, Juin 57.

43. P. Misme, A. Perlat. — Erreurs d'altitude dans la radiodétection des sondes météorologiques. Communication à la C.I.M.O., Paris, Juin 57.

A paraitre :

44. L. Boithias, F. du Castel. — Etude de liaisons à grande distance en ondes ultra-courtes en France.

45. L. Boithias, F. du Castel. — Essais de propagation à grande distance en A. O. F.

46. L. Boithias, F. du Castel, P. Misme. — Etudes de propagation sur des liaisons en visibilité.

47. F. du Castel, P. Misme. — Eléments de radioclimatologie.

48. F. du Castel, C. Fremiot. — Etude d'une liaison transalpienne par diffraction.

49. P. Chavance. — Liaisons par diffraction en Algérie.

50. A. Guiart. — Effet de diffraction entre la Martinique et la Guadeloupe.

51. R. Lhermite. — Utilisation du radar en météorologie.

52. P. Misme, G. Helbert. — Turbulence atmosphérique et fluctuations de l'indice de réfraction.

53. P. Poincelot. — Propagation des ondes dans une atmosphère à indice variable.

54. Y. Place. — Résultats de propagation en ondes métriques entre la Corse et l'Algérie.

55. L. Robin. — Diffraction par un cylindre parabolique.

Italie

N° 160. — Rapport de la Commission II du Comité National

Pendant la période depuis juillet 1954 jusqu'à juin 1957, diverses expériences de propagation troposphérique furent effectuées en Italie, surtout par des sociétés privées, mais généralement

pour accomplir des commandes de faisceaux Hertziens faites par l'Etat ou par des organisations dépendant de l'Etat.

Un choix de ces expériences est rapporté ci-après (1). Suit une bibliographie de revues ; la plus grande partie des expériences y est décrite (voir les numéros de référence) ainsi que nombre de travaux théorétiques et divers.

1. — Radiopropagation sur des parcours optiques

1.1. Naples-Capri (km 32) sur 585-685 Mc/s (M. M.).

A cause de la présence assez fréquente de « ducts » très hauts et pour éviter des « fadings » très profonds il fut nécessaire de baisser le poste de Capri, de sorte à le placer (ainsi que celui de Naples) à une hauteur inférieure à celle minimum du duct capable de recueillir la fréquence donnée (non publié).

1.2. Milan-M. Cimone (km 185) et M. Penice-M. Venda (km 195) sur 1000 Mc/s (M. M.).

Pendant 99 % du temps, les fadings ne dépassèrent pas 13 db au dessous du champ médian pendant l'hiver et 17 db pendant l'été (bibl. 1.2).

1.3. Milan-M. Cimone sur 250, 500, 1000 Mc/s (M. M.). Les fadings lents sont à peu près les mêmes pour les quatre fréquences ; les rapides augmentant avec la fréquence. Les fadings augmentent aussi avec la distance, comme d'autres essais l'ont prouvé (bibl. 1.3).

1.4. Trivero-Milan (km 87) et Trivero-Caravaggio (km 120) sur 1000 et 4000 Mc/s (M. M.). Sur ces enregistrements, une contribution particulière sera présentée à l'Assemblée U.R.S.I.

1.5. M. Argentario-M. Limbara (km 230) sur 800-1000 Mc/s (M. M.) et sur 200 Mc/s (S-F).

La RAI (Radiotélévision Italienne) promut ces expériences dans le but d'étendre les programmes de télévision à la Sardaigne. On obtint des résultats favorables (non publiés).

---

(1) (M. M.) : Magneti Marelli, Milan ; (S-F) : Groupe SIRTI-FACE, Milan ; (M) : Microlambda, Naples.

A cause de l'espace limité nous ne rapportons pas les expériences faites par d'autres Sociétés et Instituts.

1.6. Faisceau Hertzien à large bande (pour télévision et téléphonie multiple) entre Rome et Pescara, sur 4000 Mc/s (M. M.).

Ce faisceau Hertzien est en train d'entrer en service pour l'Azienda di Stato Servizi Telefonici. Des enregistrements de champ furent effectués pendant l'été 1956 sur les différentes traites (longues jusqu'à 60 km (Bibl. 1.6).

1.7. Cuneo-Colle Maddalena-Torino sur 2500 Mc/s (S-F).

La distribution statistique du champ e. m. de ce faisceau Hertzien en fonctionnement fut étudiée sur la base d'une longue période d'enregistrement (bibl. 1.8).

1.8. Camaldoli-Ventotene (km 63) et Camaldoli-Ponza (km 103) sur 6250-6425 Mc/s (M).

Pendant l'automne 1956, une valeur médiane du coefficient du rayon terrestre de 2 fut trouvée (non publié).

2. — Radiopropagation au-delà de l'horizon

2.1. Sardaigne-Minorque sur 300 Mc/s (S-F).

Des enregistrements systématiques en conditions météorologiques diverses furent effectués. On trouva des valeurs médianes en bon accord avec la théorie de la diffusion troposphérique (bibl. 2.1). Les expériences seront poursuivies sur 900 Mc (S-F, Ingg. Niccolai et Bonavoglia).

3. — Recherches théoriques — Divers

Propagation optique : 3.4. ; 3.6 — Propagation monoptique : 3.5 ; 3.8 ; 3.9. Réflecteurs passifs : 3.7. — Description statistique de champ e. m. fluctuants : 3.1 ; 3.2 ; 3.10 — Mesures de champs e. m. fluctuants avec compteurs électroniques : 3.3. — Radarmétéorologie : 3.11.

BIBLIOGRAPHIE

1.2. F. Vecchiacchi. — Expériences de radiopropagation sur 1000 Mc. *Alta Frequenza,* Avril 1956.

1.3. F. Carassa. — Expériences de radiopropagation sur 250, 500 et 1000 Mc. *Alta Frequenza,* Oct. 1956.

1.7. G. Monti Guarnieri. — Faisceau Hertzien Rome-Pescara sur 4000 Mc. *Rapports de la Réunion sur les Faisceaux Hertziens,* Rome, Juin 1957.

1.8. L. Bonavoglia. — Etudes de propagation sur des faisceaux Hertziens en fonctionnement. *L'Elettrotecnica,* Sept. 1956.

2.1. A. Antinori. — Investigations sur la propagation non optique de fréquences très élevées entre la Sardaigne et Minorque. *Electrical Communication,* Juin 1956.

3.1. L. Sacco. — La distribution statistique de l'intensité des signaux radioélectriques propagés dans la troposphère et dans l'ionosphère. *Piccole Note Recensioni e Notizie* (*N. R. N.*), n° 2, 1954.

3.2. T. Baldi. — Sur la probabilité des fluctuations dans les connexions entre points en visibilité. — *La Ricerca Scientifica,* Avril 1955.

3.3. F. Cappuccini, A. Chinni, G. Francini. — Un compteur électronique pour la mesure statistique du champ e. m. *N. R. N.*, n° 11, 1955.

3.4. L. Sacco. — Liaison radioélectrique en régime de super-réfraction atmosphérique. *Alta Frequenza,* Déc. 1955.

3.5. A. Chinni. — Turbulence et propagation par diffusion dans la troposphère. *N. R. N.*, n° 1, 1956.

3.6. L. Sacco. — Graphiques de propagation pour ondes ultra-courtes sur des parcours optiques. *VIIIe Assemblée Générale, C.C.I.R.,* Varsovie, Mai 1956, Doc. 352-E.

3.7. C. Micheletta. — Sur l'équivalent d'insertion d'antennes de transit à miroir. *Alta Frequenza,* Juin-Août. 1956.

3.8. A. Chinni, G. C. Corazza. — Le gain des antennes très directives dans la propagation par diffusion. *N. R. N.*, n° 6, 1956.

3.9. B. Peroni. — Calcul de principe de faisceaux Hertziens multiples basés sur la diffusion troposphérique. *Compte rendus du Congrès Scientifique de la 3e Réunion de l'Electronique,* Rome, Juillet 1956.

3.10. G. Francini. — La description statistique des grandeurs électriques fluctuantes. *La Ricerca Scientifica,* n° 10, 1956.

3.11. G. Latmiral, A. Sposito. — Observations radarmétéorologiques dans la bande des 3 cm. *Annali dell'Istituto Universitario Navale,* 1956.

Japon

N° 198. — Rapport du Comité National à la Commission II

par H. Hatakeyama et K. Isono

(*Traduction*)

Une série d'expériences (1, 2, 3) sur le gain d'obstacle d'une montagne a été effectué par le Laboratoire de Recherches Radioélectriques. Les ondes VHF et SHF émises de Tokyo furent reçues

au-delà du Mt. Fuji, du Mt. Mikuni et du Mt. Yamizo. Les trajets inverses furent également examinés. Les résultats de ces expériences montrèrent que le gain d'obstacle est si remarquable que des communications à longue distance par VHF sont possibles quand une haute montagne se trouve au point milieu du trajet. Des expériences sur la propagation à longue distance (400 km à 300 km) ont été également effectuées.

Des expériences sur la propagation maritime des ondes VHF ont été faites entre Kokubunji et l'Ile Hachijo. L'effet de « duct » est apparu fréquemment. De telles expériences ont également été effectuées entre Hiraiso et Inubo sur 10 Gc/s, 150 Mc/s et 60 Mc/s (4, 5).

Le Laboratoire de Recherches Techniques de la NHK a procédé à des mesures (6, 7) sur les ondes de télévision émises de Tokyo par 3 stations [JOAK (103,25 Mc/s ; 63,5 kw), JOAX (171,25 Mc/s ; 100 kw) et JOKR (183,25 Mc/s ; 100 kw)] sur le sommet du Mt. Tokin (676 m d'altitude, préfecture de Niigata) en été et en automne 1956. Des essais sur la propagation maritime ont été également effectués entre Tokyo et Tateyama.

La variation des profils M avec le temps a été continuellement observée jusqu'à des altitudes de 300 m, au moyen d'une antenne-tour de radiodiffusion, par le Laboratoire des Communications Radioélectriques de la Corporation Japonaise des Télégraphes et Téléphones. Les profils M observés furent comparés aux enregistrements d'évanouissements obtenus simultanément sur 4000 Mc/s. Des essais de propagation par trajets multiples furent effectués par le Laboratoire des Communications radioélectriques en utilisant la méthode panoramique (intervalle de fréquence 3850 $\pm$ 250 Mc/s) sur deux trajets en visibilité dont l'un était parallèle au sol et l'autre disposé obliquement. Le Laboratoire a également procédé à des expériences sur la diffraction des ondes électromagnétiques par une chaîne dominante de montagnes, et sur la propagation des ondes VHF au-delà de l'horizon.

L'Institut de Recherches techniques de la Compagnie Nationale Japonaise des Chemins de Fer a procédé à des expériences sur la propagation maritime (6720 Mc/s) entre Hakodate et Sapporo et sur la propagation terrestre entre Tokyo et Osaka.

Des investigations ont été faites par de nombreux chercheurs. La propagation à travers la surface séparant deux milieux diffé-

rents a été discutée par Furutsu (8, 9, 10). La relation entre la turbulence atmosphérique et la diffusion des ondes électromagnétiques a été discutée par Tao (11). Tukizi a étudié théoriquement la scintillation (12, 13). Les effets des conditions météorologiques ont été étudiés par Hirao, Tao et Baba (14, 18).

RÉFÉRENCES

1. Kono, T., Uesugi, Y., Hirai, S., Niwa, S., Irie, H. — Measurements of field intensity of VHF waves behind Mt. Fuji. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 1, nº 5, pp. 1-16.
2. Kono, T., Nishikiori, K., Fukushima, M., Ikeda, M., Yoshida, N. — Experimental studies on diffracted waves from a mountain at 3,000 Mc. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 8, pp. 163-180.
3. Kono, T., Hirai, M. — Uses of diffraction effect of mountains for VHF radio communication. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 9, pp. 293-310.
4. Onoue, M., Nenohi, M., Usui, R., Irie, H. — Radio transmission experiments of microwaves over the sea. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 3, nº 12, pp. 119-125.
5. Hirao, K., Maruyama, H. — Meteorological consideration on the VHF propagation between Inubo and Hiraiso. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 1, nº 6, pp. 31-40.
6. Murakami, I. — Reception of television signals from Tokyo at Tokinyama. *The Technical Journal of Japan Broadcasting Corporation*, nº 29, Dec. 1956.
7. Yoshida, J. — Radio propagation tests between Tokinyama and Niigata at 7,000 Mc., *ditto.*
8. Furutsu, K. — Propagation of electromagnetic waves over a flat earth across a boundary separating different media and coastal refraction. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 7, pp. 1-50.
9. Furutsu, K. — Propagation of electromagnetic waves over a flat earth across two boundaries separating three different media. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 9, pp. 239-280.
10. Furutsu, K. — Propagation of electromagnetic waves over the spherical earth across boundaries separating different earth media. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 10, pp. 345-398.
11. Tao, K. — On the relationship between the scattering of radio waves and the statistical theory of turbulence. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 4, nº 15, pp. 15-24.
12. Tukizi, O. — Theory of the scintillation fading of micro-waves, *I.R.E. transactions*, Jan. 1957, sous presse.
13. Tukizi, O. — Théorie du fading des Ondes Ultra-Courtes, présentée au Symposium International sur la Propagation des Ondes. Sept. 1956, Paris.

14. HIRAO, K. — Fading of the ultra short wave and its relation to the meteorological condition. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 3, nº 13, pp. 189-255.

15. TAO, K., BABA, Y. — On the distribution of refractive index in the lower atmosphere in Japan. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 1, nº 5, pp. 17-28.

16. TAO, K. — On the relationship between the hourly variation of field strength and the structure of the lower atmosphere. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 2, nº 8, pp. 181-192.

17. HIRAO, K. — What role does the nocturnal cooling play in the ultra short wave propagation ? *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 1, nº 1, pp. 27-40.

18. TAO, K. — Some considerations for the field strength of ultra short wave at night. *J. Radio Res. Labs.*, Vol. 3, nº 11, pp. 77-100.

Nouvelle Zélande

Nº 157. — Rapport du Comité National à la Commission II

(*Traduction*)

1) Des travaux ont été exécutés sur les conditions de propagation des émissions en micro-ondes en utilisant un trajet optique (65 à 70 km) situé en très grande partie au-dessus de la mer, mais comprenant une montagne à pic dont la crête mettait, théoriquement, le récepteur à l'abri des rayons réfléchis par la mer.

2) Des observations ont été effectuées sur le spectre de rétrodispersion par la surface de la mer en utilisant un système radar sur 13,5 Mc/s. Ce travail a fait l'objet d'un article (1).

RÉFÉRENCE

1. CROMBIE, D. D. — Doppler Spectrum of Sea Echo at 13.5 Mc/s. *Nature*, **175**, p. 168, 1957.

Pays-Bas

Nº 166. — Rapport du Comité National

Le Comité National n'a pas de travaux importants à signaler depuis la dernière assemblée plénière aux Pays-Bas.

Les seuls qu'il convient de mentionner sont ceux effectués au Laboratoire Dr Neher des PTT néerlandais à Leidschendam.

Du 1er août au 31 décembre 1955, on a procédé à des mesures d'intensité de champ avec enregistrement simultané des deux types de polarisation sur la réception de la voie son de l'émetteur de télévision « Sutton Coldfield ».

La fréquence porteuse était de 58,25 Mc/s ; d'après les renseignements disponibles la puissance porteuse était de 20 kw (puissance apparente rayonnée).

La hauteur de l'antenne émettrice était de 224 m, le champ à polarisation verticale, la distance entre la station d'émission et le lieu de réception 460 km, et les antennes de réception du type Yagis, situées à une hauteur de 48 m.

Dans tous les cas où des mesures de l'intensité du champ horizontal ont pu être effectuées, on a obtenu un rapport champ vertical/champ horizontal de 18 db environ. Les intensités de champ dérivés d'une analyse des enregistrements étaient de 26,4 db (par rapport à 1 μV/m) et de 20,1 db respectivement pour les valeurs de 1 % et de 10 %. Ces chiffres sont supérieurs à ceux des courbes de l'Avis 111 du C.C.I.R., Londres. (Doc. 267, VIIIe Assemblée Plénière C.C.I.R. Varsovie 1956).

Pologne

N° 205. — Rapport du Comité National Radio et Troposphère

En Pologne, l'intérêt dans le domaine de la propagation radioélectrique au sol et troposphérique est centré sur les sujets suivants :

1. *Analyse des méthodes pour déterminer la propagation des ondes radioélectriques par rapport à une Terre non homogène.* — Les investigations théoriques de Z. Godzinski (1.2) étendent et généralisent celles de Feinberg au cas d'une Terre sphérique non homogène. Le calcul du champ est basé sur une nouvelle détermination approchée des sources secondaires équivalentes. La méthode de Millington et la méthode équivalente numérique ont été comparées à la théorie (3).

2. *Etude de la structure des hétérogénéités de la Terre d'après la conductivité électrique.* — Cette conductivité, ou la résistance

électrique, est mesurée par les méthodes géologiques (ex. fig. 1). La structure obtenue pour les hétérogénéités permet la confrontation avec les anomalies d'intensité dans la propagation.

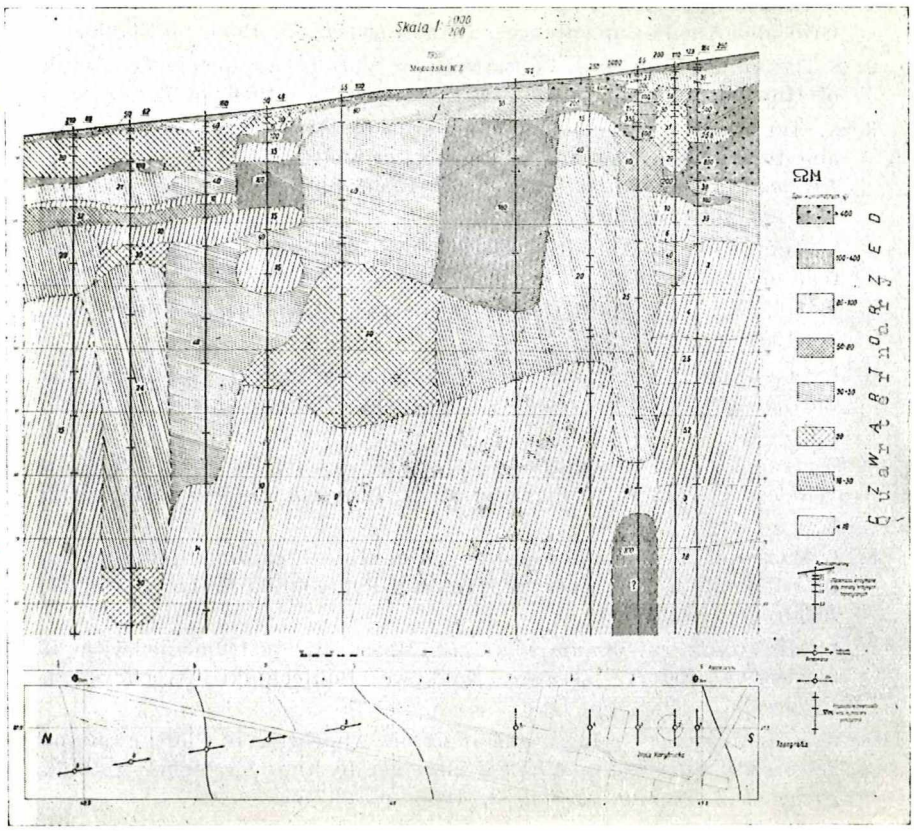


Fig. 1. — Mesures Géologiques dans la Région de Wola Korytnicka, Pologne.

3. *Etude des ondes très longues causées par les fluctuations du champ magnétique terrestre.*

4. *Observations de signaux provenant de stations UHF éloignées.*

5. *Etude des évanouissements.*

6. *Observation de la variabilité et des fluctuations du trajet dans les communications UHF.*

7. *Mesures de la propagation par diffusion troposphérique en Pologne* (5).

RÉFÉRENCES

1. J. Groszkowski. — Frequency Stability of LC Oscillators with large Grid and Anode Capacitances. *Arch. Elektrot.*, 5, 1956, pp. 35-68.
2. S. Ryżko, R. Nowak, J. Fórmaniak. — Variable Frequency Generator of High Stability Frequency. *Arch. Elektrot.*, 4, 1956, p. 759.
3. A. Jellonek. — Secondary Standards of High Frequency Voltages and their Application for Calibration of Voltmeters and Attenuator. *Przeglad Telekomunikacyjny*, 29-23-1956, pp. 201-206, pp. 247-253 and not yet published.
4. A. Jellonek. — Activities of the Polish National Committee in the field of Commission I. *U.R.S.I. Information Bulletin*, 99, 1956, pp. 6-8.
5. S. Ryżko. — A Pulse-Counting Q-meter. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, 4-3-1956, pp. 187-191.
6. J. Srzednicki. — A Phase Detector as Balance Indicator in Alternating Current Bridge Measurements. *Rozprawy Elektrotechniczne*, 1, 1955, pp. 3-28.
7. H. Helbing. — The Method of Measurements of the Band Width of Wireless Telegraphy Emissions. *Prace Instytutu Lacznośći* III, 1956, f. 1, 3.
8. J. Majcher, E. Porzadkowski. — Counting Electronic Chronometer ZURPW. Mod. SI-5, Zeszyty Naukowe Politechniki Warszawskiej 21, *Elektryka*, 12, 1956.
9. A. Jellonek, Z. Karkowski. — Measuring Instruments without Subjective Errors. Zeszyty Naukowe Politechniki Wroclawskiej, *Elektryka* 1, 1954, pp. 5-25.
10. W. Rotkiewicz. — Measurement Errors Appearing in Plotting of the Selectivity Curve of a Wireless Receiver by the One-Signal Method. *Przeglad Telekomunikacyjny* 3, 1956, pp. 67-71.
11. Z. Siciński, B. Dryś. — Inquiries of New Methods of the Qualitative Evaluation of Insulating Oils. *Prace I. E. L.*, 16, 1956, 19.
12. M. Jeżewski, T. Piech. — Dependence of the Dielectric Properties of Ceramic $BaTio_3$ for High Frequency Currents on the Technology of the Preparation of Samples. *Acta Phys. Polonica* 14, 1955, pp. 395-405.
13. A. Jellonek. — Standards of Dielectric Loss in Application to Testing of Alternating Current Bridges. Zeszyty Naukowe Politechniki Wroclawskiej. *Elektryka* 5, 1955, pp. 136-150.
14. L. Badian, Z. Rabiej. — Differential Bridge for Testing the Properties of Dielectrics in Strong Electrical Fields. *Prace P.I.T.*, nº 20, 1957, 61.
15. L. Badian. — Automation of Measurements of Dielectric Permeability. *Prace P.I.T.*, 1955, nº 15, 26.

16. A. Jellonek. — Method of Measurement of Small Loss Angles of Capacitors using a Greba and Zickner Bridge. *Preliminary Report*, Wroclaw, 1957.

Royaume-Uni

N° 123. — Rapport du Comité National sur la Propagation Troposphérique

(*Traduction*)

Des progrès ont été accomplis ces trois dernières années au Royaume-Uni dans le domaine de la propagation radioélectrique aux très hautes fréquences dans les limites et au-delà de l'horizon, et dans l'étude des principaux facteurs qui l'influencent (nature du terrain et état de la troposphère). Des investigations météorologiques en rapport avec divers aspects de la radiopropagation ont été poursuivies et de nouvelles déterminations du pouvoir réfringent des gaz atmosphériques ont été faites. Un résumé des travaux accomplis accompagné d'une bibliographie des publications est donné ci-après.

1. — Propagation sur des trajets optiques et effet des irrégularités du terrain

Une circonstance particulièrement intéressante de la propagation des ondes millimétriques est la bande d'absorption de l'oxygène centrée sur la longueur d'onde de 5 mm. L'étude de cette absorption avait été confinée précédemment au laboratoire ; les expériences décrites par W. E. Willshaw, H. R. L. Lamont et E. M. Hickin (1) portant sur des trajets de quelques kilomètres dans la gamme 4-6 mm ajoutent des connaissances importantes dans ce domaine. Au cours de ces expériences les auteurs observèrent également les propriétés réfléchissantes de la surface marine ; le coefficient de réflexion obtenu fut trouvé conforme au critère de Rayleigh pour les surfaces rugueuses.

D. G. Kiely (2) a examiné les caractéristiques des échos de pluie (« clutter ») obtenus aux radars sur onde continue à 8 mm. Le clutter fut trouvé beaucoup plus intense sur les systèmes ayant une antenne

émettrice et réceptrice commune que sur ceux où les antennes d'émission et de réception sont séparées.

Des investigations ont été faites sur la bande de 40 à 200 Mc/s par J. A. Saxton et B. N. Harden (3) concernant la discrimination effective des stations émettrices à fréquence commune et à polarisations orthogonales. La discrimination paraît gouvernée principalement par la topographie du site de réception, et est pratiquement indépendante de la distance des émetteurs et de la fréquence dans la bande spécifiée. De plus aucune rotation du plan de polarisation dans la propagation troposphérique n'a été mise en évidence. La valeur médiane de la discrimination au moyen de dipôles construits avec soin est 18 db ; la discrimination pourrait cependant être affectée par un alignement défectueux des aériens et par une récolte du cable d'antenne. Une valeur comparable fut acceptée internationalement par le C.C.I.R. sur avis du Groupe d'études V intéressé (4).

Alors que l'atténuation causée par quelques arbres sur les trajets en V.H.F. et U.H.F. est généralement faible, une atténuation considérable s'opère en forêt dense et étendue, comme l'ont montré J. A. Saxton et J. A. Lane (5). Ce travail comprend également l'étude des effets de diffraction causés par les arbres et les bâtiments, et de leur importance pour un choix optimum des sites de réception.

La portée des études de propagation d'ondes de sol mentionnées plus haut, et d'autres, concernant la radiodiffusion et particulièrement la télévision a été discutée par R. L. Smith-Rose (6, 7) et J. A. Saxton (6, 8).

2. — Propagation troposphérique a grande distance

M. W. Gough (9) a analysé les mesures continues extensives d'intensités de champ en V.H.F. effectuées dans les régions méditerranéennes et tropicales sur une période de quatre ans. Les résultats de ce travail illustrent bien les quelques mécanismes établis de la propagation troposphérique ; leur importance pour la technique des radiocommunications est soulignée. Dans certains cas il fut possible d'extraire des enregistrements les caractéristiques dominantes du diagramme indice de réfraction -altitude au moment des observations. Une dépendance limitée fut trouvée entre l'atténuation médiane sur le trajet et la profondeur d'évanouissement, pour des trajets soumis à des influences troposphériques comparables ;

avec quelques précautions, cette dépendance pourrait servir de base à une prédiction approchée des liaisons radioélectriques sans devoir recourir à des relevés radioélectriques préliminaires.

Une investigation concernant l'intensité du champ sur 91 Mc/s, mesurée en avion à une altitude de 3000 mètres et pour des distances transhorizontales jusque 700 km, a été décrite par B. J. Starkey (10). L'analyse des résultats obtenus et leur mise en corrélation avec les données météorologiques suggère que beaucoup de phénomènes intéressant la propagation à grande distance pourraient trouver une explication simple dans les réflexions spéculaires sur les couches d'inversion thermique de la tropopause.

J. A. Saxton, K. S. Kreielsheimer et G. W. Luscombe (11) ont décrit une technique utilisant un système simple de télémétrie pour la mesure des variations d'intensité de champ avec l'altitude dans les transmissions sur ondes métriques. Des transmissions sur 60 à 500 km furent étudiées dans la bande 40-70 Mc/s et les distributions d'intensité furent déterminées jusqu'à des altitudes de 1500 mètres. Ce travail a montré qu'à une distance de 150 km, à la fréquence de 58 Mc/s, le gain en altitude observé dans les conditions normales de réfraction est très similaire à celui prédit par la théorie de la diffraction, mais que des discordances se manifestent quand les modes non ordinaires de propagation interviennent. D'autre part, pour des trajets appréciablement plus longs il apparaît que le gain médian en altitude sur un intervalle donné d'altitude décroît quand la distance de transmission croît. C'est à quoi l'on pourrait s'attendre si la propagation était due principalement aux réflexions sur des couches d'inversion élevées ou à la diffraction dans la troposphère.

Une étude théorique détaillée du problème de la propagation radioélectrique par diffusion a été faite par feu E. C. S. Megaw (12). Dans ce travail la distribution des anomalies d'indice de réfraction dans la troposphère est supposée semblable à celle des fluctuations de vitesse. D'après cette hypothèse la distribution spatiale de ces anomalies peut être déduite de la théorie de la turbulence. L'analyse des observations de scintillation stellaire a confirmé ce point de vue. Des mesures de variations d'intensité radioélectrique ont été faites sur des trajets optiques ; leurs résultats mis en parallèle avec ceux de la scintillation stellaire ont été utilisés pour déterminer la dépendance entre l'échelle des fluc-

tuations d'indice de réfraction et l'altitude. La nouvelle théorie de Megaw explique, d'une manière plus satisfaisante que les anciennes, les résultats expérimentaux obtenus par cet auteur sur 10 cm en 1949.

A la VIIIe Assemblée plénière du C.C.I.R. à Varsovie en 1956, un nouveau programme d'études introduit avait pour but d'encourager les investigations sur la diffraction troposphérique (4) ; il peut être ajouté que de telles recherches, pour des fréquences de 800 à 10.000 Mc/s, sont en progrès au Royaume-Uni.

3. — Investigations météorologiques

Les caractéristiques de la turbulence atmosphérique ont été recherchées par divers auteurs. F. J. Scrase (13) a publié un compte-rendu de données, déduites de mesures au radar météorologique et aux radiosondes, qui montre minute par minute les fluctuations des composantes du vent et de la température à des altitudes jusque 30 km ; R. F. Jones (14) a obtenu des informations sur la structure détaillée des courants verticaux dans les nuages par des observations accélérométriques faites en avion. E. C. S. Megaw (15) a discuté la scintillation stellaire en relation avec la turbulence, et a indiqué l'importance des études de scintillations pour ce qui concerne les fluctuations d'indice de réfraction influençant la propagation des ondes radioélectriques. Il a été établi par R. S. Scorer (16) que, si des ondes stationnaires se produisent dans l'atmosphère, la turbulence par ciel serein peut vraisemblablement être localisée à des niveaux où les discontinuités de cisaillement du courant atmosphérique ont lieu.

Un examen du comportement des radiosondes, relativement à la détermination de la variation diurne de la température à haute altitude a été fait par F. J. Scrase (17). Il apparaît que l'erreur de la radiosonde peut expliquer les écarts observés entre les mesures diurnes et nocturnes à des altitudes jusque 15 km ; au-dessus de cette altitude, cependant, les écarts observés sont très supérieurs à l'erreur, et suggèrent que la variation diurne de température, dans les Iles Britanniques au printemps et en automne, est environ 1,5° C à 20 km et 3° à 25 km. Une étude des variations de température dans la troposphère et la stratosphère inférieure utilisant les radiosondages a été faite par J. K. Bannon et A. Gilchrist (18).

R. J. Murgatroyd, P. Goldsmith et W. E. H. Hollings (19) ont effectué, à des altitudes jusque 15 km dans le Sud de l'Angleterre, des expériences en avion dans lesquelles un hygromètre Dobson-Brewer pressurisé était utilisé pour les mesures d'humidité. Les observations ont montré que le point de givrage décroît avec l'altitude croissante à partir d'une valeur quelque peu variable à la tropopause jusqu'à une valeur relativement constante de —83° C à des niveaux situés 3 à 5 km plus haut.

4. — Indice de réfraction atmosphérique et études des précipitations

L. Essen (20) a poursuivi des études sur l'indice de réfraction des gaz atmosphériques aux ondes centimétriques ; son travail montre que la raie d'absorption de la vapeur d'eau à 22.000 Mc/s exerce un effet négligeable sur l'indice. Des mesures similaires ont été également effectuées par W. Jasinski et J. A. Berry (21).

En 1954 un relevé compréhensif des connaissances en physique des nuages de pluie, et sur les problèmes fondamentaux dans ce domaine, a été publié par I. C. Browne, H. P. Palmer et T. W. Wormell (22). Bien que la physique des nuages ait atteint un stade où les divers processus conduisant à la pluie sont qualitativement définis, les auteurs ont montré qu'il reste beaucoup à faire concernant les conditions effectives qui règnent dans les nuages de pluie et ont indiqué comment les investigations par radar peuvent aider à les découvrir. Depuis cette époque certains travaux ont été publiés par B. J. Mason (23, 24, 25), Ramanadhan (23) et P. J. Feteris (25). La modification de la distribution des diamètres des gouttes de pluie par coalescence pendant leur chute a été examinée. En outre, l'agrégation et l'orientation des flocons de neige en fusion ont été mises en évidence au radar ; ce dernier travail a montré qu'en général chaque flocon dans la zone de fusion se réunit à un ou plusieurs autres (deux en moyenne) de masses approximativement les mêmes pour former des agrégats orientés diffractant les ondes comme des sphéroïdes d'eau aplatis dont le rapport diamètre-axe est 4.

1er mai 1957.

BIBLIOGRAPHIE

1. W. E. Willshaw, H. R. L. Lamont, E. M. Hickin. — Experimental Equipment and Techniques for a Study of Millimetre-Wave Propagation. *Proc. I. E. E.*, 1955, Vol. 102, Part B, p. 99.
2. D. G. Kiely. — Rain-Clutter Measurements with C. W. Radar Systems Operating in the 8 mm-Wavelength Band. *Ibid.*, 1954, Vol. 101, Part III p. 101.
3. J. A. Saxton, B. N. Harden. — Polarization Discrimination in VHF Reception. *Ibid.*, 1956, Vol. 103, Part B, p. 757.
4. R. L. Smith-Rose. — Report on the Work of Study Group V at the VIIIth Plenary Assembly in Warsaw, 1956.
5. J. A. Saxton, J. A. Lane. — VHF and UHF Reception. *Wireless World*, 1955, Vol. 61, p. 229.
6. R. L. Smith-Rose, J. A. Saxton. — UHF Television Broadcasting. *Ibid.*, p. 343.
7. R. L. Smith-Rose. — Radio-Wave Propagation and the Problems of Television Bands IV and V. *Journ. Television Soc.*, April-June 1956.
8. J. A. Saxton. — Television Coverage. *Wireless World*, 1954, Vol. 60. p. 173.
9. M. W. Gough. — Some Features of VHF Tropospheric Propagation. *Proc. I.E.E.*, 1955, Vol. 102, Part B, p. 43.
10. B. J. Starkey. — Some Aircraft Measurements of Beyond-the-Horizon Propagation Phenomena at 91.3 Mc/s. *Ibid.*, 1956, Vol. 103, Part B, p. 761.
11. J. A. Saxton, K. S. Kreielsheimer, G. W. Luscombe. — The Measurement of Height-Gain at Metre Wavelengths. *Electronic and Radio Engineer*, 1957, Vol. 34, p. 89.
12. E. C. S. Megaw. — Fundamental Radio Scatter Propagation Theory. *Proc. I.E.E.*, 1957, Vol. 104, Part C.
13. F. J. Scrase. — Turbulence in the Upper Air as shown by Radar-Wind and Radiosonde measurements. *Quart. J. Roy Met. Soc.*, 1954, Vol. 80, p. 369.
14. R. F. Jones. — Five Flights through a Thunderstorm Belt. *Ibid.*, p. 377.
15. E. C. S. Megaw. — Interpretation of Stellar Scintillation. *Ibid.*, p. 248.
16. R. S. Scorer. — Turbulence Generated in Standing Waves. *Ibid.*, p. 629.
17. F. J. Scrase. — Radiation and Lag Errors of the Meteorological Office Radiosonde and the Diurnal Variation of Upper Air Temperature. *Ibid.*, p. 565.
18. J. K. Bannon, A. Gilchrist. — Variations of Temperature in the Troposphere and Lower Stratosphere. *Ibid.*, 1956, Vol. 82, p. 58.

19. R. J. MURGATROYD, P. GOLDSMITH, W. E. H. HOLLINGS. — Some Recent Measurements of Humidity from Aircraft up to Heights of about 50,000 feet over Southern England. *Ibid.*, 1955, Vol. 81, p. 533.

20. L. ESSEN. — The Refractive Indices of Water Vapour, Air, Oxygen, Nitrogen, Hydrogen, Deuterium and Helium. *Proc. Phys. Soc. B*, 1953, Vol. 66, p. 189.

21. W. JASINSKI, J. A. BERRY. — Measurement of Refractive Indices of Air, Nitrogen, Oxygen, Carbon Dioxide and Water Vapour at 3360 Mc/s. *Proc. I.E.E.*, 1954, Vol. 101, Part III, p. 337.

22. I. C. BROWNE, H. P. PALMER, T. W. WORMELL. — Reviews of Modern Meteorology, 13 : The Physics of Rainclouds. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 1954, Vol. 80, p. 291.

23. B. J. MASON, R. RAMANADHAN. — Modification of the Size-Distribution of Falling Raindrops by Coalescence. *Ibid.*, p. 388.

24. B. J. MASON. — Radar Evidence for Aggregation and Orientation of Melting Snowflakes. *Ibid.*, 1955, Vol. 81, p. 262.

25. P. J. FETERIS, B. J. MASON. — Radar Observations of Showers Suggesting a Coalescence Mechanism. *Ibid.*, p. 446.

26. W. J. BRAY, H. G. HOPKINS, F. A. KITCHEN, J. A. SAXTON. — Review of Long-Distance Radio Wave Propagation above 30 Mc/s. *Proc. I.E.E.*, 1955, Vol. 102, Part B, p. 87.

27. A. H. HOOPER. — Abnormal VHF Propagation. *Wireless World* 1956, Vol. 62, p. 295.

28. R. L. SMITH-ROSE. — Radio Communication by Wave Scattering. *Wireless Engineer*, 1953, Vol. 32, p. 287.

29. J. A. SAXTON. — Tropospheric Scatter Propagation. *Wireless World*, 1956, Vol. 62, p. 587.

30. F. A. KITCHEN, J. J. RICHMOND. — Some Characteristics of Long-Distance Scatter Transmission. Part 2 : Transmission via Tropospheric Scatter. *British Communications and Electronics*, 1957, Vol. 4, p. 146.

Suède

N° 214F. — Rapport du Comité National

par Martin Fehrm

(*Traduction*)

Les recherches effectuées dans le domaine de la Commission II s'accomplissent à l'Institut de recherches de la Défense Nationale et au Bureau royal des Télécommunications. Plusieurs sujets recommandés à l'Assemblée Générale de La Haye ont été étudiés.

Une partie de ce travail est résumée dans des rapports séparés, qui seront présentés à l'Assemblée Générale. Les titres en sont donnés ci-après.

BUREAU ROYAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

1. Des mesures à court terme et des relevés des intensités de champ sont effectués pour ce qui concerne des stations dans la bande II (87,5-100 Mc/s)et des stations télévision dans la bande I (54-88 Mc/s) et la bande III (174-216 Mc/s). Les mesures se rapportent à des distances s'élevant jusque 150 km.

2. Des mesures continues d'intensités de champ — parfois depuis plusieurs années — sont faites en ce qui concerne des émetteurs FM dans la bande II à des distances variant entre 60 et 200 km, et sur deux transmissions radio dans la bande de 170 Mc/s avec des trajets d'environ 100 km, la plupart maritimes.

INSTITUT DE RECHERCHES DE LA DÉFENSE NATIONALE (FOA)

1. La propagation transhorizontale a été étudiée. A partir des enregistrements continus d'intensité de champ, une analyse statistique du signal en fonction du temps et de la distance, et d'autres caractéristiques du signal importantes pour les télécommunications a été faite. Les mesures sont effectuées à 10 cm de longueur d'onde.

2. L'influence des facteurs météorologiques sur la propagation, des micro-ondes a été étudiée expérimentalement. En particulier ce travail a eu pour but de trouver une méthode simple pour déterminer la portée des radars à partir des prévisions météorologiques.

3. L'influence des réflexions sur les couches basses troposphériques en terrain accidenté sur la propagation des micro-ondes juste sous l'horizon a été étudiée. Les variations diurnes et saisonnières de la probabilité d'existence de ces couches ont également été envisagées.

4. La propagation horizontale à de faibles hauteurs a été étudiée entre 30 et 100 Mc/s. Les facteurs principaux affectant cette propagation — constante diélectrique effective du sol, topographie et végétation — ont été recherchés séparément. Une attention

spéciale a été portée aux variations saisonnières de la constante diélectrique influencée par le contenu aqueux du sol.

BIBLIOGRAPHIE

1. G. Carlson (FOA). — Communications à longue distance par diffusion d'ondes. *Teknisk Tidskrift*, nº 41, 1956, pp. 947-953 (en suédois).

2. B. Josephson, G. Carlson (FOA). — Dépendance envers la distance, caractéristiques des évanouissements et distorsion des impulsions des signaux horizontaux à 3000 Mc/s (communication nº 176 présentée).

Sommaire. — Une analyse statistique des enregistrements sur 10 cm de longueur d'onde a fourni les résultats suivants :

La dépendance de la médiane quadrihoraire F_m du signal sur un trajet maritime correspond à un paramètre de diffusion approximativement en raison inverse de l'altitude. Entre F_m et la valeur de M à la surface existe un coefficient de corrélation 0,62, et entre F_m et le point de rosée un coefficient de corrélation 0,55. Quand M augmente d'une unité, il semble que le signal augmente de 0,3 à 0,8 db. L'intervalle d'évanouissement, défini entre 10 % et 90 % du niveau actuel, est 12-14 db et la fréquence d'évanouissement s'élève le plus souvent à 2 c/s pour un trajet de 300 km.

Sur un trajet terrestre de 260 km l'élargissement de l'impulsion s'élève normalement à 0,1-0,2 μs ce qui correspond à un paramètre de diffusion variant en raison inverse de la première ou de la seconde puissance de l'altitude. Une distorsion sévère de l'impulsion causée par l'évanouissement sélectif est très fréquente.

D'autres caractéristiques de propagation sont également discutées.

3. B. Josephson ,F. Eklund (FOA). — Quelques expériences de propagation sur un trajet « juste » transhorizontal (communication nº 175 présentée).

Sommaire. — D'après une comparaison entre les enregistrements d'intensité sur 2300 Mc/s et les courbes M mesurées simultanément, il est conclu que les perturbations les plus importantes du trajet d'essai sont causées par les réflexions sur les discontinuités d'indice de réfraction. La probabilité d'occurrence de ces discontinuités montre une variation saisonnière et diurne maximum en été et au voisinage du lever du Soleil.

4. B. Josephson (FOA). — Propagation des ondes sur un sol homogène. Tele (Stockholm), nº 2, 1956, pp. 49-56, 71 (en suédois).

5. S. Gejer (KTS). — Conditions de propagation des ondes métriques et décimétriques, intéressant spécialement la radio et la télévision. Tele (Stockholm), nº 2, 1956, pp. 57-63 (en suédois).

6. B. Josephson, A. Blomquist (FOA). — L'influence de l'humidité du sol, de la température et du terrain sur la propagation des ondes de sol dans la bande VHF (communication nº 174 présentée).

Sommaire. — Les résultats d'une investigation générale concernant les différents facteurs qui gouvernent la propagation d'ondes de sol VHF à des altitudes faibles et à courte distance, c'est-à-dire principalement dans la région de Sommerfeld sont présentés. Dans ce travail l'influence de l'humidité et de la température du sol, de la neige, de la topographie et de la végétation est étudiée, ainsi que les variations d'intensité du champ sur des trajets mixtes terrestres et maritimes. Les mesures se rapportent à des terrains typiques pour le centre de la Suède.

Des formules adaptées au calcul du champ sur des sols uniformes sont développées. L'humidité du sol y joue le rôle principal et une méthode est développée pour le calcul des atténuations causées par des changements connus ou prévus du contenu aqueux du sol. L'influence de la température est faible, même en cas de gel, mais une couverture de neige peut avoir des conséquences plus grandes. Les caractéristiques des variations locales et de l'atténuation exponentielle en forêt sont établies, les fluctuations étant considérables et l'atténuation exponentielle très faible la plupart du temps. Les mesures sur un trajet mixte terrestre et maritime vérifient l'effet Millington. Le champ sur une colline présente une valeur maximum à une certaine distance sous le sommet, vers l'émetteur.

7. A. Blomquist (FOA). — Prédictions d'intensité de champ pour la propagation des ondes de sol VHF. RVK, 1957 (en suédois).

8. F. Eklund (FOA). — Analyseur semi-automatique de courbes pour les statistiques d'intensités de champ. RVK, 1957 (en suédois).

Suisse

N° 140. — Rapport du Comité National Suisse à la Commission II

Dr Gerber

1. MM. Jean Lugeon et Max Bohnenblust ont fait de nouvelles expériences sur la propagation des ondes de 3 m et de 80 cm transmises par les radiosondes au Poste aérologique fédéral de Payerne. Les ondes étaient modulées pour transmettre le gradient de potentiel et la conductibilité de l'air jusqu'à 25 km d'altitude.

La réception au sol a révélé des fluctuations intéressantes et apparemment nouvelles du champ de transmission. A de nombreuses reprises et pour des raisons encore inexpliquées, le champ de transmission tombait très rapidement pour remonter en quelques dixièmes de seconde à sa valeur normale. Il ne serait pas exclu que l'on ait là affaire à un phénomène d'interférence dans le sens

vertical entre les masses d'air superposées ayant différentes origines géographiques. Ces phénomènes d'absorption brutale sont enregistrés sur des appareils de haute sensibilité au sol.

Le travail n'est pas achevé. Il sera d'ailleurs poursuivi également pendant l'Année géophysique internationale, tant à Payerne qu'à la station suisse au nord de l'archipel du Spitzberg.

2. Pendant la période en question la majorité de l'activité du groupe d'étude de la propagation troposphérique des PTT a été absorbée par le choix des emplacements d'émetteurs pour notre réseau national de FM et de télévision dans les bandes I, II et III. Bien qu'ayant avant tout un but pratique, ces mesures ont permis de faire des observations intéressantes sur les distorsions dues aux propagations multiples dans des régions très accidentées. Actuellement des préparatifs sont en cours pour des mesures analogues dans les bandes IV et V de télévision. En outre le laboratoire de recherches et d'essais des PTT a fait les études suivantes :

3. Le champ de certains émetteurs à O.U.C. italiens a été mesuré en une série de points au nord des Alpes et comparé avec la valeur que l'on aurait théoriquement sur une terre sphérique. Des « gains d'obstacles » ont été observés précisément sur les rayons passant par les sommets les plus élevés des Alpes, Mont Blanc, Nesthorn, Eiger et Jungfrau. Un gain de 10 db n'est pas rare, un gain de 20 db a été observé en un point (F = 67,75 Mc/s — Distance 250-300 km).

4. Pour l'étude de la structure fine des couches inférieures de la troposphère, diverses sondes météorologiques, utilisant des thermistors très petits — de façon à obtenir une faible constance de temps — ont été développées soit pour des mesures en hélicoptère, soit pour mesures avec ballon captif. Les thermistors montés comme résistances d'oscillateurs RC donnent des fréquences de modulation en fonction de la température et de l'humidité.

La mesure est faite d'une manière continue, ce qui permet de déceler des couches d'inversion de faibles épaisseurs.

5. Des analyses de la propagation d'ondes de 15 cm sur trois trajets alpins (à partir du Jungfraujoch 3690 m au-dessus du niveau de la mer) ont montré une stabilité plus grande que sur des trajets de longueur équivalente à plus faible altitude. Des études ana-

logues détaillées ont été faites avec un faisceau hertzien sur 4000 Mc/s et une distance de 127 km en étudiant spécialement l'effet de la polarisation de la diversité de fréquence (écart de fréquence 1 %).

Tchécoslovaquie

N° 177. — Rapport du Comité National à la Commission II

En Tchécoslovaquie l'étude de la propagation des ondes électromagnétiques dans la troposphère est faite à l'Institut de radiotechnique et électronique de l'Académie des Sciences (ČSAV). Les mesures systématiques sont effectuées par les instituts du Ministère des Télécommunications : Institut de recherches des radiocommunications (surtout l'influence du terrain sur la propagation des ondes courtes) et Institut de recherches des communications (propagation le long des lignes de relais).Quelques questions spéciales de la propagation des ondes très courtes sont à l'étude dans les Instituts de recherches du Ministère des machines de précision.

L'Institut de radiotechnique et électronique a commencé le travail concernant la propagation troposphérique en 1955 et s'occupa d'abord de la propagation des ondes très courtes à des distances très longues. A l'heure actuelle deux traces de mesures ayant une longueur de 250 et 350 km respectivement sont en exploitation permanente. Les équipements de réception des deux parcours enregistrent automatiquement la valeur moyenne de l'intensité du champ à chaque heure. Très prochainement des mesures météorologiques de la structure fine de l'atmosphère auront lieu au moyen d'une sonde spéciale. Du côté théorique une théorie de la propagation à longue distance, basée sur les discontinuités de la pression de vapeur d'eau dans l'atmosphère a été élaborée. Une vérification expérimentale de cette théorie est en cours effectuant des mesures sur les parcours mentionnés ci-dessus. Les premiers résultats de cette vérification ont été présentés à la Conférence Internationale sur les Problèmes Actuels de la Propagation à Paris au mois de septembre en 1956. En outre, les gradients moyens de l'index de réfraction de l'atmosphère en Bohême

ont été évalués d'après les données de la radiosonde de Prague, observées pendant ces cinq dernières années.

Finalement une théorie de la réflexion sur les surfaces rugueuses est établie non seulement pour tenir compte des influences du terrain sur la propagation, mais aussi en vue de l'application des résultats théoriques au cas de la réflexion sur les couches irrégulières de la troposphère. L'année prochaine une liaison à longue distance par les ondes centimétriques doit être inaugurée en utilisant la troposphère.

Les publications suivantes concernent la propagation par la troposphère :

BECKMANN, P. — Propagation des ondes ultracourtes dans l'atmosphère hétérogène au-dessus de la sphère terrestre, Sl.O., 1953, n° 6.

BECKMANN, P. — Une théorie de la propagation à longue distance des ondes très courtes, Sl. O., 1955, n° 3.

BECKMANN, P. — Réflexion des ondes très courtes sur les discontinuités de l'humidité dans l'atmosphère — sera publié dans un numéro spécial de l'*Onde Electrique.*

La question de la réflexion et de la réfraction des ondes électromagnétiques est traitée dans les travaux de :

BECKMANN, P. — Problème de la réflexion des ondes ultracourtes sur les surfaces rugueuses, Sl. O., 1953, n°s 7-8.

BECKMANN, P. — Réfraction des ondes métriques sur les crêtes des montagnes, Sl. O., 1954, n° 8.

BECKMANN, P. — The reflection of electromagnetic waves and synthesis of media, *Acta Technica*, 1956, n° 4.

Un travail concernant le gradient moyen de l'index de réfraction de l'atmosphère en Bohême est actuellement prêt pour la publication.

Rapport sur les Travaux de la Commission II présenté à la Séance Plénière d'Ouverture

par R. L. SMITH-ROSE, *Président de la Commission*

(*Traduction*)

Les activités de la Commission II se sont poursuivies et étendues depuis la XI Assemblée Générale, et de nombreuses recherches sont en cours dans le but d'acquérir une meilleure et plus complète compréhension des effets des conditions météorologiques sur la propagation des ondes radioélectriques. Il est encourageant de constater la contribution apportée à ce travail par des comités nationaux qui sont devenus récemment membres de l'U.R.S.I.

Quoique, dans des buts de simplification, on ait donné à la Commission II le nom de Radioélectricité et Troposphère, son domaine comprend l'étude des effets du sol, de ses irrégularités de profil et des variations des caractéristiques électriques sur la propagation des ondes de toutes fréquences au-dessus d'environ 30 Mc/s.

En fait il est prudent de tenir compte aussi bien des effets du sol que de ceux de la troposphère dans les recherches sur la propagation des ondes à de telles fréquences. A des distances en deçà de l'horizon, des changements brusques de la conductivité de la surface terrestre — tels que ceux qui se présentent à la transition de la terre à la mer — peuvent influencer la force du champ radioélectrique. Au-delà de l'horizon, la propagation ne peut pas dépendre autant des caractéristiques électriques du sol, mais il est cependant nécessaire de tenir compte de la relation entre la diffraction par le sommet des collines et des montagnes, et les effets de la réfraction par l'atmosphère. En effet, il a été démontré que dans certaines conditions, l'intensité du champ des ondes au-delà d'un obstacle, telle une colline, peut être plus forte qu'elle ne le serait à une distance en deçà de l'horizon — ou si la colline

n'existait pas. Ce phénomène porte le nom bien connu d'effet « gain d'obstacle ».

Pour cette Assemblée Générale une cinquantaine de communications ont été présentées ; parmi celles-ci, quatorze sont des rapports de comités nationaux ; elles témoignent toutes de l'étendue de l'attention consacrée à ce sujet dans diverses parties du monde.

Il est maintenant bien établi que le gradient vertical de l'indice de réfraction résultant d'écarts de température ou d'humidité dans l'atmosphère terrestre peut influencer notablement la propagation des ondes radioélectriques très courtes. Dans une atmosphère stable, ce changement du gradient vertical peut se présenter brusquement à certains niveaux où se forment des couches réfléchissantes bien définies. Dans ce cas les conditions peuvent conduire à la formation d'un conduit qui ne doit pas nécessairement se trouver au niveau du sol, mais qui recueille de façon effective la plupart de l'énergie des ondes ; celles-ci sont transmises ainsi à des distances situées au-delà de l'horizon.

De plus, il est devenu évident au cours de ces dernières années, pour des conditions atmosphériques plus turbulentes, que l'intensité du champ d'ondes radioélectriques courtes à des distances bien au-delà de l'horizon est plus grande qu'il peut être attendu en se basant sur les effets de la réfraction ou de la réflexion. Différentes théories ont été mises en avant ; elles émettent la suggestion que ces champs au-delà de l'horizon peuvent être dus à la dispersion des ondes par des discontinuités localisées dans l'atmosphère. Les études théoriques ont été fort encouragées par la démonstration pratique de l'utilisation des champs dispersés aux fins de communications. Les communications présentées à la commission pour cette assemblée montrent l'augmentation rapide de nos connaissances dans ce sujet. Mais à cause des nombreuses variables et de leur nature imprévisible, il convient d'adopter pour leur étude une méthode statistique. Ce travail se poursuit en collaboration étroite avec les météorologues à qui le radiophysicien a fourni un nouvel instrument puissant, le réfractomètre à ondes courtes. Grâce à l'utilisation de cet instrument, il est possible de mesurer l'indice de réfraction et sa variation pour différentes hauteurs de la troposphère.

Depuis l'Assemblée Générale de La Haye en 1954, s'est tenu à Paris en 1956, un symposium dont une partie du programme fut

consacrée à la discussion des progrès réalisés dans les recherches sur la propagation des ondes radioélectriques dans la troposphère. Il convient également de signaler l'intérêt que porte le C.C.I.R. aux travaux réalisés dans ce domaine par l'U.R.S.I. A la réunion du C.C.I.R. tenue à Varsovie en 1957, la Commission d'Etudes nº V dont j'ai l'honneur d'être le Rapporteur Principal, chargea un groupe de travail de la révision des courbes de propagation aux très hautes fréquences établies précédemment ; et ce groupe poursuit ses travaux à Boulder en s'aidant des résultats scientifiques découlant des travaux de notre Commission.

Pour résumer, ici à Boulder, au cours des réunions prévues pour la Commission II, nous étudierons les phénomènes associés à la propagation des ondes radioélectriques très courtes, d'abord à des distances en-deçà de la visibilité — ou de l'horizon — et ensuite à de plus grandes distances. Nous tenterons de relier les phénomènes radioélectriques observés aux conditions météorologiques correspondantes, et nous discuterons les différentes théories proposées pour expliquer la réfraction, la réflexion, et en particulier, la dispersion des ondes radioélectriques dans les régions inférieures de notre atmosphère.

Compte Rendu des Séances

Première séance : Mercredi 28 août 1957, 9 h. 30

Objet : *Propagation troposphérique en-deçà de l'horizon.*

Présents : 50 à 60 personnes.

Douze des 24 pays membres officiels de la Commission II sont présents (Allemagne, Canada, Etats-Unis, France, Grande Bretagne, Italie, Japon, Pays-Bas, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, U.R.S.S.).

M. Saxton présente le premier sujet : « Propagation au-dessus de 30 Mc/s sur terrain irrégulier et trajets mixtes ». M. Josephson présente le Doc. 174, M. Trolese décrit des expériences à 3300 Mc/s au-dessus du désert de l'Arizona, sur l'influence du profil du trajet dans des conditions météorologiques normales ou de super-réfraction. Il s'ensuit une discussion entre MM. Ament, Norton et Katzin.

Le Doc. 84 est présenté par M. Feinberg sur la propagation de l'onde de sol.

M. Straiton résume le Doc. 144 concernant la réflexion d'ondes de 9 cm, 3 cm et 8 mm sur la surface ridée d'un lac. Une discussion a lieu entre MM. Gherzi, Herbstreit, Katzin, Eklund, Kirby, Wheelon et Chisholm.

M. Beckmann présente l'essentiel d'une communication sur une théorie de la réflexion par une surface rugueuse (Doc. 82 Commission VI). Celle-ci est discutée par MM. Waterman, Chisholm, Staras, Ament, Straiton, Norton, Katzin et Twersky.
M. Beckmann conclut en faisant remarquer que si les théoriciens prennent parfois pour point de départ des hypothèses non rigoureusement exactes, parfois ils partent d'hypothèses rigoureuses, mais ajoutent en cours de développement des approximations non rigoureuses.

M. Smyth présente le second sujet : « Influence de la troposphère sur la propagation ».

M. Naito résume le Doc. 18 de M. Ikegami sur l'analyse, en théorie des rayons, des évanouissements produits par des conduits atmosphériques.

Le Doc. 120 n'est mentionné que par son titre en l'absence du représentant de l'Italie pour le présenter.

M. Anderson résume le Doc. III sur la comparaison des courbures de rayon observées et mesurées. Une discussion a lieu entre MM. Wong, Marshall, Kline et Norton.

M. Bean présente le Doc. 246, qui est discuté par MM. Wong, Anderson, Eklund, Smyth et Norton.

Deuxième séance : Vendredi 29 août 1957, 14 h.

Objet : *Propagation troposphérique au-delà de l'horizon (à l'exception de la diffusion troposphérique).*

Présents :

I. — *Phénomène de gain d'obstacle.*

M. Kirby introduit le sujet en soulignant sa grande importance pratique dans les régions montagneuses. Il décrit le résultat d'observations à 60, 192 et 1000 Mc/s où le Mont Pikes Peak servait d'obstacle. Il s'ensuit une discussion entre MM. Roche, Fine, Chisholm, Gherzi, Bullington, Saxton, Gerks et Carroll.

MM. Kano et Naito présentent ensuite leurs observations sur la diffraction au-dessus du Mont Fugi à 3000 Mc/s, avec des antennes à ouverture large ou étroite. MM. Rice, Chisholm, Smyth, Bullington, Herbstreit, Waterman, Trolese, Norton, Smith-Rose et Katzin participent à la discussion.

M. Grosskopf décrit la réception de la télévision italienne en Forêt Noire après un trajet de 350 km au-dessus des Alpes. M. Gerber ajoute quelques remarques sur le Doc. 140 (rapport du Comité National Suisse) concernant le gain dû à la barrière alpine pour la téléviscon en ondes métriques. Il souligne la stabilité et la qualité de l'image, et émet l'opinion qu'une revision des projets de Stockholm doit tenir compte de ce phénomène. M. Allen note qu'une image de télévision de qualité suffisante pour être

rediffusée a été reçue à Harrisonburg, en Virginie, à 110 milles de Washington au-dessus d'une chaîne montagneuse. Un membre de la délégation Japonaise rapporte qu'une station de télévision japonaise à 200 km de Tokio reçoit une image stable et de qualité par un mécanisme de gain d'obstacle.

M. Bachynski décrit un travail théorique et expérimental à 24 kc/s sur la diffraction par un obstacle cylindrique.

II. — *Effets de réflexion et de réfraction.*

M. Beckmann introduit le sujet «Effets de réflexion» en distinguant 3 types de théories de réflexion : couches à variation rapide, couches à variation progressive, couches irrégulières. Alors que les 2 théories de la réflexion sur des couches (diffusion cohérente) et de la diffusion turbulente semblent donner des lois de fréquence et de distance correctes, il pense que les variations quotidiennes et les expériences de Klinker en Allemange sont en faveur de l'hypothèse de la réflexion sur des couches (Nachrichten Technik, vol. 5, mai 57, p. 210-215). Il a l'impression que la théorie des couches paraît plus logique et plus importante que la théorie de la diffusion.

M. Ecklund présente le Doc. 175, concernant des mesures de champ sur un parcours masqué de 30 km à 2300 Mc/s, et leur corrélation avec des conditions météorologiques variables. Une discussion terminologique est amorcée par M. Saxton qui déplore les limites d'emploi par certains auteurs du mot « diffusion » à des phénomènee incohérents, comme dans la théorie de la diffusion turbulente. Quelle différence existe-t-il entre la diffusion incohérente par des tourbillons ou des gouttes d'eau, et la diffusion cohérente ou la réflexion par des couches ?

M. Gordon note que les grandes valeurs de gradient d'indice associées aux couches peuvent conduire à un accroissement de turbulence. M. Crain fait l'objection que les hypothèses sur le gradient de mélange paraissent erronées dans le cas de couches sur la côte ouest des E. U.

M. Straiton développe la partie du Doc. 244 consacrée aux ondes millimétriques en présence de conduits atmosphériques de faible hauteur, et à l'atténuation supplémentaire de ces ondes par rapport aux ondes centimétriques en raison de l'absorption, des irrégularités des profils d'indice, et des rugosités de surface.

M. Rogers décrit les expériences à 220 Mc/s relevées dans le Doc. 250, et concernant des observations par avion au-dessus de la mer, jusqu'à 1000 km de distance et 40.000 pieds d'altitude. Les vols les plus élevés étaient à 500 pieds au moins au-dessus de la tropopause et les résultats ne pouvaient donc être interprétés en termes de réflexion à ce niveau.

M. Crain assure que les données du réfractomètre « Wright Field » dans la région de la tropopause montraient de faibles variations sans intérêt de l'indice de réfraction. M. Norton affirme que la théorie turbulentielle de Booker-Gordon suppose une faible contribution au niveau de la tropopause. M. Chisholm décrit des expériences à 700 milles, dans lesquelles le volume commun traversait la tropopause, sans renforcement du champ de diffusion reçu.

Une discussion a alors lieu sur les conséquences théoriques des différences constatées entre les champs reçus au sol et à 20.000 pieds. M. Beckman montre une photographie d'un champ de nuages indiquant une stratification horizontale et souligne leur influence sur le champ réfléchi observé.

M. Chisholm clôt la séance avec une description de mesures de la structure fine de l'humidité au cours de vols en Nouvelle Angleterre (E. U.) avec un réfractomètre et des observations aérographiques.

Troisième séance : Vendredi 30 août 1957, 14 h.

Objet : *Données expérimentales sur la diffusion troposphérique.*

Présents : environ 70 personnes.

M. Chisholm ouvre la séance en notant que la propagation troposphérique à grande distance fut en partie une conséquence du développement d'émetteurs de grande puissance durant la guerre, et que ce mode de propagation peut être observé à des fréquences aussi basses que 15 Mc/s. Il fait remarquer que les théories doivent pouvoir rendre compte, non seulement de l'existence des champs, mais aussi de la dépendance en fréquence, du taux d'affaiblissement, des variatione de niveau du signal, des gains d'antenne réalisables, de la bande passante utilisable et des techniques de modulation optima.

M. Grosskopf décrit des expériences, réalisées sur un trajet de 226 km à 91 Mc/s, pour déterminer l'influence de la hauteur

sur le niveau du champ et les déformations des lobes d'antennes (Doc. 117).

M. Saxton résume le Doc. 152 et présente des enregistrements caractéristiques de diffusion troposphérique à 53 et 1370 Mc/s. Il exprime l'opinion que de tels enregistrements ne doivent pas nécessairement être interprétés comme dus à un phénomène de diffusion turbulente, mais peuvent être dus à des réflexions par des courbes d'inversion en altitude, même si celles-ci ne sont pas détectables par les radio-sondages ordinaires. Il projette une photographie de sondage vertical par radar à 10 cm montrant un écho semblant provenir d'une couche située à 3 km d'altitude. Celle-ci provoque une discussion à laquelle prennent part MM. Chisholm, Ament, Gherzi, Simon, Carroll, Smyth et Anderson.

M. Gherzi décrit une liaison de 300 km au voisinage de Hong Kong à 200 Mc/s, montrant la présence de couches de réflexion permanentes.

M. Smith-Rose attire l'attention sur les figures 1 et 3 du Doc. 232 (Pologne) et MM. Chisholm et Bullington font observer que les faibles hauteurs d'antennes utilisées peuvent expliquer les différences constatées avec les données de Bullington.

M. Josephson présente la Doc. 176 sur « L'influence de la distance, caractéristiques des évanouissements et distorsion d'impulsions sur une liaison au-delà de l'horizon à 3000 Mc/s ».

Une discussion, entre MM. Ament et Gordon notamment, fait ressortir que l'influence de la distance dans la région de diffusion, dans l'hypothèse du volume commun, est intimement liée aux suppositions sur la variation en hauteur des paramètres de diffusion. M. Gordon souligne qu'une comparaison en fréquence de résultats expérimentaux doit être faite avec des ouvertures d'antennes identiques, pour ne pas apporter de confusion entre l'effet de la fréquence et celui de variation en hauteur des paramètres de diffusion. M. Katzin exprime le souhait que des expériences ultérieures puissent être faites à des fréquences multiples, pour permettre de réduire le nombre de paramètres arbitraires nécessaires dans l'interprétation théorique. M. Bullington ajoute que les évanouissements et les coupures d'impulsions ne doivent pas être mal interprétés dans leur influence sur les limitations de largeur de bande. Il décrit l'augmentation constante du nombre de voies

sur les circuits à diffusion au cours des dernières années, et annonce qu'une transmission de télévision a pu récemment être obtenue sur un trajet de 300 km entre la Floride et Cuba, à une fréquence de 800 Mc/s avec des antennes paraboliques de 20 m de diamètre. L'image était stable, sans distorsion par trajets multiples, et d'une qualité meilleure que bien des films actuels. Il pense que ce résultat est encourageant en face des prévisions pessimistes de nombreuses considérations théoriques sur l'influence des trajets multiples.

M. WATERMAN développe une communication (sans référence) sur « Observations des distorsions de faisceaux d'antennes en propagation Transhorizon » (Trans. IRE, PGAP, juill. 57). Les expériences ont été effectuées en Californie ; elles indiquent une loi de décroissance un peu inférieure à l'inverse de la 4° puissance de la distance.

M. CHISHOLM présente des données expérimentales sur l'influence de la distance et de la fréquence en diffusion ; des expériences sur des faisceaux d'antennes calibrés à 417 et 2290 Mc/s ; des expériences de variation de fréquence destinées à montrer la largeur de bande instantanée du milieu, et de variations de fréquence dues à des échos d'avion ; des données sur le déplacement des faisceaux d'antennes sur un trajet de 350 milles ; des mesures de gain d'antennes à 2290 Mc/s pour des faisceaux égaux ou différents. M. GORDON indique que l'écart constaté dans les distorsions d'impulsions avec les valeurs calculées dans l'hypothèse du volume commun défini par les lobes principaux peut être dû à des lobes latéraux provoquant des volumes communs additionnels. En réponse M. CHISHOLM cite certaines observations des Laboratoires Bell sur des faisceaux larges ou étroits, et des observations à 600 milles montrant une faible contribution du champ provenant d'angles d'élévations appréciables au-dessus de l'horizon.

M. AMENT développe le Doc. 249, qui décrit des expériences à 1260 Mc/s sur un trajet de 263 milles marins entre la Floride et les Iles Bahamas. Il mentionne également un type usuel de distorsions d'impulsions en « oreilles de lapin », qui semble indiquer un double trajet de propagation, et qui fut particulièrement remarqué en présence d'orage le long du trajet. Dans la discussion M. CHISHOLM rappelle les réflexions observées sur des trainées lumineuses à 410 Mc/s par le Laboratoire Lincoln et à 1000 Mc/s par la Société Collins. M. GORDON souligne l'importance du vent moyen comme

du vent de turbulence dans l'interprétation du taux d'évanouissement. M. CHISHOLM mentionne que les évanouissements ont été observés en synchronisme sur une parabole de 20 m et une antenne à large faisceau pour un champ provenant d'une antenne de 20 m à 417 Mc/s sur un trajet de 618 milles. M. WHEELON désirant des précisions sur le taux et la fréquence d'évanouissement en fonction de la distance, M. CHISHOLM répond que les différences sont faibles entre 300 et 600 milles. M. ROCHE décrit de premières mesures donnant un rapport 8 du taux d'évanouissement entre 2290 et 417 Mc/s sur un trajet de 188 milles avec des antennes de même ouverture. Ces valeurs ont été déduites de 20 tests simultanés de 1 minute répartis dans une période de 24 heures. M. BARSIS rappelle les données sur la comparaison des taux d'évanouissement pour diverses ouvertures d'antennes publiées en 1954 dans les Conv. Record des IRE.

Quatrième séance : Lundi 2 septembre 1957, 9 h. 30

Objet : *Radio et Météorologie.*

Présents : environ 45 personnes.

M. HERBSTREIT développe la communication (sans référence) « Etude radioélectrique de la turbulence atmosphérique sur des trajets en visibilité », de MM. HERBSTREIT etT HOMPSON, qui donne le spectre de densité d'énergie déduit de la mesure des fluctuations de phase, sur un trajet optique au Mt Haleakala aux îles Hawaï, à 9414 Mc/s. M. NORTON apporte une modification à la théorie de la turbulence reposant sur une fonction d'autocorrélation de Bessel en utilisant différentes longueurs d'échelle parallèlement et perpendiculairement au vent. M. GORDON interroge sur la partie haute du spectre et sur l'influence de différentes fonctions d'autocorrélation sur la loi de fréquence. M. NORTON ajoute que des influences parasites tendent à aplatir la pente de la courbe spectrale, mais qu'il est possible que cet aplatissement corresponde aussi à un effet réel de l'atmosphère. M. SMYTH questionne sur la mesure des fluctuations d'amplitude en visibilité et sur les comparaisons avec la théorie. M. NORTON répond qu'il possède quelques données, mais qu'il n'a pas encore été fait de comparaison avec la théorie ; et qu'en outre il s'agit là d'un effet secondaire par rapport à l'effet

des fluctuations de phase. M. CRAIN fait remarquer que son expérience lui a montré qu'il s'agit là d'un problème complexe et variable de jour en jour, et qu'une seule fonction de corrélation ne peut rendre compte de toutes les variétés de données observées. M. NORTON répond qu'il pense que des fonctions de Bessel sont toujours valables dans un domaine similaire, et que les nouvelles données de fluctuations de phase à 10.000 Mc/s sont plus précises que les anciennes données à 1000 Mc/s, lesquelles donnaient un spectre en f^{-2} en raison de l'absence de filtrage. M. MARSHALL fait remarquer la différence d'altitude sur le trajet des Iles Hawaï. M. GORDON critique l'aplatissement de la pente des spectres. M. NORTON se demande s'il s'agit là d'un effet réel ou d'une erreur de lecture introduite par la méthode d'analyse utilisée dans l'obtention du spectre. M. CARROLL fait remarquer que les fonctions de corrélation de Bessel ont une dérivée seconde infinie à l'origine, ce qui suppose, d'après le théorème de Taylor-Richardson de 1922, un gradient de densité quadratique moyenne et une pente d'énergie infinie.

M. LANGILLE décrit quelques récentes observations à 500 Mc/s sur un trajet de 85 milles au Canada, qui font apparaître un accroissement du taux d'évanouissement (pouvant être multiplié par 10) lors du passage de fronts sur le trajet. Il pense qu'il peut y avoir là une méthode de détection des fronts météorologiques. Une discussion a alors lieu entre MM. AMENT et HERBSTREIT sur les conditions météorologiques synoptiques aux Iles Hawaï. M. MISME fait remarquer que l'étude de la distribution du vent autour d'une montagne remonte à 1937, et qu'il ne faut appliquer qu'avec prudence les théories de l'aérodynamique. On a pu constater d'importantes divergences entre la théorie et l'expérience au cours d'une étude de l'effet des montagnes des Iles Fogo dans l'Atlantique Sud.

M. FANNIN expose les Doc. 243 et 244, concernant l'atténuation et la diffusion arrière des ondes millimétriques par la pluie et des gouttes d'eau, de dimensions connues ; l'étude des surfaces d'iso-indice à la surface et au voisinage du sol et leur relation avec les situations météorologiques ; ainsi que des relevés au réfractomètre en différents lieux (Ohio, Côte Pacifique, Floride). MM. SAXTON, CRAIN et JOSEPHSON discutent de la compensation de température

dans les cavités des réfractomètres et de l'interprétation des enregistrements de sondage par avion.

M. Bean expose le Doc. 247, concernant le rapport entre les champs au-delà de l'horizon et l'indice de réfraction au sol, ainsi que les variations géographiques et climatiques de celui-ci. M. Misme exprime son désaccord sur ce premier point. Il rappelle que l'indice au sol fut considéré comme le seul paramètre important pendant la guerre, et que M. Perlat avait déjà noté un certain rapport avec les champs au-delà de l'horizon dans une communication à l'U.R.S.I. il y a une dizaine d'années. Il pense qu'un nouveau paramètre doit maintenant être introduit, tel que le « gradient utile » de l'indice. Il espère que l'introduction de cette notion pourra améliorer la corrélation entre champs radioélectriques et mesures météorologiques et clore ainsi le problème. MM. Bean et Misme discutent sur le calcul de l'indice au sol et du gradient à partir des observations météorologiques. M. Norton interprète la corrélation entre champ et indice au sol dans l'hypothèse du « gradient de mélange ». M. Voge observe que la bonne corrélation notée par M. Perlat entre champ et indice de réfraction dans le Nord de la France ne se retrouve pas dans la région de Dakar, et M. du Castel développe ce point. M. Bean ne pense pas que l'hypothèse du « gradient de mélange » soit une explication acceptable de la corrélation champ-indice au sol. M. Wong note la similitude du gradient de l'indice en tous lieux au-dessus de 3000 m et l'impossibilité de comprendre la corrélation du champ et de l'indice au sol dans l'hypothèse de la turbulence. M. Crain illustre la non-applicabilité de l'hypothèse du gradient de mélange dans le cas d'un profil relevé au-dessus de Haswell, au Colorado, jusqu'à 8000 m, qui montre la présence d'une couche, avec le même gradient en-dessus et en-dessous, mais avec des fluctuations de l'indice très différentes, et une grande stabilité au-dessus de la couche. Il en conclut à l'impossibilité d'appliquer l'idée de gradient de mélange à l'interprétation des fluctuations normalement mesurées dans l'atmosphère. Il appuie ces remarques sur des résultats, et non sur une formule empyrique adaptée à des données. M. Norton répond que l'introduction d'une échelle de turbulence verticale plus faible que l'échelle horizontale et de très petites valeurs de fluctuations de l'indice lui semblent rendre compte des données. M. Crain affirme que les paramètres météorologiques nécessaires

dans la théorie de la diffusion turbulente sont suffisamment importants pour pouvoir être mesurés dans la Troposphère et dans la Stratosphère, s'ils existent. Il préfère des mesures faites dans l'atmosphère telle qu'elle est, plutôt que des analyses hypothétiques.

M. NAITO présente le Doc. 22 de M. HIRAO sur « Un nouvel appareil de mesure des variations de l'indice de réfraction ». L'appareil comprend un thermistor utilisé pour mesurer les températures sèches et humides avec une constante de temps de 0,7 sec.

M. CRAIN décrit brièvement les mesures effectuées depuis 1951, avec son modèle de réfractomètre, par une quinzaine d'équipes en Amérique du Nord. De 5 à 10 mille vols ont été effectués à l'Université du Texas. Parmi les résultats il montre des profils lisses typiques, une statistique des probabilités d'apparition de sauts d'indice en été et en hiver, des profils de température, des indications de stabilité plus que de turbulence dues au gradient de mélange, de grands sauts d'indice en air clair sans nuage ou au voisinage de nuages, et une comparaison de la décroissance en hauteur des paramètres de diffusion (s'introduisant dans deux des interprétations de Norton de la théorie de diffusion turbulente), avec les fluctuations mesurées avec une grande sensibilité. Les théories de la turbulence nécessitent que les paramètres de diffusion mesurés à 1002 m le soient encore à 30 km, et que des fluctuations de température de 10° C puissent être observées sur quelques cinquantaines de mètres. M. CRAIN pense que les fluctuations de l'indice décroissent trop rapidement avec l'altitude pour permettre d'interpréter les champs à très grande distance. Le point de vue de M. GORDON, que ces fluctuations sont plus importantes dans la stratosphère, semble à M. CRAIN, d'après ses calculs, nécessiter des fluctuations de température d'au moins 5° C. De telles fluctuations, si elles existent, auraient pu être mesurées. M. NORTON répond que, pour son modèle de fonctions de corrélation de Bessel, les fluctuations observées sont suffisantes, que l'échelle verticale est plus importante que l'échelle horizontale, et que les calculs antérieurs de M. CRAIN reposaient sur un modèle erroné, amélioré depuis. M. CRAIN n'approuve pas l'importance de la distinction entre échelle verticale et horizontale. M. RICE souligne les nouveaux calculs de Villars-Weisskopf sur le gradient de mélange, qui lui semblent bien convenir à des observations à 410 Mc/s jusqu'à distances de 600 milles. M. CRAIN répète que l'évidence est contre

l'hypothèse du gradient de mélange dans la troposphère comme dans la stratosphère.

MM. Abraham et Gordon ajoutent quelques commentaires. M. Smith-Rose clôt la séance en faisant remarquer que cette séance a montré la jeunesse et la vitalité de la Commission II, mais que le problème commence seulement à être bien posé, et que les progrès seront comme toujours dus à l'interaction de la théorie et de l'expérience.

Cinquième séance : Lundi 2 septembre 1957, 14 h.

Objet : *Sujets concernant le C.C.I.R. et Résolutions.*

Présents : 42 personnes.

Le président Smith-Rose décrit brièvement l'origine et les buts de la Commission Mixte de Radio Météorologie, qui représente un effort combiné de l'U.R.S.I., l'U.G.G.I. et l'I.U.P.A.P., et dont 4 séances viennent de se tenir à New-York en août. M. Gordon donne quelques détails sur la réunion et en lit la résolution. Celle-ci est approuvée à l'unanimité par la Commission II et reprise en résolution n° 6, pour transmission au Comité Exécutif de l'U.R.S.I.

M. Smith-Rose rappelle alors les travaux du C.C.I.R. et ses rapports avec l'U.I.T. et le C.C.I.F., avec mention spéciale du Groupe d'Etude n° 5 qui s'intéresse aux mêmes problèmes que la Commission II de l'U.R.S.I. Le programme d'Etude n° 55 (courbes de propagation troposphérique à grande distance au-delà de l'horizon), caractéristique des activités du C.C.I.R., fait l'objet d'une discussion. Un sous groupe de travail, comprenant notamment MM. Saxton, Grosskopf, Herbstreit et Voge, a tenu des réunions à Paris en 1956 et à Boulder en 1957, pour tracer des courbes améliorées des champs d'interférence dépassés 1 % et 10 % du temps, des courbes de champ médian de 40 à 500 Mc/s, et pour donner une estimation de gain de hauteur moyen, de l'influence climatique, de la différence entre trajets terrestres et maritimes, etc... M. Waterman pose la question des interférences ionosphériques pour les fréquences les plus basses de cette bande. fait remarquer que la Federal Communications Commission, n'a pas considéré la protection contre les interférences ionosphériques

comme un sujet important. M. NORTON pense que les interférences en télévision dans la bande des 40 Mc/s peuvent être importantes, mais M. SMITH ROSE fait remarquer qu'au Royaume-Uni et dans les pays voisins les interférences n'apportent pas de gêne considérable sur les canaux 1 à 5 pour des stations voisines à faible puissance, surtout si l'on utilise des polarisations croisées et des aériens directifs. M. WATERMAN rappelle la communication de M. ABEL à la Commission III qui décrit le passage progressif de la diffusion troposphérique à la diffusion ionosphérique au-delà de 600 milles. M. ALLEN fait remarquer que la propagation par diffusion n'est pas assez puissante pour gêner un service de radiodiffusion, mais que la propagation par la couche F ou la couche E sporadique peut apporter de sérieuses interférences. M. SMITH-ROSE mentionne la réponse à ce problème apporté par la Question 101 de l'Assemblée du C.C.I.R. de Varsovie (« Avantages obtenus par des considérations de polarisation dans l'établissement des stations de radiodiffusion dans les bandes métriques et décimétriques, vision et son ») soit une protection contre les interférences de 18 db en moyenne, davantage dans les campagnes.

Les Questions du C.C.I.R. n° 136, 137, 138 et les Programmes d'Etude n° 57, 79, 90, 91 (cf. *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.*, n° 101, janv.-fév. 1957) sont rapidement discutés par MM. BEAN, NORTON, BECKMANN, LUKES, RICE, ALLEN et CARROLL. Il est pris note qu'au moins les 2/3 des séances de la Commission ont été consacrés aux mêmes sujets, et que les informations utiles seront transmises directement au C.C.I.R. avant l'Assemblée Plénière de 1959 (cf. Résolution 5).

Après quelques modifications et additifs, la résolution proposée par le Comité National des U. S. A. est adoptée comme résolution de la Commission II de l'U.R.S.I. (cf. Résolution ci-dessous).

Il est décidé que le Doc. 155 « Propagation des ondes radio en deçà de l'horizon », avec les références, sera publié par le Dr J. B. SMYTH, président du groupe de travail qui l'a réalisé, et transmis au Secrétariat pour publication dans le Compte-Rendu de la XIIe Assemblée Générale, Commission II.

Le prochain président de la Commission II doit être désigné par le Comité Exécutif. En accord avec le système de rotation du Comité Exécutif, le Dr SMITH-ROSE désigne le Dr J. B. SMYTH comme vice-président, succédant au Dr C. G. AURELL ; le Dr

J. A. SAXTON comme secrétaire de langue anglaise, succédant au Dr T. J. CARROLL ; et M. F. du CASTEL comme secrétaire de langue française, succédant à M. J. VOGE, jusqu'à la prochaine Assemblée Générale.

Sixième séance : Mardi 3 septembre 1957, 9 h. 30

Objet : *Diffusion dans la troposphère* (théorie).

Présents : environ 75 personnes.

M. KRASILNIKOV ouvre la discussion par quelques remarques sur le Doc. 86, « Théorie de la propagation des ondes en atmosphère turbulente (*Revue des Travaux soviétiques*) » et le Doc. 87 « Sur la théorie de la diffraction des ondes dans un milieu d'irrégularités aléatoires de l'indice de réfraction ». Les ondes acoustiques, lumineuses et radio peuvent se propager dans un milieu turbulent par convection, mais il faut considérer aussi les effets de réfraction par les couches au voisinage de la surface ou en altitude. La plupart des travaux théoriques soviétiques dans ce domaine se sont inspirés des théories de KOLMOGOROV sur la turbulence localement isotrope, avec des approximations complémentaires dans le cas d'anisotropie. Les travaux les plus anciens utilisent l'optique géométrique pour discuter des effets de propagation, alors que les travaux plus récents utilisent l'optique ondulaire pour discuter des fluctuations en amplitude et en phase introduits dans une onde se propageant à travers une couche turbulente d'épaisseur 1. M. TATARSKY et d'autres préfèrent utiliser la fonction spectrale de structure de la turbulence plutôt que la fonction de corrélation. De nombreux travaux soviétiques sur la propagation en milieu turbulent se réfèrent au cas des ondes acoustiques, où l'important article d'avant-guerre de M. OBOUKOV est voisin de celui de M. PEKERIS dans Physical Review. MM. CHERNOV, MERKULOV et KRASILNIKOV ont publié des articles à ce sujet, étudiant les propriétés moyennes d'un élément récepteur de dimensions supérieures à l'échelle des inhomogénéitées. M. KRASILNIKOV exprime l'opinion que, si les controverses entre les théories des couches et celles de la turbulence sont un sujet complexe, il serait temps de voir naître une bonne publication, écrite par des spécialistes, qui ne soit pas seulement une revue des divers points de vue, mais un effort de synthèse entre ceux-ci. Les articles récents et futurs

de M. TATARSKY dans le *Acoustical Journal* considèrent le cas d'ondes sphériques se propageant en milieu turbulent. Tenant compte de l'importance des références aux problèmes acoustiques pour obtenir des données sur la structure fine d'un courant turbulent, et de la nécessité de nombreuses mesures mondiales à cette fin, il exprime l'opinion qu'il est préférable de connaître beaucoup sur peu de points, plutôt que peu sur beaucoup de points.

En réponse à une question, M. KRASILNIKOV fait remarquer que la loi en puissance 2/3, pour la dépendance des fluctuations de vitesse et de température en deux points de mesure distants, est bien vérifiée par l'expérience au voisinage du sol, et par des sondages en ballon en présence de fluctuations. Il pense que des observations de corrélation, entre deux réfractomètres espacés, pour connaître la fonction spectrale seraient très utiles dans les problèmes de propagation.

M. WONG décrit quelques tentatives de mesure de la loi en puissance par des vols avec un réfractomètre à une altitude de 4500 m, qui permettaient de mettre en évidence des fluctuations de dimensions inférieures à 50 cm. M. SILVERMAN fait quelques remarques sur la valeur de l'exposant dans les mesures de M. TATARSKY, et sur l'importance d'essayer de préciser au moins si l'exposant est inférieur, égal ou supérieur à l'unité, pour permettre une distinction expérimentale entre les divers types de fonctions spectrales. M. CRAIN fait observer que des mesures faites au Texas sur les fluctuations de température à l'aide de thermistors, ont montré des spectres différents dans le sens du vent ou perpendiculairement à lui.

M. KRASILNIKOV répond que les mesures de M. TATARSKY en accord avec l'exposant 2/3 ne concernent que des conditions expérimentales se rapprochant des conditions théoriques idéales, et qu'un travail beaucoup plus important serait nécessaire pour une vérification générale de la théorie. M. AMENT émet l'opinion que l'étude de l'isotropie dans les conditions de vent au voisinage des couches de stratification serait très importante pour la propagation par diffusion. M. CARROLL demande quelle possibilité existe d'extrapoler en altitude dans la troposphère et la stratosphère, des mesures faites au voisinage du sol. M. KRASILNIKOV pense qu'une telle extrapolation n'est pas possible sans mesures

directes, sauf comme hypothèse pour vérifier si la loi de KOLMOGOROV est applicable.

M. WHEELON résume le Doc. 302 et énumère 9 types de données dont la théorie doit rendre compte : 1) l'influence de la fréquence sur les champs au-delà de l'horizon, 2) l'influence de la distance (loi exponentielle ou loi en puissance —5 ou —8), 3) la corrélation du champ et des situations météorologiques, 4) les propriétés statistiques du signal (telles que les fluctuations de type Rayleigh), 5) la pseudopériode des fluctuations et sa proportionnalité à la fréquence, 6) les expériences de corrélation d'espace, 7) les mesures de gain réel d'antenne et la perte sur les gains élevés, 8) les expériences de dépointage de lobes étroits d'antennes, 9) les bandes passantes utilisables ou la corrélation en fréquence en fonction de la distance. M. WHEELON ajoute quelques remarques sur les hypothèses de diffusion turbulente, à la base de nombreuses publications théoriques, et quelques remarques complémentaires sur les hypothèses récentes de couches élevées, en terminant par la théorie des modes de Carroll-Ring reposant sur une couche de stratification gravitationnelle, développée ultérieurement par M. CARROLL. Les théories de la turbulence supposent habituellement soit une fonction d'autocorrélation exponentielle, en $\rho K(\rho)$ ou Gaussienne, soit une loi de puissance spectrale. M. WHEELON considère comme seuls modèles légitimes de turbulence homogène le spectre en $K^{-11/3}$ dérivé des considérations de OBOUKOV ou du gradient de mélange, et le spectre en K^{-5} dérivé de l'équation de NAVIER-STOKES et des considérations de gradient de mélange, avec une influence expérimentale de la fréquence favorisant ce dernier modèle. Il observe que les données expérimentales 4) à 9) ci-dessus peuvent être retrouvées par les théories de turbulence, mais note certains désaccords avec les calculs de gain réel d'antennes et de bande utilisable faits à partir d'un modèle de turbulence anisotrope. M. WHEELON mentionne brièvement les calculs de MM. FRIIS, CRAWFORD et HOGG supposant des couches de réflexion en plaques, et sur leurs interprétations des dépointages d'antennes, de l'influence de la fréquence, et de la perte de gain d'antennes.

M. SILVERMAN ne pense pas que les deux lois spectrales mentionnées par M. WHEELON aient toutes deux d'aussi solides fondements théoriques. Il pense que la loi en K^{-5} est mal fondée théoriquement, et que le gradient de mélange ne joue aucun rôle dans les éléments

diffusants de petite dimension. M. ROCHE fait état d'un calcul d'intégration dans le volume commun à deux faisceaux d'antennes étroits, qui est en désaccord de près de 20 db avec les résultats expérimentaux aux plus grandes distances. M. CARROLL note que la publication posthume de M. MEGAW souligne une erreur dans la loi en K^{-5} obtenue par MM. VILLARS et WEISSKOPF, de sorte que le soi-disant accord de la théorie avec la loi expérimentale en fréquence est une illusion. M. WHEELON réplique que M. MEGAW est décédé avant qu'une dérivation correcte de la loi en K^{-5} ait été obtenue, et M. SILVERMAN observe que MM. VILLARS et WEISSKOPF eux-mêmes ne croient probablement plus en elle.

A une question de M. ECKLUND sur l'influence de la fréquence dans les champs diffusés, M. NORTON répond, en se référant à une de ses publications de 1955 montrant une loi avec exposant $1{,}04 \pm 0{,}2$. M. RICE déclare que son calcul d'intégration du volume commun, mentionné par M. ROCHE, ne donne pas une valeur trop faible à grande distance, et ajoute qu'il a également traité le cas d'antennes d'ouvertures différentes. Il ajoute que les mesures sont moins incertaines que la théorie. M. WATERMAN note la différence entre les théories du volume de diffusion et de la réflexion sur des couches pour l'effet de dépointage de faisceaux d'antennes ou de la perte de gain. M. BULLINGTON fait observer que sur de longues distances à 200 Mc/s on n'observe pas toujours une distribution de Rayleigh des fluctuations, mais qu'il suffit de 2 à 3 composantes aléatoires pour interpréter la distribution obtenue. M. AMENT indique ainsi que la transmission d'impulsions le long d'un trajet aux Iles Bahamas indique parfois un faible nombre de composantes. M. NORTON pense que ces résultats ne sont pas en désaccord avec la théorie de la turbulence. M. SMYTH ajoute que peu de personnes ont réellement vérifié l'existence d'une distribution de Rayleigh par un test statistique adéquat.

M. GORDON expose ensuite le Doc. 245, sur le rôle distinct de la stratosphère et de la troposphère dans les communications radio. Dans l'hypothèse du gradient de mélange, l'excès de gradient d'indice sur la courbe adiabatique est considéré comme le facteur déterminant de l'intensité des irrégularités de la constante diélectrique. Il en résulte que les champs diffusés calculés pour la stratosphère sont supérieurs aux estimations reposant sur une extrapolation des mesures de CRAIN à la stratosphère. M. GORDON

pense qu'une étude de la corrélation entre les champs observés et l'altitude de la tropopause serait utile, et que des fluctuations de température de l'ordre du degré seraient nécessaires dans cette hypothèse. Il note que les calculs stratosphériques indiquent un gain d'antenne maximum réalisable de 38 db quelque soit la distance, et une ouverture d'antenne optimum de forme elliptique. M. Rice compare des données expérimentales américaines de diverses origines avec des calculs reposant sur un modèle en $\rho K_1(\rho)$. M. Roche note les faibles variations saisonnières (5 db) observées à 400 Mc/s sur un trajet de 600 milles, et M. Ament répond que les valeurs 99 % sont plus stables que les valeurs médianes.

M. Eckart discute le problème de la diffusion inverse, étudié également par MM. Gelfand et Levinthan en U. R. S. S. et Kay aux Etats-Unis. Il attire l'attention sur divers points soulevés dans ses publications (cf. G. Eckart, Académie des Sciences de Munich, vol. 77, « Analyse des perturbations de la constante diélectrique dans des zones diélectriquement turbulentes à l'aide d'observations des champs de diffusion »), notamment sur le fait que des observations de la phase d'impulsions aussi bien que de leur amplitude sont nécessaires pour tirer des conclusions sur la turbulence diélectrique à l'origine de la diffusion, par utilisation de la méthode des transformées de Fourier.

M. Smyth présente les résultats du calcul du cœfficient de réflexion en ondes planes sur des couches de stratification dans l'hypothèse *a*) d'une loi analytique d'Esptein, *b*) d'une couche sinusoïdale avec des discontinuités dans les dérivées secondes aux extrémités. Les calculs exacts (reposant sur les équations différentielles hypergéométriques ou de Matthieu), pour une incidence de 89° et une variation d'indice de $60\ 10^{-6}$ pour la couche d'Epstein et de 93 % de cette valeur pour la couche sinusoïdale, donne respectivement $1{,}2.10^{-7}$ et $1{,}6.10^{-5}$. M. Smyth fait observer que ces calculs montrent la nécessité d'être prudent dans le choix du modèle théorique, puisqu'il est impossible de distinguer expérimentalement ces deux types de variation dans la couche.

M. Carroll exprime son désaccord avec de nombreux points des interprétations de M. Wheelon sur la signification des données expérimentales. Malgré leur utilité historique, il pense que les hypothèses mathématiques et météorologiques à la base des explications turbulentielles sont probablement erronées, et que l'expli-

cation correcte des champs au-delà de l'horizon vient de l'application du conduit de transition de Furry (modèle bilinéaire) à la couche de stratification gravitationnelle, le champ dans la zone de « crépuscule » étant conçu comme une onde guidée autour de la terre telle une onde diffusée cohérente dans l'air diélectrique. Il prévoit que la popularité des explications turbulentielles aux Assemblées de l'U.R.S.I. à Zurich, Sydney et La Haye ne se retrouvera plus aux prochaines Assemblées.

Septième séance : Mercredi 4 septembre 1957, 9 h. 30

Objet : *Diffusion dans la troposphère* (suite).

Présents : environ 75 personnes.

Le président M. SMITH-ROSE demande s'il y a des commentaires sur la résolution adoptée à la 5e séance, qui a été distribuée. Il donne ensuite lecture d'une nouvelle résolution, soumise par le Prof. KLEIN de l'Université de New-York, concernant l'étude mathématique de la propagation des ondes en milieu hétérogène. Après que M. HERBSTREIT ait déclaré qu'il aurait préféré un langage plus général, et que M. CARROLL ait fait part de quelques remarques, la résolution ainsi modifiée est adoptée comme 3e résolution de la Commission II.

La proposition de M. WHEELON au cours de la 6e séance, pour un résumé des faits expérimentaux sur le sujet, indépendamment de toute interprétation théorique, est discutée par MM. GORDON et AURELL. M. SMITH-ROSE trouve que cette question est trop vaste pour la réunion actuelle, et exprime l'espoir que les personnes intéressées communiqueront leurs idées par écrit au Secrétariat de la Commission, afin de permettre la mise en circulation d'un document sur les faits expérimentaux, condensé mais comprenant les propriétés les plus marquantes.

Sous la présidence du vice-président, M. AURELL, M. CARROLL présente ses idées sur la théorie de réflexion troposphérique par diffusion cohérente, en opposition avec les théories de diffusion turbulente. Si la turbulence et la diffusion cohérente ne sont pas mutuellement exclusives, il pense qu'il n'est pas possible d'affirmer que la diffusion par turbulence soit relativement peu importante dans la compréhension des champs observés au-delà de l'horizon,

indépendamment de l'intérêt historique d'une hypothèse attirant l'attention sur des faits négligés. M. CARROLL trace brièvement le développement historique de son point de vue, qui a conduit à l'application initiale de la théorie de Furry sur les modes transitionnels pour un modèle bilinéaire de profil d'indice (Proc. IRE, octobre 1955 et Onde Electrique, mai 1957). Depuis 1954 le calcul de la sommation des modes a été développé sur machine à calculer Whirlwind, par MM. RING et DWIGHT au M.I.T., pour 3 fréquences : 50 Mc/s et hauteurs terminales 1000 et 1000 pieds, 500 et 30 pieds, 410 Mc/s et hauteurs terminales 40 et 10 pieds, 3000 Mc/s et hauteurs terminales 117 et 71 pieds. Pour un profil en inverse-carré avec gradient nul à la transition air-espace libre, la sommation des modes est complète pour 50 Mc/s et des hauteurs terminales de 500 et 30 pieds. La sommation des modes est en accord, pour l'amplitude comme pour la phase, avec la théorie classique des rayons et la théorie des modes, corrigée pour tenir compte de la réfraction en-deçà et juste au-delà de l'horizon ; elle conduit ainsi à une zone de crépuscule bien au-delà de l'horizon. M. CARROLL pense que les mêmes calculs peuvent donner une nouvelle voie de compréhension de la durée du crépuscule optique, comme du phénomène de « Gegenschein » dont la parallaxe apparente a été mesurée en U. R. S. S. ces dernières années. Les calculs de sommation de modes pour les différents profils d'indice linéaires et curvilignes, M. CARROLL ne les considère nécessaires que pour donner quelques exemples, montrant que le champ dans les régions de visibilité, de diffraction ou de crépuscule peuvent se déduire d'une représentation à un seul mode. Pour l'utilisation pratique, des méthodes d'approximation plus simples peuvent être utilisées dans chacune des régions. Le champ dans la région du crépuscule peut être considéré simplement comme le résultat de la présence de la couche d'air, stratifiée par la gravité et les lois des gaz, sans autre supposition sur les propriétés de la troposphère ou de la stratosphère.

Le président M. AURELL observe que, si les mécanismes de diffusion cohérents et turbulents ne sont pas mutuellement exclusifs, la question de celui des deux qui est prépondérant mérite une réponse. M. FINE interroge sur la comparaison entre les modèles linéaires et inverse-carré dans la région du crépuscule. M. CARROLL répond que pour les calculs à 50 Mc/s, le champ pour le modèle

inverse carré est à peu près de 60 db en-dessous du champ avec le modèle bilinéaire. Il affirme que le meilleur modèle pour l'interprétation des données est probablement intermédiaire, soit un profil à terminaison exponentielle, dont la terminaison espace-libre serait au niveau où l'indice de réfraction devient égal à l'unité à la limite de la stratosphère et de l'ionosphère inférieure. M. WAIT pose la question de l'utilisation par M. BREMMER du profil d'Eckersley-Millington, pour étendre les solutions sur une terre sans atmosphère, où il convient, en cas d'atmosphère inhomogène. M. CARROLL répond que ce profil, lorsqu'on l'ajuste pour avoir les valeurs convenables de l'indice et du gradient à la surface, conduit à de graves erreurs à altitude élevée. M. BREMMER note que ses dérivations, reposant sur le profil d'Eckersley $n^2 = A + B/r^2$, avaient pour but de montrer que la notion de terre 4/3 apparaît automatiquement dans ce cas pour des raisons de similitude, et qu'elles vont contre les notions d'optique géométrique, au nom desquelles fut introduite à l'origine l'idée de rayon radioélectrique de la terre.

M. RICE interroge sur la discontinuité secondaire introduite dans la sommation des modes pour des distances telles qu'il n'y ait pas d'air diélectrique dans la zone définie par les rayons extrêmes. M. CARROLL répond que le modèle à terminaison exponentielle possède cette discontinuité secondaire au-delà de toutes les données existantes. Il explique que ses profils sont tous des sommes de fonctions analytiques et que la fonction d'onde doit être une combinaison linéaire des solutions de l'équation d'onde pour les hauteurs situées dans la couche d'air inhomogène, ou qu'il en résulte ce que Furry appelle une « formule Bogus ». Si la jonction des profils représentant la transition air-vide peut être rendue aussi faible que l'on veut en la prenant suffisamment élevée, le cas limite d'une hauteur de transition infinie n'est cependant pas encore résolu à cause de la restriction des problèmes de diffraction par la courbure terrestre pour des sources de hauteur faible par rapport au rayon de la terre. Le mode de contribution maximum dans la région du crépuscule peut être interprété comme le rayonnement quittant la surface tangentiellement, et ayant la transition air-vide à une hauteur définie, avec une petite réflexion associée. Cette réflexion spéculaire à la hauteur de transition n'est, en

pratique, pas appréciable, en raison du diagramme de rayonnement de l'antenne.

M. KATZIN observe que la théorie des modes normaux repose sur l'hypothèse d'une stratification horizontale stricte, nécessaire pour permettre une séparation des variables. Il interroge sur la façon de rendre compte par cette théorie des variations du signal dans le temps et dans l'espace : évanouissements, distance de diversité, largeur de bande, etc... M. CARROLL répond qu'une variation aléatoire d'un petit nombre de modes ou de couches élevées permet de rendre compte d'une distribution de Rayleigh pour les fluctuations du champ dans la zone de crépuscule. Si la turbulence peut donner une origine plausible aux déphasages aléatoires des modes aux grandes distances, il préfère cependant les mouvements moléculaires de la théorie cinétique comme une cause plus probable des fluctuations permanentes, telles que celles constatées dans le désert d'Arizona. On peut supposer qu'une pseudo-période de quelques cycles/sec du signal reçu peut provenir d'un effet Doppler dû aux mouvements moléculaires des couches. M. KATZIN déclare ne pouvoir accepter des arguments reposant sur des diffuseurs mobiles, mais pense que de telles considérations débordent la théorie des modes normaux. M. BREMMER avance l'idée que la théorie des modes peut être modifiée pour expliquer les fluctuations du champ par des coefficients d'expansion qui seraient des fonctions lentement variables du temps, peut-être parce que l'indice de réfraction serait une fonction de temps aussi bien que de la hauteur, comme dans la turbulence. M. CARROLL approuve l'idée de M. BREMMER si elle peut être réalisée, mais pense que sa propre explication repose plus simplement sur un miroir mobile et les conceptions de Doppler, ajoutées aux calculs de la théorie des modes pour une distribution hétérogène gravitationnelle de molécules stationnaires. Il exprime en outre l'opinion que les théories turbulentielles de variations micrométéorologiques de l'indice de réfraction ne peuvent permettre d'interpréter les données qu'en supposant des tourbillons à bords nets introduits dans la fonction d'autocorrélation de Booker-Gordon, qu'il considère inacceptable dans un milieu gazeux tel que l'air. M. SILVERMAN émet des doutes sur la possibilité d'expliquer des fluctuations suivant la loi de Rayleigh en introduisant la turbulence dans la théorie des modes. M. GORDON ajoute que Booker et lui-même maintiennent leur

expression originale de la théorie de la diffusion avec une fonction d'autocorrélation exponentielle.

M. NORTON présente quelques résultats sur des calculs de diffusion turbulente reposant sur une fonction d'autocorrélation de type Bessel, en supposant une turbulence anisotrope. Les calculs diffèrent de ceux de M. STARAS (Doc. 302, référence 1 et 31) et montrent un faible effet de l'anisotropie sur la corrélation entre antennes espacées et sur la perte de gain d'antenne. M. SILVERMAN interroge sur la validité d'une hypothèse anisotrope dans le cas des tourbillons de faible dimension. Répondant à une question de M. GORDON, M. NORTON déclare que les échelles de turbulence disparaissent par l'intégration dans le volume de diffusion.

M. RICE ajoute quelques améliorations dans le calcul du volume commun pour la perte de gain d'antennes. Il souligne la différence de méthode entre ce type d'intégration à 3 dimensions dans le volume de diffusion, et la méthode de M. STARAS, de même que la différence dans les hypothèses sur la décroissance en altitude des paramètres de diffusion. Les résultats sont en désaccord avec ceux de Booker — de Bettencourt, avec sa propre publication d'octobre 1955 et avec le cas d'antennes dissymétriques de Staras. En réponse à M. GORDON, M. RICE ajoute que les calculs donnent en général des pertes de gain d'antennes moindres que ceux de Booker — de Bettencourt.

M. BEAN présente ensuite une étude de l'indice de réfraction au sol aux Etats-Unis, déduite de 8 années d'observations météorologiques. Il présente des cartes différentes pour les termes « secs » et « humides » de l'indice. M. MISME maintient qu'il ne peut admettre cette séparation des 2 termes. La validité de l'indice au sol comme critère de la courbure totale des rayons dans le cas de rayons tangentiels est ensuite discutée.

M. AURELL clôt cette séance finale de la Commission II en faisant observer qu'un accord complet n'a pu être obtenu sur de nombreux points. Ceci montre clairement qu'il reste encore du travail à faire, avant de reprendre la discussion dans 3 ans à la prochaine Assemblée.

Rapport sur les réunions de la Commission II

présenté à la Séance Plénière de Clôture

5 septembre 1957

(*Traduction*)

La Commission II a tenu 8 séances, auxquelles assistèrent quelque 70 délégués et observateurs. Bien que les divers auteurs des documents distribués à l'Assemblée y aient présenté leurs travaux, les réunions ne furent pas limitées à ce seul objet, et la majorité des personnes présentes a participé à des discussions très intéressantes et animées.

Les sujets examinés par la Commission furent répartis essentiellement en quatre sections. La première traita des effets du sol sur la propagation des ondes très courtes, et particulièrement des champs qui peuvent être mesurés au-delà des chaînes de montagnes et des obstacles similaires. La manière dont les ondes sont réfléchies ou réfractées dans l'atmosphère inférieure fut ensuite discutée. Quelques contributions importantes décrivirent les mesures d'intensité de champ radioélectrique en-deçà et au-delà de l'horizon optique de l'émetteur. Celles-ci furent associées, dans beaucoup de cas, aux observations météorologiques. En outre, une grande quantité d'information concernant le gradient vertical d'indice de réfraction dans l'atmosphère, est actuellement fournie par les radiosondages météorologiques.

Aux diverses séances se manifestèrent beaucoup de spéculations et une grande diversité d'opinion sur la manière dont les ondes sont propagées à des distances relativement grandes — plusieurs centaines de kilomètres — dans l'atmosphère inférieure. En l'absence d'une description plus précise, le processus est appelé « diffusion », mais les théories abondent ; celles-ci furent discutées dans le but de mieux comprendre les conditions thermodynamiques précises de l'atmosphère qui rendent possible cette propagation.

Dans plusieurs phases de nos discussions, il apparut que nous devons tenir compte des conditions météorologiques jusqu'au moins 30 km d'altitude. Ce fait peut porter nos études au-delà des limites de la troposphère, mais il n'est pas proposé actuellement de suggérer une altération au titre de notre Commission.

Un rapport concis accompagné d'une bibliographie étendue a été préparé de manière à passer en revue l'état actuel de nos connaissances sur la propagation des ondes très courtes aux distances en visibilité. Il a été recommandé que ce rapport soit publié dans les Comptes-rendus de la Commission pour la XIIe Assemblée Générale.

En conclusion, je puis dire que, bien que nos connaissances sur le sujet de la Commission s'accroissent rapidement, nous ne comprenons pas encore très clairement la manière dont se propagent les ondes très courtes dans la basse atmosphère. Les investigations futures, qui sont rendues nécessaires, sont illustrées par les Résolutions adoptées par la Commission II.

Je voudrais profiter de cette opportunité pour remercier M. C. G. Aurell, Vice-Président, d'avoir présidé deux séances en mon absence, et exprimer mon appréciation sur l'excellent travail des Secrétaires, le Dr T. J. Carroll et M. J. P. Voge durant toute l'Assemblée Générale. Pour ses travaux futurs, la Commission a approuvé la nomination du Dr J. B. Smyth comme Vice-Président et du Dr J. A. Saxton comme Secrétaire de langue anglaise.

R. L. Smith-Rose.

Résolutions et Recommandations

1° *La Commission II de la XII*e *Assemblée Générale considère* :

a) Que devrait être développée l'étude de la dépendance des signaux diffusés en fonction de la latitude, du climat et du relief, par des observations faites dans des zones géographiques différentes.

b) Qu'en particulier le champ d'émetteurs de grande puissance devrait être mesuré à de grandes distances et à des fréquences, polarisations, hauteurs et gains d'antennes variés, ainsi que sur différents types de terrains. L'utilisation d'avions pour de telles mesures est recommandée.

c) Que ces études de propagation devraient inclure des recherches sur les distorsions d'impulsions, la stabilité de phase, le taux d'évanouissement et les propriétés de diversité du signal.

d) Que des mesures météorologiques simultanées seraient désirables en vue d'améliorer la compréhension des mécanismes de propagation.

e) Que devrait être développée la connaissance quantitative des méthodes reliant les études précédentes à des résultats radioélectriques de caractère pratique, spécialement pour aboutir à des approximations satisfaisantes.

2° En raison de l'importance des conditions existantes dans la basse atmosphère pour la propagation des ondes courtes, la Commission II considère que l'U.R.S.I. devrait prendre des mesures pour que les Services Météorologiques Nationaux soient avertis des besoins de la recherche radioélectrique en matière d'observations météorologiques ; et que de telles observations devraient être faites avec le souci d'apporter le plus d'information possible applicable dans le domaine radioélectrique. Elle considère notamment que les Services Météorologiques nationaux devraient être encouragés à :

a) Obtenir des mesures météorologiques plus détaillées en vue de l'étude de la structure fine de l'atmosphère, notamment par des

mesures faites au moyen d'équipements montés sur avion. Une attention spéciale devrait être apportée aux variations fines de l'indice de réfraction dans les régions où cet indice varie dans d'importantes proportions. L'utilisation des réfractomètres pour de telles mesures est particulièrement recommandée.

b) Réunir des données météorologiques, telles que celles mentionnées au paragraphe *a*), dont l'utilisation apporterait une aide dans la prévision, sur une base statistique, des caractéristiques de propagation dans de nombreuses régions géographiques.

3° La Commission considère que, dans la mesure du possible, des mesures météorologiques, d'un caractère suffisamment détaillé pour apporter des éclaircissements sur le mécanisme de propagation, devraient être menées de pair avec un programme de mesures de propagation. Il est suggéré de relier directement ou indirectement diverses variétés de phénomènes atmosphériques et diverses méthodes d'études, à la propagation troposphérique des ondes radio. Un tel programme de mesures simultanées météorologiques et radioélectriques serait à la fois économique et mutuellement bénéfique.

4° La Commission considère que les problèmes mathématiques de la propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu non homogène, où l'indice de réfraction est fonction de la hauteur au-dessus d'une terre sphérique, devraient être étudiés plus à fond, en vue de déterminer le champ transmis autour de la terre. Ces recherches mathématiques devraient en particulier apporter une meilleure connaissance des valeurs propres des différents modes et une meilleure détermination des fonctions de gain de hauteur. D'autre part toute autre méthode, permettant la détermination des champs avec exactitude ou avec une estimation de l'erreur, devrait être approfondie.

5° La Commission II, prenant note des questions n°s 101, 137 et 138 et des programmes d'études n°s 55, 57, 79, 90 et 91 du C.C.I.R., signale que plus des 2/3 de ses sessions au cours de la XIIe Assemblée Générale ont été consacrées à une discussion approfondie de travaux, liés directement à ces sujets et provenant de nombreuses organisations différentes. Il est clair que des résultants utilisables ont été obtenus, qui seront communiqués au C.C.I.R. par les différentes Administrations avant la prochaine Assemblée Plénière.

6° La Commission II s'associe unanimement aux propositions suivantes de la Commission Mixte de Radiométéorologie, telles qu'elles ont été formulées à la réunion du 16 août 1957, à savoir que les réunions tenues en 1957 de la Commission Mixte ont montré l'intérêt de telles rencontres entre spécialistes radioélectriciens, météorologistes et physiciens, qui leur sont une occasion unique de décrire leurs expériences et d'échanger leurs connaissances sur les phénomènes de la basse atmosphère, pour lesquels ils ont un intérêt scientifique commun. Elle adopte à l'unanimité les résolutions suivantes :

a) Que la Commission Mixte devrait pouvoir continuer à être un lieu de rencontre, avec un équilibre raisonnable entre radioélectriciens, météorologistes et si nécessaire, d'autres physiciens, où des radiométéorologistes puissent échanger leurs connaissances et leur expérience.

b) Que son programme, pour un avenir immédiat, devrait être :

1) L'étude des mouvements de l'air et de la structure de l'indice de réfraction dans les plans vertical et horizontal, y compris la formation des nuages et des précipitations, et l'application de ces résultats à la propagation des ondes radioélectriques et à la météorologie.

2) L'étude du champ électrique dans l'atmosphère, spécialement en liaison avec les orages.

c) Que les Unions participantes devraient être invitées à reviser leur représentation à la Commission et à nommer éventuellement de nouveaux représentants.

d) Que la prochaine réunion de la Commission devrait avoir lieu en 1960.

e) Que les communications présentées à la prochaine réunion devraient être soumises à l'approbation du Président de la Commission, trois mois à l'avance.

f) Que la Commission fasse part de ses meilleurs remerciements au Président de l'Université de New-York et à son équipe, et en particulier au Professeur Morris Kline, pour leur aide et leur hospitalité à l'occasion de la réunion de la Commission.

7° Durant l'A.G.I. les besoins des radio-scientifiques étudiant la

propagation troposphérique des ondes devraient continuer à s'accorder avec le programme suivant :

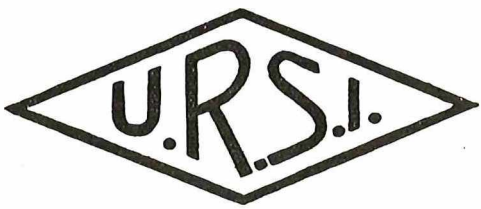
a) Que les données de radiosondages, jusqu'à des hauteurs aussi élevées que possible, devraient être publiées avec le maximum de détails et de précision permis par les instruments. Durant les Périodes Météorologiques Mondiales le nombre de ces sondages devrait être d'au moins 4 par jour.

b) Que des observations supplémentaires devraient être faites, lorsqu'il est possible, des données météorologiques à faible altitude, en utilisant des ballons captifs ou des mâts.

c) Que des sondages par réfractomètres montés sur avion devraient être faits, lorsqu'il est possible, dans les masses d'air de caractère varié, pour permettre de connaître les caractéristiques de ces masses d'air, en rapport avec la distribution verticale de l'indice de réfraction et avec l'échelle et l'intensité de ses fluctuations.

d) Que l'attention des météorologistes devrait être attirée sur l'intérêt du réfractomètre, comme instrument de mesure rapide, pour la détermination du contenu en vapeur d'eau de l'atmosphère, lorsqu'il est utilisé en même temps qu'un élément de mesure de température. Les sondages par réfractomètre, mentionnés au paragraphe *c*) ci-dessus, ont une utilisation immédiate par les météorologistes à ce point de vue.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 3

Commission III

Radioélectricité Ionosphérique

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 7 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION VII

Radioélectricité Ionosphérique

TABLE DES MATIÈRES

Pages

COMPOSITION DE LA COMMISSION 5

LISTE DES RAPPORTS ET DES COMMUNICATIONS PRÉSENTÉS A LA COMMISSION 8

RAPPORT DE LA SOUS-COMMISSION *III b* 13

COLLABORATION AVEC LE C.C.I.R. 14

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 16
Australie 32
Canada 40
E. U. A. 53
France 101
Italie 107
Japon 111
Maroc 130
Nouvelle Zélande 132
Pays-Bas 137
Pologne 141
Royaume-Uni 141
Suède 154
Tchécoslovaquie 161

Rapport du Président a la Séance Plénière d'Ouverture 164

Compte Rendu des Séances 166

Aperçu de l'activité de la Commission 179

Résolutions et Recommandations 180

Composition de la Commission

Président : Dr D. F. Martyn, C.S.I.R.O. Radio Research Laboratory, Camden, N.S.W., Australia.

Vice-Président : Dr L. V. Berkner, President, Associated Universities, Inc., 350, Fifth Avenue, New-York, 1, N.-Y., U. S. A.

Secrétaires : M. D. Lépéchinsky, Ingénieur en Chef, Bureau Ionosphérique Français, Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

Dr W. J. G. Beynon, Department of Physics, University College Singleton Park, Swansea, U. K.

Allemagne : Dr W. Dieminger, Direktor, Institut für Ionosphärenforschung in der Max-Planck Gesellschaft, Lindau über Northeim, Hannover.

Australie : Dr D. F. Martyn

Autriche : Prof. Dr Otto Burkard, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Graz, Halbärtgasse, 3, Graz.

Belgique : M. M. Nicolet, Chef du Service du Rayonnement, Institut Royal Météorologique, 3, Avenue Circulaire, Uccle 1.

Canada : M. J. C. W. Scott, Defence Research Telecommunications Establishment (Radio Physics Laboratory) Defence Research Board, Shirley Bay, Ottawa, Ont.

Danemark : Prof. J. Rybner, Royal Technical University, Øster Voldgade, 10 G, Copenhagen K.

Espagne : Prof. Dr J. Balta Elias, Directeur, Instituto di Fisica « Alonso de Santa Cruz », Serrano, 123, Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : Prof. L. A. Manning, Electronics Research Laboratory, Stanford University, Stanford, Calif.

Finlande : Prof. V. Ylostalo, Finland's Institute of Technology, Helsinki.

France : R. P. P. LEJAY, Bureau Ionosphérique Français, Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine), France.

Grèce : M. M. ANASTASSIADÈS, Professeur de Physique Electronique à l'Université d'Athènes.

Inde : S. K. MITRA, Prof. Emeritus of Physics, Head, Institute of Radio Physics et Electronics, University College of Science, 92, Upper Circular Road, Calcutta, 9.

Italie : Prof. I. RANZI, Facoltà di Fisica dell' Università, Firenze.

Japon : Professor Kenichi MAEDA, Institute of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of Kyoto, Sagyo-ku, Kyoto.

Maroc : M. A. HAUBERT, Institut Scientifique Chérifien,Avenue Biarnay, Rabat.

Norvège : Dr Leiv HARANG, Norwegian Defence Research Establishment, Division of Telecommunications, Kjeller near Oslo.

Nouvelle-Zélande : M. J. G. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Dr J. VELDKAMP, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, de Bilt.

Pologne : Ing. S. JASINSKI, c/o Ing. Krystyn BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palac Kultury i Nauk.

Portugal :

Royaume-Uni : M. J. A. RATCLIFFE, Cavendish Laboratory, Free School Lane, Cambridge.

Suède : Eng. Sven GEJER, Director of Department, Royal Board of Swedish Telecommunications, Brunkebergstorg, Stockholm 16.

Suisse : Prof. Dr R. MERCIER, 3, Chemin du Gray, Lausanne.

Tchécoslovaquie :

Union Sud Africaine : M. F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Laboratory of the C.S.I.R., P. O. Box 10319, Johannesburg, Tvl.

U. R. S. S. : N. B. PUSHKOV, Candidat en Sciences Techniques.

Yougoslavie : Dr. Ing. Dejan BAJIĆ, Institut « Nikolo Tesla », Belgrade, Boîte postale 906.

Sous-Commissions

IIIc. — *Etude du temps de Propagation des signaux radioélectriques*

Président : Prof. M. BOELLA.

Membres : P. V. AKERLIND,
Dr H. Th. FLEISCHER,
Dr W. D. GEORGE,
Prof. I. KOGA,
Sir K. S. KRISHNAN,
R. P. P. LEJAY,
Dr R. L. SMITH-ROSE,
Dr J. J. VORMER,
Dr V. D. R. WOOLEY.

IIIe. — *Indices Ionosphériques de l'activité solaire*

Président : Dr W. J. G. BEYNON.

Membres : Prof. C. W. ALLEN,
Dr D. H. MENZEL,
M. C. M. MINNIS,
M. A. H. SHAPLEY,

Comité de Rédaction du Rapport Spécial sur « Les Observations des Aurores par Radar »

President : Dr J. H. CHAPMAN.

Membres : Dr H. G. BOOKER,
Dr C. D. ELLYETT,
Dr L. HARANG,
Prof. A. C. B. LOVELL,
Dr L. OWREN.

Liste des Rapports et des Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

A = Texte original anglais.

F = Texte original français.

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I. (F).
23	Structure dynamique de la couche F2 ionosphérique déduite de ses variations diurnes, T. SHIMAZAKI, Radio Research Laboratories, Kokubunji, Tokyo, Japon (A).
24	Sur l'occurrence de la couche F1,5 à Tokyo, I. KASHUYA (A).
25	Quelques résultats d'une expérience de propagation à fréquence modulée sur un trajet Nord-Sud à une distance d'environ 1000 km, Y. AONO et I. KURIKI, *Ibid.* (A).
26	Mesure de la magnitude des perturbations ionosphériques à début brusque, Y. NAKOTA ,*Ibid.* (A).
27	Sur les perturbations de propagation radioélectrique, K. SINNO ,Hiraiso Radio Wave Observatory, Radio Research Laboratory (A).
28	Perturbations de la région F2 associées aux orages géomagnétiques, T. SATO, Institut de Géophysique, Kyoto Université de Kyoto, Kyoto, Japon (A).
30	Sur la couche Es séquentielle, S. MATSUSHITA, *Ibid.* (A).
31	Déviation latérale remarquable dans la propagation ionosphérique, K. MIYA, M. ISHIKAWA, S. KANAYA, Kokusai Denshin Denwa Co., Ltd., Japon (A).
32	Une nouvelle théorie de la formation de la couche F2, T. YONEZAWA, Radio Research Laboratory, Kokubunji, Tokyo (A).
33	Ondes magnétohydrodynamiques dans l'ionosphère, S. AKASOFU, Institut de Géophysique, Université de Tohoku, Sendai, Japon (A).

N°	Titres et Auteurs
34	Calcul du trajet de propagation des atmosphériques sifflants, K. MAEDA et I. KIMURA, Département des Ingénieurs Electroniciens, Université de Kyoto, Japon (A).
35	Difficultés rencontrées dans l'explication de la formation de l'ionosphère, Y. INOUE, Institut de Recherche Technique, Administration de la Défense Nationale, Tokyo (A).
65	Méthode de prédiction ionosphérique, E. CHVOJKOVA, Institut Astronomique d'Andrejov (A). (*Publ. Astron. Czechosl.*, 26, 955, *C.C.I.R.*, Doc. 219).
66	Une possibilité nouvelle de propagation à longue distance sur ondes métriques, même auteur (A). (*Bull. Astron. Czechosl.*, 5, 1954, 104-108, 110-111).
67	Réfraction des ondes radioélectriques en milieu ionisé même auteur (A). (*Ibid.*, 5, 1954, 99-104, 104-108).
69	Couche ionosphérique pendant la photoionisation ; Théorie de la bifurcation et recherches par fusées, même auteur (A). (*Ibid.*, 4, 1953 ; 20, 101-109, 1956 ; 33-38, 1958).
70	Sur la relation entre la couche E nocturne à Lindau/Harz et l'activité géomagnétique, A. HAJKOVA, J. MRAZEK (A).
71	Mesures de la fréquence d'évanouissement, P. TRISKA (A).
72	La couche E sporadique à Lindau/Harz de 1948 à 1955, J. MRAZEK (A).
77	L'ionisation nocturne de la région E et l'activité géomagnétique, A. HAUBERT (F).
78	A propos des grands mouvements verticaux de la région F observés à Casablanca, A. HAUBERT (F).
79	Les gradients de température dans les régions E et F1, d'après les sondages ionosphériques effectués à Casablanca, A. HAUBERT (F).
88	Sur la théorie de la propagation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère, V. L. GINZBURG, Institut de Physique P. N. Lebedev, Académie des Sciences de l'U.R.S.S. (A).
89	Diffusion des ondes radioélectriques dans l'ionosphère et propagation des ondes ultra-courtes à longue distance, J. L. ALPERT (A).
90	Analyse de la forme des atmosphériques et vitesse des ondes électromagnétiques aux audio-fréquences, J. L. ALPERT, S. V. BORODINA (A).
91	Investigation sur les couches ionosphériques irrégulièrement distribuées en hauteur par réception simultanée à différentes fréquences ; V. D. GUSSEV, S. F. MIRKOTAN, Faculté de Physique, U.R.S.S. (A).

N°	Titres et Auteurs
92	Investigation sur les irrégularités ionosphériques par la mesure des variations de phase sur le trajet des impulsions réfléchies par l'ionosphère, V. D. GUSSEV, L. A. DRATCHEV, *Ibid.* (A).
104	Résultats préliminaires d'une investigation sur les conditions de propagation aux très basses fréquences, R. LINDQUIST, Département de Recherche de la Défense Nationale, Suède (A).
116	Effets de marée lunaire sur la fréquence critique à midi et sur la fréquence critique minimum nocturne de la couche F2 à Slough et Lindau, G. LANGE-HESSE, E. SCHOTT, Institut Max Planck pour la Physique de l'Ionosphère, Allemagne Occidentale (A).
124*	Rapport du Comité National Britannique à la Commission III, W. J. G. BEYNON (A).
145*	Rapport du Président de la Sous-Commission III*b* (F).
158*	Rapport du Comité National Néo-Zélandais à la Commission III (A).
161*	Rapport du Comité National Italien à la Commission III (A).
167*	Rapport du Comité National Néerlandais à la Commission III (A).
169*	Rapport du Comité National Marocain à la Commission III (F).
172*	Rapport du Comité National Tchécoslovaque à la Commission III (A).
177	Sur l'origine des échos de radar associés à une activité aurorale, J. MEOS, S. OLVING (A).
186*	Rapport du Comité National Canadien à la Commission III (A).
192*	Rapport du Comité National Allemand à la Commission III W. DIEMINGER (A).
199*	Rapport du Comité National Japonais à la Commission III, S. NAMBA (A).
206*	Rapport du Comité National Polonais à la Commission III (A).
215*	Rapport du Comité National Suédois à la Commission III, S. GEJER (A).
220*	Rapport du Comité National Français à la Commission III (F).
223*	Rapport du Comité National Australien à la Commission III (A).
228*	Rapport de la Commission III*c* du Comité National Japonais, I. KOGA (A).

Nº	Titres et Auteurs
234	Réflexion des ondes électromagnétiques et propagation d'ondes de charge d'espace dans les faisceaux électroniques, O. E. H. Rydbeck, Laboratoire de Recherches Electroniques, Université Chalmers de Technologie, Gotheborg, Suède (A).
251	Expériences nouvelles sur les effets non-linéaires dans l'ionosphère, M. Cutolo (A).
252	Remarques sur les théories de l'autodémodulation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère, M. Cutolo (A).
253	Corrélation entre la couche E et la position de surface à 500 MB de la gyrointeraction, M. Cutolo, A. Napoletano (A).
263	Mouvements de dérive dans l'ionisation aurorale, B. Nichols (A).
274	La théorie magnéto-ionique et la région E. Les triples fourches, D. Lépéchinsky, Laboratoire National de Radioélectricité, Paris (F).
275	Propagation d'une onde électromagnétique plane à travers une couche ionisée d'épaisseur finie en présence de chocs, P. Poncelot, L. Robin (F).
279	Le troisième niveau de réflexion magnéto-ionique, J. W. Wright (A).
280	Divers types de réflexion à basse fréquence dans l'ionosphère, H. Poverlein (A).
281	La mesure des vents ionosphériques, P. Lejay, Laboratoire National de Radioélectricité, Paris (F).
282	Radiation solaire ionisante effective dans la basse ionosphère, H. Friedman, T. A. Chubb, J. E. Kupperian Jr (A).
283	Analyse des orages ionosphériques à partir de « *f*-plots » A. H. Shapley, National Bureau of Standards (A).
284	La morphologie des orages ionosphériques, M. Sugiura, R. Norton, *Ibid.* (A).
285	Identification du mode MUF et angles d'onde dans la propagation à longue distance sur haute fréquence, R. Silberstein (A).
286	Propagation ionosphérique à très basse fréquence, J. R. Wait (A).
287	Observations d'évanouissements brusques d'ondes courtes à l'échelle mondiale, J. V. Lincoln (A).
288	Densités électroniques ionosphériques et absorption différentielle, J. C. Seddon, J. E. Jackson (A).
289	Sondages ionosphériques à basse fréquence, J. M. Watts (A).

N°	Titres et Auteurs
290	Effets ionosphériques du grand sursaut solaire du 23 février 1956, R. W. KNECHT (A).
291	Excitation thermique et gravitationnelle des courants atmosphériques, M. C. WHITE (A).
297*	Rapport de la Commission III des E. U. A. (A).
303	Une expérience sur l'origine des évanouissements d'ondes réfléchies sur l'ionosphère, T. N. GAUTHIER, R. S. LAWRENCE, W. F. UTILANDI, B. WIEDER (A).
305	Influences de l'absorption sur le coefficient de réflexion de l'ionosphère, P. POINCELOT (A).
306	Rapport du Président du Comité Permanent des Ursigrammes (F).
309	Sur le coefficient de réflexion des couches ionosphériques, Geneviève PILLET, Laboratoire National de Radioélectricité, Paris (F).

N° 145 — Rapport du Président de la Sous-Commission IIIb

Interaction des Ondes Radioélectriques

E. Picault

Les travaux intéressant la Sous-Commission III*b* ont été peu nombreux au cours des dernières années. Une bibliographie en a été publiée dans le *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.*, n°97, de mai-juin 1956 (page 7).

Il convient d'indiquer les travaux suivants, présentés au colloque qui s'est tenu à Paris en septembre 1956, dont l'objet était la propagation des ondes radioélectriques :

MM. Prof. Cutolo (Napoli, Italie) : Expériences nouvelles sur l'autodémodulation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère.

Prof. Goldstein (Urbana, Illinois) : Interaction d'ondes électromagnétiques de fréquences radio dans les gaz ionisés et leurs conséquences sur les phénomènes ionosphériques.

Prof. Bayet, Delcroix et Denisse (Toulouse et Paris) : Sur la théorie des phénomènes d'interaction.

On lira avec intérêt l'étude publiée par ces derniers auteurs dans « *Le Journal de Physique et le Radium* » intitulée : Théorie cinétique des plasmas homogènes faiblement ionisés (4 articles de 1954 à 1956).

Il paraît prématuré d'essayer de tirer des conclusions générales des travaux exécutés jusqu'ici et il est désirable que des recherches expérimentales soient poursuivies.

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière du C.C.I.R. tenue à Varsovie en 1956 a demandé la collaboration de l'U.R.S.I. pour les sujets ci-après qui appartiennent au domaine de la Commission III.

— Avis n° 59. — Echange des observations en vue de l'établissement de prévisions à court terme et transmission des avertissements ionosphériques.

— Rapport n° 62. — Etude de la propagation dans l'ionosphère des ondes polarisées circulairement.

— Vœu n° 26. — Stations de sondage ionosphérique à l'issue de l'A. G. I.

— Vœu n° 24. — Effets non linéaires dans l'ionosphère.

— Programme d'Etudes n° 60 (VI). — Prévisions de base pour la propagation ionosphérique.

— Programme d'Etudes n° 63 (VI). — Propagation radioélectrique sur des fréquences inférieures à 1500 kc/s.

— Programme d'Etudes n° 66 (VI). — Etudes des évanouissements.

— Programme d'Etudes n° 92 (VI). — Choix d'un indice fondamental de la propagation ionosphérique.

— Programme d'Etudes n° 93 (VI). — Détermination des signes précurseurs de variations à court terme dans les conditions de propagation ionosphérique.

— Programme d'Etudes n° 97 (VI). — Emissions d'impulsions à incidence oblique.

— Programme d'Etudes n° 98 (VI). — Diffusion vers l'arrière.

— Programme d' Etudes n° 99 (VI). — Calcul de l'intensité de champ de l'onde d'espace pour les fréquences supérieures à 1500 kc/s.

En outre l'Assemblée Plénière du C.C.I.R. a attiré l'attention de l'U.R.S.I. sur les sujets ci-après :

— Rapport n° 54. — Propagation à grande distance des ondes de fréquences comprises entre 30 Mc/s et 300 Mc/s par les régions ionisées E et F.

— Rapport n° 57. — Choix d'un indice fondamental de la propagation ionosphérique.

— Rapport nº 58. — Echangedes observations en vue de l'établissement de prévisions à court terme et transmissions des avertissements de perturbations ionosphériques.

Les textes complets de ces différents sujets ont été publiés dans le *Bulletin d'Information*, nº 86, p. 33-58 (juil.-août, 1954) et nº 100, pp. 58-65 et pp. 75-81 (nov.-déc. 1956).

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

(W. Dieminger)

(*Traduction*)

1. — Réunions

La Commission a participé à trois réunions scientifiques tenues conjointement par la « Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre » et le Comité National Allemand de l'U.R.S.I. à Kleinheubach du 28 au 30-10-1954, à Tübingen du 19 au 22-10-1955 et à Kleinheubach du 10 au 13-10-1956. Les contributions présentées à ces réunions furent publiées, en volumes séparés ; ces volumes sont accessibles en nombre limité au Secrétariat du Comité National Allemand (Dr H. Fleischer, Rheinstrasse, 110, Darmstadt).

Une autre réunion intéressant la Commission fut tenue par la « Nachrichtentechnische Gesellschaft », sous-groupe sur la Radiopropagation, à Francfort le 13-9-1956.

2. — Observations ionosphériques

a) Sondages par impulsions

Des enregistrements panoramiques de routine et des mesures d'absorption sont effectués aux stations suivantes :

Juliusrüh-Rügen	54.6° N	13.5° E
Lindau-Harz	51.65° N	10.13° E
Brisach	48.1° N	7.8° E

La station de Neuershausen mise en service depuis 1946 par le SPIM a été transférée à Brisach après la dissolution du SPIM, et est actuellement placée sous la responsabilité du « Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost ».

Des mesures de vents ionosphériques sont faites à Juliusruh, Cologne et Brisach.

Pendant l'Année Géophysique une station temporaire sera mise en service à Tsumeb dans le sud-ouest africain (19.14°S ; 17.43°E). Des enregistrements panoramiques de routine, des mesures d'absorption aux ondes courtes et moyennes, et des observations géomagnétiques seront effectués à partir du 1er janvier 1957. Pendant la seconde moitié de l'A.G.I., les transmissions par impulsions sur des fréquences fixes comprises entre 10 et 35 Mc/s seront effectuées entre Lindau (émetteur) et Tsumeb (récepteur). Une deuxième station temporaire sera mise en service conjointement avec l'Académie Finnoise des Sciences à Södankyla (67.5° N ; 26.5°E). Une ionosonde panoramique pulsée d'une puissance de 50 km sera utilisée pour les sondages à incidence verticale et pour des mesures à incidence oblique (Södankyla-Lindau : 2000 km).

b) Observations sur ondes continues

Des enregistrements continus d'intensité de champ sur 1178, 272, 245, 185, 120 et 16 kc/s sont effectués à Kühlungsborn. Les valeurs des absorptions sont déduites des enregistrements à 1178 et 245 kc/s. Des observations sur 245 et 272 kc/s sont faites simultanément à Leipzig et Prague.

Des enregistrements continus du même type sont effectués à Lindau-Harz sur 2,05 ; 2,6 et 6,3 Mc/s sur des trajets de 200 à 300 km en vue d'une comparaison avec les mesures d'absorption à incidence verticale.

3. — Service de prévision

Des prévisions de base concernant les conditions de propagation pour un certain nombre de circuits sont publiées deux mois à l'avance par le « Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost » (6, 7, 9, 11, 48). Des prévisions à court terme sont faites deux fois par jour (la nuit et la journée) et sont envoyées par télétype aux usagers. Ces données, basées sur les observations courantes d'ondes courtes sur des trajets étendus, sur les observations géophysiques et les observations solaires, sont exprimées par un « indice de bande ». Cet indice de bande (Bandkennziffer) n'est autre chose qu'un nombre proportionnel à la largeur de bande

utilisable et à l'intensité moyenne du champ sur cette bande pour un circuit déterminé (par exemple Europe-Amérique du Nord).

4. — Réduction des ionogrammes

En vue d'obtenir une meilleure image de l'ionosphère, il a été proposé de classer les différentes couches ionosphériques d'après leur épaisseur. L'intensité des réflexions doit entrer en ligne de compte pour déterminer la fréquence critique exacte d'une couche mince. Les réflexions partielles ne peuvent être négligées. Des propositions sont faites pour obtenir des définitions mieux applicables des « lettres descriptives » (19).

On a essayé d'établir une meilleure définition de la fréquence critique de la couche F1 (56). Etant donné la structure complexe des couches F1 et F2, les valeurs déduites directement des ionogrammes n'ont pas de relation directe avec l'influx solaire. La correction à appliquer doit résulter d'une théorie correcte de la production de la couche F2.

Une méthode de réduction rapide des hauteurs virrtuelles aux hauteurs vraies a été établie (2, 3, 5). Celle-ci est basée sur une méthode de Booker mais tient compte en plus de l'influence du champ géomagnétique. La méthode est applicable à des couches paraboliques, hyperboliques, ou suivant Epstein. Une extension à des distributions électroniques plus complexes est en cours. On a montré que la composante extraordinaire est mieux adaptée aux réductions que la composante ordinaire.

Une méthode de détermination automatique de la fréquence maximum utilisable (MUF) a été établie (21) à Neuershausen. L'ionogramme est superposé électroniquement à une courbe réciproque de transmission aux fins de donner directement l'enregistrement de la MUF.

5. — Absorption

Une méthode d'enregistrement continu de l'amplitude des échos a été développée à Lindau (47). Un circuit de seuil y est utilisé pour sélectionner les échos de divers ordres, dont l'amplitude est enregistrée suivant une échelle logarithmique. On a montré que les variations du coefficient de réflexion avec l'heure du jour présentent des irrégularités considérables de jour en jour et ne

sont pas proportionnelles à la distance zénithale du Soleil. Ce résultat prouve que les mesures faites seulement à midi ne sont pas toujours représentatives de l'absorption moyenne aux jours pris individuellement. Les effets de focalisation dus aux irrégularités ionosphériques parurent la cause essentielle des erreurs sur l'absorption. Vu la difficulté de réduire les observations et de maintenir l'échelle logarithmique, le système fut abandonné en 1956. Un nouveau dispositif présente l'amplitude de tous les échos sur un écran cathodique (présentation de type A à échelle linéaire) en même temps que la sensibilité du récepteur varie cycliquement de puissances de 10. Des clichés photographiques sont pris automatiquement toutes les 10 secondes ; ces images sont sélectionnées de manière à ce que l'amplitude de l'écho désiré soit localisée dans la région linéaire de l'échelle. Un polarimètre est utilisé pour séparer les composantes ordinaire et extraordinaire. L'aérien émetteur est une antenne delta supportée par un mât de 60 m. A l'aide d'une puissance d'impulsion de 10 kW cette installation permet d'observer des réflexions jusqu'à 1 Mc/s même à midi.

Des travaux théoriques sur les effets de focalisation ont montré que focalisation et défocalisation ne se compensent pas. En fait, la valeur apparente du coefficient de réflexion est relevée par focalisation. Une correction doit donc être appliquée (51, 55, 60).

Les résultats des mesures d'absorption à Dakar de 1951 à 1954 ont été analysés sous l'angle de l'absorption déviative et non déviative (25). Une variation en fonction du cycle undécennal a été trouvée pour les deux composantes. Il en est conclu que la densité électronique de la couche D augmente proportionnellement au nombre de taches. Pour la couche E la fréquence de collision au maximum d'ionisation varie en raison inverse du nombre de taches. Il est possible que cet effet soit dû à une réduction d'altitude du maximum de la couche.

A Lindau, la variation diurne de l'absorption non déviative est déduite des enregistrements de champ sur 2,05 et 2,6 Mc/s par des procédés statistiques. Des valeurs préliminaires sont publiées tous les dix jours dans les « Ionosphärenbericht » (38).

Les stations de Lindau et de Neuershausen participent aux « Expériences d'Intercomparaison des Absorptions ».

Les résultats des mesures de champ à Kühlungsborn aux ondes longues et moyennes peuvent être résumés comme suit (43, 44, 61) :

a) la variation diurne et saisonnière de l'absorption aux ondes longues et moyennes ne peut pas être représentée par une loi uniforme en $\cos^n \chi$. Aux ondes longues, $n = 1$ pour les distances zénithales du Soleil élevées et $n = 0{,}5$ pour les distances zénithales faibles. Aux ondes moyennes n varie d'après la saison entre 0,75 et 0,5 ;

b) la dispersion des valeurs individuelles de l'absorption à midi est indépendante de la saison aux ondes moyennes (± 4 db) ; elle est plus grande en hiver (± 4 db) qu'en été (± 2 db) aux ondes longues ;

c) à distance zénithale solaire constante, l'absorption est plus forte en été qu'en hiver ; on en conclut que la structure de la basse ionosphère dépend considérablement de la saison ;

d) les observations de l'éclipse du 30 juin 1954 ont indiqué que la basse ionosphère a une structure complexe et multiple ;

e) les effets du rayonnement corpusculaire du Soleil sur la basse ionosphère sont en corrélation étroite avec l'activité géomagnétique ; les instants d'occurrence de ces effets indiquent qu'aux latitudes moyennes les corpuscules ne pénètrent généralement pas plus bas que 90 km, tandis qu'une altitude de 95 km est régulièrement atteinte. Les effets s'étendent de la zone polaire à l'équateur avec des vitesses apparentes approximatives de 180 km/h ;

f) l'analyse des données de Huancayo, Watheroo, Kochel, Fribourg, Dakar et Slough a montré (33) que les paramètres K et n de la formule :

$$foE = K \cos^n \chi$$

donnant la fréquence critique de la couche E varient approximativement de 1 % avec la phase de la Lune.

Les effets des marées lunaires sur la fréquence critique de F2 à midi pour Slough (1942-1955) et sur la fréquence critique minimum nocturne de F2 pour Lindau (1948-1956) ont été analysés (42). La période semi-mensuelle atteint une amplitude de 1 % pour la première fréquence critique et de 2 % pour la seconde. Cette amplitude est plus élevée pour ces stations que pour celles de la ceinture équatoriale. Les maxima des variations de marée pour les valeurs méridiennes de Slough apparaissent deux jours après la Pleine Lune et la Nouvelle Lune respectivement ; les maxima

des valeurs nocturnes de Lindau ne présentent pas de déphasage sur la Pleine Lune et la Nouvelle Lune.

6. — Mouvements dans l'Ionosphère

L'observation des vents ionosphériques a été poursuivie à Neuershausen et Cologne (32,45) par la méthode de Krautkrämer-Mitra (récepteurs espacés). La station de Neuershausen a participé aux « Expériences d'Intercomparaison des Dérives ». Il fut généralement remarqué que la dispersion des valeurs de la vitesse et de la direction n'est pas aussi élevée (16, 34, 35) que dans les interprétations théoriques (15, 49). L'observation de la dérive dans la couche E à Neuershausen a fourni une rotation dextrogyre du vecteur-vent d'approximativement 30° par heure en période diurne. Les vitesses sont comprises entre 30 et 200 m/s avec une valeur moyenne de 80 m/s. La vitesse moyenne paraît la plus élevée en hiver (36).

Des observations de dérive aux ondes moyennes sont faites à Kühlungsborn en enregistrant l'intensité du champ de l'émetteur de radiodiffusion de Kalundborn sur 245 kc/s au moyen de trois récepteurs espacés (longueur de base 600 m).

Un équipement panoramique à grande vitesse a montré l'existence d'un mouvement vertical apparent, débutant dans la couche F2 et se terminant dans la couche E. On pense qu'une onde de pression ou une source ionisante additionnelle pourrait expliquer ce phénomène (17, 53).

7. — Couche Es

Des études extensives ont porté sur les irrégularités et les régularités de la couche Es (52, 54). La corrélation d'occurrence diminue rapidement quand la distance croît et s'annule à une distance d'approximativement 1000 km. En dépit du comportement irrégulier des occurrences, un maximum statistique bien accusé apparait aussi bien pour la fréquence maximum et la fréquence de couverture. Aux latitudes boréales tempérées le maximum se présente entre mai et août. Aucune influence nette du cycle undécennal n'a été mise en évidence. La distribution géographique accuse un maximum prononcé à l'équateur géomagnétique.

Afin de mieux comprendre la structure de la couche Es, les

ionogrammes ont été classés suivant la transparence, le caractère diffus, l'angle d'incidence, et les variations temporelles de la couche. Il en résulte que la couche Es se présente sous l'aspect d'une couche mince, de quelques km d'épaisseur la plupart du temps. Une structure en cumulo-cirrus paraît constituer un modèle valable. Parmi les diverses possibilités d'origine, la plus probable paraît être celle d'une ionisation par l'énergie emmagasinée sous la forme de molécules dissociées ou d'un grand nombre d'ions négatifs.

8. — Couche F

La décroissance de la fréquence critique de F1 au voisinage de l'équateur géomagnétique mise en évidence par Gosh a été examinée à la lumière de nouvelles observations (30). Contrairement à l'effet suspecté ; les valeurs de (M 3000) F1 et de F1-3000-MUF accusent une augmentation de 2 à 7 % dans le voisinage de l'équateur géomagnétique parce que la hauteur virtuelle de F1 y atteint une valeur minimum.

Les études de la distribution de (M 3000) F2 ont montré (29, 31) que l'influence de l'inclinaison magnétique est de loin plus prononcée en période diurne que pendant la nuit. Les valeurs nocturnes paraissent dépendre seulement de l'influx solaire pendant la journée. Un certain nombre d'irrégularités ont été trouvées, même pour un intervalle étroit de longitudes. Une circonstance commune aux stations américaines est la présence d'un minimum absolu pendant le jour à l'équateur magnétique.

Un maximum prononcé intervient au lever du Soleil pour toutes les latitudes. Un maximum secondaire existe pendant le jour aux latitudes de 40° N. Aucune anomalie de (M 3000) F2 ne fut mise en évidence près des parois du « puits » équatorial. L'influence de l'activité solaire sur (M 3000) F2 varie avec l'heure du jour, la saison et les coordonnées géophysiques (70). L'heure du jour constitue le facteur le plus important. Une variation maximum est constatée l'après-midi.

Les études des relations statistiques entre le degré d'activité géomagnétique et la déviation moyenne des fréquences critiques diurnes et nocturnes de F2 aux latitudes moyennes ont été poursuivies (40, 41). La dépression de la fréquence critique pendant les perturbations géomagnétiques dépend de la latitude géomagné-

tique, de la saison, et du cycle des taches solaires. La signification pratique de ces résultats concernant la prédiction des perturbations des radiocommunications a été discutée.

9. — Ionisation météorique

Il a été trouvé très probable que les échos de courte durée enregistrés à peu près continuellement pendant la nuit sur 2 à 3 Mc/s, et provenant d'altitudes supérieures à 95 km, sont produits par des météorites minuscules. La distance maximum de détection de ces échos doit être proportionnelle au flux météorique moyen. Celui-ci accuse une nette augmentation aux heures matinales, augmentation d'ailleurs prévue théoriquement. Des coïncidences additionnelles avec des échos météoriques typiques sur haute fréquence furent également observées.

10. — Expériences a incidence oblique

Des enregistrements panoramiques pulsés à incidence oblique furent effectués entre Keimola (Finlande) et Lindau (Allemagne) sur une distance de 1320 km et pendant une période de 3 mois débutant lors de l'éclipse du 30 juin 1954. La gamme de fréquence balayée en 8 minutes s'étendait de 1.0 à 16.0 Mc/s. La synchronisation de la fréquence de récurrence des impulsions et l'accord exact de la fréquence d'émission étaient réalisés grâce à une paire d'horloges à quartz (27). Les résultats ont été comparés à ceux des sondages à incidence verticale au point milieu du trajet (Ekenäs) et des sondages verticaux à Lindau. Ces résultats se présentent comme suit (26, 28, 46).

a) l'effet d'éclipse fut observé très distinctement sur les trajets dans F1 et F2. Il fut possible de déterminer la fréquence critique au point de réflexion à partir des enregistrements à incidence oblique avec une précision suffisante,

b) les traces des rayons à angle élevé et à angle faible furent observées en bonne correspondance avec les traces déduites théoriquement des ionogrammes verticaux. Des écarts importants furent trouvés pour la MUF, laquelle est déplacée légèrement vers les fréquences élevées. Cette circonstance pourrait être due à la courbure irrégulière de la couche F2,

c) le rayon à angle élevé (de Pedersen) fut observé sur un intervalle de fréquences beaucoup plus large que ce qui avait été établi théoriquement dans le passé. Il a été indiqué récemment que l'effet de dispersion spatiale est compensé par une atténuation très faible le long du trajet à angle élevé (57). Ce dernier trajet semble donc pouvoir jouer un rôle important pour les télécommunications, aux distances juste supérieures à la limite pour un bond unique sur l'ionosphère,

d) de faibles échos furent observés depuis la MUF jusqu'aux fréquences plus élevées, pendant approximativement 10 % du temps. L'origine de ces échos (« whiskers ») est encore inconnue.

Des transmissions pulsées sur des fréquences fixes furent effectuées entre Dakar (Afrique) et Neuershausen (Allemagne), à 4730 km de distance et sur 18,6 et 11,4 Mc/s (24). Les trajets suivants furent observés (d'après la fréquence d'occurrence) :

—18,6 Mc/s : 2 × F, 3 × F. 4 × F (rares), E + F (rares),

—11,4 Mc/s : 2 × F, 3 × F, E + F, 4 × F,

La variation diurne des occurrences des différents trajets a fait l'objet d'investigations.

Des observations similaires ont été faites entre Laval (France) et Graz (Autriche), sur 1200 km de distance et sur des fréquences comprises entre 6,3 et 11,3 Mc/s (24). Les temps d'établissement et de rupture ont été observés, et la MUF mesurée fut comparée à la MUF déduite théoriquement des ionogrammes au point milieu du trajet. La valeur moyenne de la MUF observée fut respectivement de 8 % et de 15 % plus élevée que la MUF calculée par différentes méthodes. On présume que cette différence est causée par un gradient horizontal de densité électronique déviant la MUF vers les fréquences plus élevées.

Les systèmes Loran furent observés sur des distances de 1500 et 7000 km ; l'occurrence et l'intensité des différents trajets fut évaluée (24).

La déviation extraorthodromique a été étudiée sur des circuits à grande distance (39) ; une distribution gaussienne des déviations a été obtenue. Les déviations maximales furent $\pm 3^{o}$ pour 80 % des cas, et $\pm 5^{o}$ pour 98 % des cas sur des fréquences comprises entre 13 et 21 Mc/s. La direction moyenne s'identifie au grand

cercle pour les trajets vers l'Afrique et l'Amérique du Sud. Pour le circuit Allemagne-Japon, une déviation moyenne de 2 à 3° vers le Sud a été observée (circuit polaire).

11. — Diffusion arrière

Les observations de la diffusion arrière au moyen d'émetteurs commerciaux de télégraphie ont été poursuivies (8, 10, 13). Le coefficient de diffusion fut trouvé proportionnel à $\sin^2 \theta$ pour des angles de hauteur θ variant entre 8° et 36° (12). La perte par diffusion s'élève à —25 db pour $\theta = 36°$ et à —80db pour $\theta = 8°$. L'angle d'incidence de la diffusion arrière dépend principalement du diagramme polaire de l'antenne émettrice.

Le gain d'antenne à la réception pour la diffusion arrière est à peu près identique au gain pour la réception à longue distance. Il en est conclu que la radiation diffusée vers l'arrière est une radiation cohérente (14).

Les observations de diffusion arrière au moyen d'émetteurs en modulation d'impulsions (73) ont montré que la distance maximum d'écho dépend critiquement du diagramme polaire de l'antenne. L'interprétation des échos est rendue plus difficile si les antennes ont des lobes secondaires ou un rayonnement arrière important. La plupart des échos peuvent être interprétés comme une diffusion normale par le sol via la couche F. De plus, des échos sur la côte du Groenland et sur les formes aurorales ont été observés.

12. — Diffusion avant

Des mesures de champ et des enregistrements de propagation par diffusion sur très haute fréquence à 51,3 Mc/s ont été effectués à l'aide d'un émetteur d'ondes entretenues de 10 kW et d'un récepteur spécial à bande de 70 c/s entre Kootwijk et Neuershausen (500 km) et entre Kootwijk et Toulon (1000 km). La perte moyenne d'intensité s'éleva à —90 ou —100 db pour les deux distances. Des sursauts courts d'intensité furent observés en relation avec les traînées météoriques (22).

Des enregistrements de champ et des expériences à l'onde de téléscripteurs furent accomplis sur 42,3 Mc/s entre Monte Peglia (Italie) et Lindau, sur une distance de 1000 km, à l'aide d'un émetteur de 1,5 kW et d'un récepteur commercial à bande de

200 c/s. Le gain d'antenne était 18 db aux deux extrémités du trajet. A côté du niveau continu du signal, des sursauts fréquents d'origine météorique et des signaux intenses en provenance de la couche E sporadique ont été observés. Le bruit de fond montra très distinctement le passage de la Galaxie dans le lobe principal de l'antenne réceptrice. Le bruit solaire fut observé occassionnellement dans les mêmes conditions. Une augmentation du signal fut perçue pendant quelques éruptions chromosphériques.

13. — Eclipse solaire du 30 juin 1954

Des observations panoramiques ont été faites à Lindau (4), Neuershausen (23) et à bord d'un vaisseau français sur la côte Norvégienne dans la zone de totalité (18, 20). La couche E sporadique obscurcit la couche E pendant la seconde moitié de l'éclipse à Lindau et pendant toute la durée de l'éclipse à Neuershausen. Une chute de la fréquence critique de la couche E avant le premier contact fut observé à Lindau ; cette chute ne peut pas complètement s'expliquer par l'effet d'écran de E sporadique. Les résultats obtenus sur la côte norvégienne ont fourni des valeurs de α aussi basses que 10^{-7} cm^3 sec^{-1} pour la couche E et 3.10^{-8} cm^2 sec^{-1} pour la couche F1. La forme de la variation observée s'accorde mieux avec l'hypothèse d'un disque radiatif plus grand de 2 % que le disque visible du Soleil.

Les méthodes conventionnelles pour réduire les résultats d'éclipse furent critiquées (59). Des mesures d'absorption ont été faites à Fribourg sur 2,9 et 1,95 Mc/s pendant l'éclipse (58). Le comportement différent observé sur ces fréquences a été expliqué en termes d'absorption déviative et non déviative. Une séparation de ces deux types est possible.

La variation du champ géomagnétique pendant l'éclipse peut s'expliquer par la déformation du courant ionosphérique Sq par une fonction de courant Se superposée au système Sq et se déplaçant avec l'éclipse (71).

14. — Propagation des ondes très longues

Les investigations théoriques sur la propagation des ondes très longues entre une Terre et une ionosphère courbes ont été poursuivies, et l'influence du champ géomagnétique a été étudiée

(64, 65, 67). Les résultats furent appliqués à la propagation des atmosphériques (66, 68).

15. — Théorie de la propagation par ondes

Des calculs de propagation d'ondes électromagnétiques dans un milieu non homogène anisotrope ont été poursuivis. Il a été indiqué que dans les équations couplées le terme de couplage peut être négligé dans certains cas (62). La propagation de groupes d'onde fut étudiée par la méthode dite « de la phase stationnaire ». Des formules ont été déduites pour le délai, la direction de propagation et la vitesse de groupe en partant de l'expression générale puis en la spécialisant aux ondes électromagnétiques (63).

16. — Observations solaires

Des observations solaires ont été poursuivies à Schauinsland et Wendelstein. Un nouvel observatoire a été établi à Capri en 1955 de manière à fournir des données ininterrompues vu le grand nombre de jours clairs. Une carte héliographique est dessinée journellement par le Fraunhofer Institut de Fribourg à partir des données solaires fournies par des institutions coopératrices dans divers pays.

BIBLIOGRAPHIE

1. Argence, E., Rawer, K., Suchy, K. — Les théorèmes d'équivalence de l'absorption ionosphérique. *Compt. Rend.*, **241**, 505-507 (1955).
2. Becker, W. — Die Bestimmung der wahren Verteilung der Elektronendichte in der Ionosphäre I. *A.E.U.*, **9**, 277-284 (1955).
3. Becker, W. — Ueber ein Verfahren zur routinemässigen Bestimmung der wahren Verteilung der Elektronendichte in einer Ionosphärenschicht aus den Durchdrehaufnahmen dieser Schicht. *A.E.U.*, **10**, 207-214 (1956).
4. Becker, W. — The ionosphere above Lindau during the solar eclipse on 30 June 1954. *Spec. Suppl. J.A.T.P.*, **6**, 36-39 (1956).
5. Becker, W. — Tabellierung der vertikalen Gruppengeschwindigkeiten ordentlicher Echos in der Ionosphäre. *A.E.U.*, **11**, 209-217 (1957).
6. Beckmann, B. — Ueber den derzeitigen Stand der Funkwettervorhersage. *VDE-Fachberichte*, **18**, 5-11 (1954).
7. Beckmann, B. — Die vorhersage der Kurzwellenausbreitung. *Techn. Hausmitteilg. d. Nordwestdeutsch. Rundfunks*, **9**, 211-219 und 247-256 (1954).

8. Beckmann, B., Vogt, K. — Ueber Beobachtungen der Rückstreuung (backscatter) im Kurzwellengebiet an kommerziellen Telegraphiesignalen. *Fernmeldetechn. Zeitschr.*, **8**, 473-481 (1955).

9. Beckmann, B. — Die Funkprognosen des FTZ. *Fernmelde-Praxis*, n° 7, 106-108 (1955).

10. Beckmann, B., Lenhardt, B., Vogt, K. — Ein Gerät zur Beobachtung der Rückstreuung von Funkwellen. *Fernmelde-Praxis*, n° 11, 193-198 (1955).

11. Beckmann, B. — Kennzeichnung und Vorhersage des Funkwetters. Teil 1 : *Fernmelde-Ing.*, **9**, Heft 3 (1955) ; Teil 2 : *Fernmelde-Ing.*, **9**, Heft 5 (1955).

12. Beckmann, B., Vogt, K. — Ueber die Messung des Streukoeffizienten bei der Rückstreuung von Kurzwellen-Telegraphiesignalen. *Nachrichtentechn. Zeitschr.*, **9**, 441-448 (1956).

13. Beckmann, B., Lenhardt, B., Vogt, K. — Ein Sendertastgerät für Rückstreumessungen. *Fernmelde-Praxis*, n° 2, 31-34 (1957).

14. Beckmann, B., Vogt, K. — Ueber den Gewinn einer Empfangsantenne bei Rückstreuung. *Nachrichtentechn. Zeitschr.*, **10**, 90-91 (1957).

15. Berg, H. — Zur Deutung der Wanderung von Feldstärkeschwankungen als Ionosphärenwinde. The Physics of the Ionosphere, *Rep. Cambridge Conf.*, 1954, 104-112 (1955).

16. Berg, H. — Zur Auswertung und Deutung von Aufnahmen von Ionosphärenstörungen nach der Impuls-Echomethode. *Beitr. Phys. d. Atmosph.* (sous presse).

17. Bibl, K., Harnischmacher, E., Rawer, K. — Some observations of Ionospheric Movements. The Physics of the Ionosphere. *Report Cambridge Conf.*, 1954, 114-118 (1955).

18. Bibl, K., Delobau, F. — Résultats préliminaires d'observations ionosphériques de l'éclipse du soleil du 30 juin 1954. *Compt. Rend. d. Séance de l'Acad. d. Science*, 239, 1658-1660 (1954).

19. Bibl, K., Busch, R., Rawer, Suchy, K. — La nomenclature ionosphérique et les conventions pour le dépouillement. *Journ. A.T.P.*, **6**, 69-87 (1955).

20. Bibl, K., Delobau. — Ionosphärische Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis vom 30 Juni 1954. *Zeitschr. f. Geophys.*, **21**, 215-228 (1956).

21. Bibl, K. — Automatic recording of ionospheric characteristics. *J.A.T.P.*, **8**, 295 (1956).

22. Bibl, K., Hess, H. A., Rawer, K. — Forward-Scatter-Beobachtungen bei 50 MHz. *A.E.U.*, **11**, 59-62 (1957).

23. Busch, R., Harnischmacher, E., Rawer, K. — Observations ionosphériques effectuées durant l'éclipse du 30 juin 1954 à Fribourg. *Annales de Géophysique*, **12**, 1-15 (1956).

24. Delobeau, F., Eyfrig, R., Rawer, K. — Résultats expérimentaux de transmission ionosphérique d'impulsions en incidence oblique. *Ann. Téléc.*, **10**, 55-64 (1955).

25. Delobeau, F., Suchy, K. — L'absorption ionosphérique à Dakar. *J.A.T.P.*, **9**, 45-50 (1956).

26. Dieminger, W., Möller, H. G. — Echo sounding experiments with variable frequency at oblique incidence. *International Colloquium on Radio Propagation*, Venice (1955).

27. Dieminger, W., Geisweid, K. H., Möller, H. G. — Echolotungen der Ionosphäre mit veränderlicher Frequenz bei schrägem Einfall. *Nachrichtentechn. Zeitschr.*, **8**, 578-586 (1955).

28. Dieminger, W. — Propagation experiments with pulses at oblique incidence. *Symposium on Wave Propagation*, Paris (1956).

29. Eyfrig, R., Harnischmacher, E., Rawer, K. — Informations obtenues à l'aide des cartes d'ionisation. *Compt. Rend. des Séances de l'Acad. d. Scienc.*, **240**, 446-448 (1955).

30. Eyfrig, R. — Contribution à l'étude de l'effet du géomagnétisme sur la couche F1. *Compt. Rend. des Séances de l'Acad. des Scienc.*, **241**, 759-761 (1955).

31. Eyfrig, R. Harnischmacher, E., Rawer, K. — Das weltweite Verhalten der Höhe der F2-Schicht. *Geophysica Pura e Applicata, Milano*, **33**, 153-163 (1956).

32. Graumann, M. — Störungen der Ionosphäre und ihre Wirkung auf die Beobachtung. *Dissertation Univ.* Köln (1955).

33. Harnischmacher, E. — Sur une influence lunaire relative à l'ionisation maximum de la couche ionosphérique E. *Compt. Rend. des Séances de l'Acad. des Sciences*, **240**, 553-555 (1955).

34. Harnischmacher, E., Rawer, K. — L'interprétation des observations du vent ionosphérique suivant la méthode des fadings. *Comptes Rendus des Séances de l'Acad. des Sciences*, **243**, 747-750 (1956).

35. Harnischmacher, E., Rawer, K. — Résultats d'observations systématiques du vent ionosphérique dans la région E. *Comptes Rendus*, **243**, 782-783 (1956).

36. Harnischmacher, E. — Observation du vent ionosphérique. *Internat. Colloquium on Radio Wave Propagation*, Paris 1956.

37. Hess, H. A. — Streureflexionen bei der Kurzwellenausbreitung. *Funk u. Ton*, **8**, 283-287 (1954).

38. Ionosphärenbericht, herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst und von der Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre.

39. Kronjager, W., Vogt, K. — Ueber die azimutalen Schwankungen des Einfallswinkels bei Kurzwellenübertragungswegen. *Nachrichtentechn. Zeitschr.*, **8**, 537-540 (1955).

40. LANGE-HESSE, G. — Geomagnetic activity and average deviations of daytime F2-layer critical frequencies in different geomagnetic latitudes. *J.A.T.P.*, **7**, 49-60 (1955).

41. LANGE-HESSE, G. — Systematische Untersuchungen über den Einfluss der erdmagnetischen Unruhe auf die Nachtgrenzfrequenz der F2-Schicht. *A.E.Ü.*, **10**, 139-144 (1956).

42. LANGE-HESSE, G., SCHOTT, E. — *Report to the XII Gen. Ass. U.R.S.I.*, Boulder 1957, Comm. III.

43. LAUTER, E. A. — Die Struktur der tiefen Ionosphäre und ihre Variationen. *Berichte des Deutschen Wetterdienstes* nº 22, 55 (1956).

44. LAUTER, E. A. — Measurements on Medium and Low Frequencies and of Atmospheric Noise during the Solar Eclipse of 30 June 1954. *J.A.T.P.* Special Suppl., **6**, 124 (1956).

45. Meteorologisches Institut der Universität Köln. *Ergebnisse der Ionosphärenbeobachtungen*, nº 1, 1-7 (1957) (se poursuit).

46. MÖLLER, H. G. — Sweep-frequency oblique incidence experiments over a distance of 1320 km. *J.A.T.P.*, **9**, 155-156 (1956).

47. OCHS, A. — Ueber die Messung der Dämpfung in der Ionosphäre. *A.E.Ü.*, **8**, 535-544 (1954).

48. OCHS, A. — Berücksichtigung der ionosphärischen Streuung bei der Funkprognose. *Techn. Bericht*, nº 4006 v. 16-5-57, *F.T.Z.*

49. PÜTTER, P. St. — Messungen des Ionosphärenwindes aus Wanderungsgeschwindigkeit eines Zustandes längs der Erd-Oberfläche. The Physics of the Ionosphere. *Rep. Cambridge Conf.*, 1954, 191-201 (1955).

50. RAWER, K. — Information about the F2-layer taken from Ionization Maps. The Physics of the Ionosphere. *Rep. Cambridge Conf.*, 1954, 270-275.

51. RAWER, K., ARGENCE, E. — Sur les phénomènes de focalisation dus à la houle ionosphérique et la détermination du nombre de chocs. *Comptes Rendus*, **239**, 1066-1067 (1954).

52. RAWER, K. — Die traditionellen Messgrössen für die « sporadische E-Schicht ». *Zeitschr. für Geophys.*, **20**, 188-200 (1954).

53. RAWER, K. — Bemerkungen zur Meteorologie der Ionosphäre. *Bericht des Deutschen Wetterdienstes*, nº 22 (1955).

54. RAWER, K. — Unregelmässigkeit und Regelmässigkeit der sporadischen E-Schicht. *Geofisica Pura e Applicata*, **32**, 170-224 (1955).

55. RAWER, K. — Some remarks concerning ionospheric absorption work. *Journ. Geophys. Res.*, **60**, 534-535 (1955).

56. RAWER, K. — Sur l'interprétation des mesures de la couche ionosphérique F1. *Compte Rendus*, **240**, 331-333 (1955).

57. RAWER, K. — L'intensité du rayon dit de Pedersen. *Comptes Rendus*, **243**, 797-798 (1956).

58. RAWER, K. — Absorption measurements for the eclipse of 30 June 1954. Spec. Suppl. *J.A.T.P.*, **6**, 102-105 (1956).

59. RAWER, K. — A critical survey of eclipse information on recombination data. Spec. Suppl. *J.A.T.P.*, **6**, 198-203 (1956).

60. RAWER, K. — Focussing on a « rippled » ionosphere. *J.A.T.P.*, **8**, 296 (1956).

61. SPRENGER, K., LAUTER, E. A. — Beobachtungen der tiefen Ionosphäre während der Sonnenfinsternis am 30-6-54. *Gerlands Beitr. z. Geophys.*, **64**, 284 (1955).

62. SUCHY, K. — Gekoppelte Wellengleichungen für inhomogene anisotrope Medien. *Zeitschr. f. Naturforsch.*, **9a**, 630 (1954).

63. SUCHY, K. — Schrittweiser Uebergang von der Wellenoptik zur Strahlenoptik in inhomogenen, anisotropen, absorbierenden Medien. III. Teil Gruppenfortpflanzung. *Ann. der Physik* (6), **14**, 412 (1954).

64. SCHUMANN, W. O. — Ueber die Strahlung langer Wellen des horizontalen Dipols in dem Lufthohlraum zwischen Erde und Ionosphäre I and II. *Zeitschr. angew. Physik*, **6**, 225-229, 267-271 (1954).

65. SCHUMANN, W. O. — Der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf die Ausbreitung elektrischer Längstwellen. *Zeitschr. angew. Physik*, **7**, 284-290 (1955).

66. SCHUMANN, W. O. — Zur Deutung der von Blitzen ausgehenden Impulszeichen. *Zeitschr. angew. Physik*, **8**, 24-28 (1956).

67. SCHUMANN, W. O. — Der Einfluss des horizontalen Erdmagnetfeldes auf elektrische Wellen zwischen Erde und Ionosphäre, die schräg zum magnetischen Meridian verlaufen. *Zeitschr. angew. Physik*, **8**, 126-127 (1956).

68. STÄBLEIN, H. G. — Bemerkungen zur Ausbreitung langwelliger Blitzsignale um die Erde. *Zeitschr. angew. Physik*, **7**, 290-291 (1955).

69. TAUBENHEIM, J. — Messungen der Absorption von Kurzwellen in der Ionosphäre. *Freiberger Forschungshefte* C29 (Geophysik), 5-18 (1956).

70. THEISSEN, E. — L'influence du cycle solaire sur le facteur de transmission (M3000) F2. *J.A.T.P.*, **6**, 243-249 (1955).

71. VOLLAND, H. — Zur Theorie des Sonnenfinsterniseffektes im Erdmagnetfeld. *J.A.T.P.*, **9**, 131-143 (1956).

72. VOLLAND, H. — Diskussion erdmagnetischer Beobachtung bei Sonnenfinsternissen. *Gerlands Beitr. Geophys.*, **65**, 331-346 (1956).

73. WIDDEL, H. U. — Beobachtungen an rückgestreuten Echos bei Kurzwellenfernübertragung. *Dipl. Arbeit Universität Göttingen* (1956).

Australie

N° 223. — Rapport du Comité National à la Commission III

(*Traduction*)

(i). — Radio Research Laboratory (Camden et Sydney)

Des travaux théoriques ont été effectués pour expliquer le comportement géographique saisonnier et diurne anormal de l'ionosphère. Une étude spéciale des perturbations de la région par les marées lunaires a été faite. Celle-ci a confirmé d'une manière très satisfaisante l'image générale développée précédemment au sujet des mécanismes perturbateurs, et a fourni une explication quantitative des perturbations lunaires.

Un intérêt spécial a été porté aux effets de diffusion et d'ionisation dans la région F2, et la théorie correspondante a été développée en détail. Il a été trouvé que la diffusion, bien qu'importante, n'est pas le facteur dominant dans la région F2, particulièrement la nuit aux latitudes hautes et modérées. Une couche ionosphérique doit prendre en quelques heures, par diffusion, une forme de Chapman à une hauteur stable si la densité atmosphérique dans la région F2 est celle déduite précédemment par le RRL. D'autre part, si l'on se base sur les données des fusées, ce processus doit s'accomplir en quelques minutes. Les observatfons montrent que le processus requiert quelques heures, et suggèrent en conséquence que les densités mesurées au moyen de fuseés sont sérieusement erronées. La question est vitale pour le programme de satellites artificiels de l'A.G.I. qui repose sur l'espoir d'une durée du satellite d'environ un an. Si les estimations du RRL sont correctes un satellite sur une orbite à 400 km d'altitude doit subsister tout au plus une semaine.

Au début de 1957 un photomètre du ciel nocturne selon Roach a été installé à Camden par M. McGill du National Bureau of Standards de Boulder (Colorado). On espère que cet instrument, en conjonction avec d'autres instruments radio-électriques à Camden, permettra d'obtenir de nouvelles informations sur la région E.

Un sondeur ionosphérique de diffusion-arrière à présentation polaire (PPI) selon Peterson, de la Stanford University, et une

caméra du ciel global pour les aurores et les nuages, sont en cours d'installation.

(ii). — L'étude des perturbations ionosphériques mobiles a été poursuivie à Sydney et aux stations de campagne de Camden et Blaxland, à environ 40 km au sud-ouest et à l'ouest de Sydney. Deux stations supplémentaires fonctionnèrent pendant trois mois pour porter l'espacement à 100 km afin d'obtenir plus d'informations sur les dimensions horizontales des irrégularités. Une ionosonde panoramique est utilisée à Camden afin de compléter les données obtenues sur fréquence fixe aux trois autres stations espacées.

Durant des périodes choisies, toutes les ionosondes australiennes ont été utilisées plus intensivement de manière à mieux suivre les grandes irrégularités.

Les résultats généraux montrent *a*) que toutes les irrégularités sont allongées perpendiculairement à leur trajectoire, *b*) que les petites irrégularités observées sur les enregistrements de *h't* ont des dimensions de l'ordre de 10 à 100 km alors que les grandes irrégularités observées sur les enregistrements de *h'f* s'étendent sur des centaines de km pour le petit axe à des milliers de km pour le grand axe.

Les grandes irrégularités signalées par les « cusps » anormaux des enregistrements, peuvent se déplacer de milliers de km tout en conservant des caractéristiques relativement constantes.

La direction et la vitesse de déplacement des irrégularités ont conservé les mêmes variations diurnes et annuelles jusque 1956 ; à partir de cette année, les caractéristiques se sont modifiées rapidement par suite de la montée rapide du cycle undécennal.

On a pu montrer que beaucoup d'anomalies sur les enregistrements de *h'f* résultent plus de la déviation des rayons réfléchis que de la stratification ; puisque ces anomalies sont causées la plupart du temps par des irrégularités mobiles, elles peuvent être utilisées pour suivre le développement de la perturbation à travers le réseau d'ionosondes. Des considérations similaires montrent que les interprétations anciennes des ionogrammes obtenus au cours d'éclipses solaires pourraient être sérieusement erronées, si l'on a négligé dans ces études l'influence des rayons réfléchis déviés de la verticale.

L'observation des occurrences de plages E*s* sur les enregistrements de *h't* aux sites mentionnés plus haut, montre que la direction

de leur déplacement n'est généralement pas la même que celle des irrégularités dans la région F à peu près simultanées. En général la vitesse du déplacement subit peu de variations diurnes ou saisonnières. Ces variations interviennent le plus souvent durant des périodes limitées du jour, et principalement en été.

(iii). — Université de Queensland

1. — *Irrégularités de la couche F*

En utilisant les données *a*) de stations *h't* écartées de 100 km, *b*) d'un équipement donnant la direction d'arrivée des échos, *c*) des enregistrements d'intensité moyenne d'échos, une investigation extensive a été faite des échos nocturnes attribués aux réflexions sur les grandes irrégularités de la couche F à une altitude inférieure à celle du maximum d'ionisation. Ces irrégularités peuvent s'étendre sur 100 × 300 km. L'effet apparaît confiné à une zone de latitude géomagnétique 20°-40°. Certaines corrélations avec d'autres phénomènes de la couche F ont été établies mais aucune corrélation avec les phénomènes de Es n'est apparue. Aucune corrélation avec les indices K magnétiques n'a été mise en évidence, cependant, une corrélation locale avec les petites perturbations magnétiques reste possible.

L'occurrence de duplication des fréquences de pénétration et le caractère diffus de la région supérieure de F ont été investigués ; les petites irrégularités paraissent se présenter au voisinage du maximum de F.

2. — *Déplacements ionosphériques*

Des observations systématiques de vents ionosphériques, par la méthode des évanouissements à des stations réceptrices espacées, ont été effectuées mensuellement pendant 18 mois ; le caractère général des vents dans les couches F et Es nocturnes et la couche E diurne a été ainsi établi.

3. — *Couche* Es

Des études supplémentaires ont été faites concernant les caractéristiques de la couche Es à Brisbane, sa distribution diurne et saisonnière en altitude, son épaisseur apparente et son degré

d'irrégularité. Les mouvements de nuages ionosphériques ont été suivis au moyen de l'instrument radiogoniométrique ; ces mouvements ont été comparés aux vents déterminés à partir des observations d'évanouissements.

4. — *Marées dans la région E*

L'amplitude et la phase des marées lunaires dans la région E ont été déterminées à Brisbane.

5. — *Coefficients de réflexion ionosphérique*

Quelques données préliminaires sur les coefficients de réflexion de F à Brisbane ont été obtenues.

6. — *Enregistreurs de sifflements*

Des observations d'atmosphériques sifflants ont été faites à Brisbane, Hobart et l'île Macquarie. Les sifflements sont plus fréquemment observés à Hobart qu'à Brisbane ; en été, à Brisbane, le niveau général des atmosphériques (ordinaires) est suffisamment élevé pour rendre difficile l'enregistrement des sifflements. Certaines mesures préliminaires de dispersions ont été faites.

IV. — Université d'Adélaide

Les sujets de recherches effectuées sont :

1. — *Le système des vents dans la région météorique de la haute atmosphère*

Un radar automatique par impulsions et ondes contenues a été utilisé systématiquement ces trois dernières années (Robertson, Liddy et Elford 1953 ; Elford et Robertson 1953) pour étudier les vents dans la région météorique sous l'angle du système des vents, de leur variation avec l'altitude et avec la saison, d'après la localisation du centre de phase et la détermination de la vitesse de dérive des traînées météoriques.

L'analyse de Fourier des enregistrements a montré que le vent total comporte trois composantes principales :

a) le vent dominant ;

b) un vent tournant, d'une période de 24 h ;

c) un vent tournant, d'une période de 12 h.

A la latitude d'Adélaïde (34°57′ S, 138°32′ E) ces composantes ont des amplitudes comparables. Un résumé de ce qui a été déduit concernant les dépendances envers l'altitude et la saison a déjà été publié (Manuel d'Instruction de l'A.G.I., n° 5, vol. III).

Il doit être mentionné que l'existence d'une turbulence persistante dans l'atmosphère à l'altitude de la région météorique n'a pas été trouvée évidente.

Un équipement modifié pour l'étude des vents dans la région météorique a été construit (W. G. Elford et E. L. Murray) ; cet équipement doit être utilisé dans l'Antarctique et est actuellement à Mawson (67°36′ S, 62°53′ E).

On se propose de mesurer les vents à d'autres latitudes afin d'établir leur distribution globale.

2. — *Analyse des observations d'une traînée météorique remarquable au crépuscule à Adélaïde* (*J. S. Mainstone*)

Le 15 février 1957, à 19 h. 55, une traînée spectaculaire est apparue sur la péninsule de Eyre près d'Adélaïde, Australie du Sud.

Les circonstances du phénomène furent heureuses ; il fut possible d'en déduire certaines informations utiles sur la haute atmosphère.

a) La traînée resta éclairée par le Soleil pendant environ 20 minutes alors que le sol était dans l'ombre ; en conséquence elle fut observée par de nombreuses personnes, jusqu'à 650 km d'Adélaïde. L'un des observateurs détermina la position de la traînée par rapport aux étoiles ; un aviateur effectuant un trajet connu nota qu'elle s'allongeait à peu près exactement suivant son cap. Il fut ainsi possible de localiser la position de la traînée en plan et en orientation, avec une bonne précision.

b) La région supérieure de la traînée resta relativement intacte alors que la région inférieure fut rapidement distordue. Un bon cliché photographique montrant ce phénomène fut obtenu, à Port Augusta.

c) Par une heureuse circonstance, la progression de l'aube de la Terre le long de la traînée à pû être observée par M. Mainstone et d'autres personnes, ce qui permit de calculer l'altitude des

différentes portions. On en déduisit les particularités suivantes ; la traînée visible d'environ 180 km de long commençait à 90 km d'altitude et finisssait à 40 km. Le météore entra dans l'atmosphère sur une trajectoire inclinée d'environ 15° sur l'horizontale et dirigée vers l'ouest-sud-ouest. Le mouvement dans l'orbite, inclinée d'environ 20° sur l'écliptique, était de sens direct. La transition de la traînée distordue à la traînée non distordue s'établissait à 75 km d'altitude, résultat significatif en bon accord avec les données sur le minimum thermique. Cette démonstration visible de l'absence de turbulence à grande échelle au-dessus de 75 km dans la région météorique où la température augmente avec l'altitude s'accorde bien avec ce qui a été trouvé par l'étude des vents ionosphériques citée au paragraphe 1.

3. — *Démodulation d'une onde dans l'ionosphère*

L'investigation de ce phénomène a été faite par G. J. Aitcheson et G. L. Goodwin (1955). Il fut établi :

a) que la démodulation se produit à 1550 kc/s (gyrofréquence locale 1600 kc/s) ;

b) qu'elle n'est pas détectable à 730 kc/s ;

c) que sur un intervalle de fréquences de modulation de 0 à 3000 c/s, la démodulation augmente progressivement jusqu'à 1000 c/s environ et diminue ensuite, pour les réflexions se produisant sur la couche F ; cette dépendance envers la fréquence n'est pas aussi évidente pour la région E ;

d) que certaines difficultés se font sentir lorsqu'on attribue ce phénomène à une interaction d'ondes, bien que l'analyse quantitative faite par Aitcheson (1957) montre que la dépendance de la démodulation envers la fréquence s'accorde avec l'hypothèse que le siège de la démodulation est la région E.

V. — Universités de Sydney et New England

En coopération avec Prof. J. M. Somerville et MM. R. A. Smith, F. H. Hibberd et K. Landecker, de l'Université de New England, un émetteur pulsé de 250 kW sur les fréquences gyromagnétiques a été construit à Armidale et est à peu près terminé.

Cet émetteur est destiné à des expériences de gyro-interaction,

dans la ligne des recherches effectuées ces dernières années. Ces expériences fournissent des informations sur les conditions physiques dans l'ionosphère inférieure particulièrement en ce qui concerne le champ magnétique et la fréquence de collision.

La théorie de l'auto-distorsion d'une onde dans l'ionosphère a été perfectionnée.

Des études nouvelles ont été consacrées aux méthodes de calcul du coefficient de réflexion par un milieu non homogène. Les itérations du second ordre, publiées précédemment, ont été généralisées aux ordres supérieurs quelconques ; l'étude en a été rattachée à la théorie des équations intégrales et aux méthodes classiques de perturbation. Ce travail se rapporte aux réflexions des ondes longues par la région D.

RÉFÉRENCES

1. Aitcheson, G. J.. Goodwin, G. L. (1955). — Ionospheric self-interaction of radio waves at vertical incidence. *Nuovo Cim.*, 1, 722-5.
2. Aitcheson, G. J. (1957). — *Aust. J. Phys.*, 10, 204.
3. Bailey, V. A. — *Nuovo Cimento*, Suppl. to Vol. III Series X (sous presse).
4. Bailey, V. A. (1954). — *Phys. Rev.*, 96, 865.
5. Bracewell, R. N. — Analogues of an Ionized Medium with Application to the Ionosphere. *Wireless Engineer.*, Vol. 31, p. 320. (December, 1954).
6. Duncan, R. A. (1956). — Lunar Variations in the Ionosphere. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, p. 112.
7. Duncan, R. A. (1956). — The behiavour of a Chapman layer in the night F2 region of the ionosphere, under the influence of gravity, diffusion and attachment. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, p. 436.
8. Duncan, R. A. — The measurement of the drift velocity of electrons through gases (To appear in March 1957 issue).
9. Ellis, G. R. (1956). — The Z propagation hole in the ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 8 (1/2), 43/54.
10. Gardener, F. F. (1954). — Ionospheric Thermal Radiation at Radio Frequencies II Further Observations. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 5, p. 298.
11. Harvey, J. A. (1955). — Movement of sporadic E ionization. *Aust. J. Phys.*, 8, 523-34.
12. Heisler, L. H. (1955). — A Panoramic ionosphere recorder. *Aust. J. Appl. Sci.*, 6, 1.
13. Hibberd, F. H. (1955). — Ionospheric self-interaction of Radio Waves. *J.A.T.P.*, 6, 268.

14. HIBBERD, F. H. (1956). — On the Observation of Ionospheric Self Interaction. *J.A.T.P.*, 8, 120 .

15. HIRSCHL, H. P. (1956). — Heterodyne frequency meter for pulse and continuous frequency measurements. *Aust. J. Appl. Sci.*, Vol. 7, nº 3, pp. 205-214 .

16. HOSKING, R. H. (1957). — The mean thickness of night time Es cloud in Brisbane. *Aust. J. Phys.*, Vol. 10, nº 1, p. 220.

17. MARTYN, D. F. (1956). — Process controlling ionization distribution in the F2 region of the ionosphere. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, nº 1, pp. 161-165

18. MARTYN, D. F. (1955). — Interpretation of observed F2 winds as ionization drifts associated with the magnetic variations. *Rep. Phys. Soc. Conf.* on « The Physics of the Ionosphere », Cavendish Laboratory, Cambridge, Sept. 1954, 63.

19. MARTYN, D. F. (1955). — A survey of present knowledge of the F2 region. *Rep. Phys. Soc. Conf.* on « The Physics of the Ionosphere », Cavendish Laboratory, Cambridge, Sept. 1954, 212.

20. MARTYN, D. F. (1955). — Theory of height and ionization density changes at the maximum of a Chapman-like region, taking account of ion production, decay, diffusion and tidal drift. *Rep. Phys. Soc. Conf.* on « The Physics of the Ionosphere », Cavendish Laboratory, Cambridge, Sept. 1954, 254.

21. MARTYN, D. F. (1955). — Geomagnetic anomalies of the F2 region and their interpretation. *Rep. Phys. Soc. Conf.* on « The Physics of the Ionosphere », Cavendish Laboratory Cambridge, Sept. 1954, 260.

22. MUNRO, G. H., HEISLER, L. H. (1956). — Cusp type anomalies in variable frequency ionospheric records. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, nº 3, pp. 343-358.

23. MUNRO, G. H., HEISLER, L. H. (1956). — Divergence of radio waves on the ionosphere. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, nº 3, pp. 359-372.

24. MCNICOL, R. W. E., WEBSTER, H. C., BOWMAN, G. G. (1956). — A study of « Spread-F » ionospheric echoes at night at Brisbane. Part I Range spreading (experimental). *Aust. J. Phys.*, 9 (2), 247-271.

25. MCNICOL, R. W. E., WEBSTER, H. C., BOWMAN, G. G. (1956). — A study of « Spread-F » ionospheric echoes at night at Brisbane. 11. Interpretation of range spreading. *Aust. J. Phys.*, 9, 2, 272-285.

26. PRICE, R. E. (1955). — Travelling disturbances in the ionosphere. *Rep. Phys. Soc. Conf.* on « The Physics of the Ionosphere », Cavendish Laboratory, Cambridge, Sept. 1954, 181.

27. SINGLETON, D. G. (1957). — A study of « Spread F » Ionospheric echoes at night in Brisbane, III Frequency Spreading. *Aust. J. Phys.*, Vol. 10, nº 1, pp. 60-76.

28. THOMAS, J. A. (1956). — Sporadic E at Brisbane. *Aust. J. Phys.*, 9, 228-46.

29. THOMAS, J. A., MCNICOL, R. W. E. (1955). — Automatic recording of the direction of arrival of radio waves reflected from the ionosphere. *Proc. Instn. Elect. Engrs.*, 102 B (6), 793-9.

30. THOMAS, J. A., SVENSON, A. C. (1955). — Lunar tide in sporadic E at Brisbane. *Aust. J. Phys.*, 8, 554-56.

31. THOMAS, J. A., SVENSON, A. C., BROWN, H. E. (1956). — Ionospheric recorders and sporadic E. *Aust. J. Phys.*, 9, 159-61.

32. THOMAS, J. A. (1956). — Double layer Phenomena in the Es Region. *Aust. J. of Phys.*, Vol. 9, nº 4, p. 574.

33. THOMAS, J. A., BURKE, M. J. (1956). — Motion in the night time Es Region in Brisbane. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, nº 4, pp. 440-453.

34. WEISS, A. A. (1955). — Radio echo observations of meteors in the southern hemisphere. *Aust. J. Phys.*, 8, 148-66.

35. WEISS, A. A. (1955). — Diffusion coefficients from the rate of decay of meteor trails. *Aust. J. Phys.*, 8, 279-88.

36. WILD, J. P., ROBERTS, J. A. (1956). — The spectrum of radio star scintillations and the nature of irregularities in the ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 8, 55.

Canada

Nº 186. — Rapport de la Commission III du Comité National

Depuis la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. les recherches ionosphériques du Canada ont eu lieu principalement au laboratoire de physique radio du Defence Research Board, à l'université de la Saskatchewan et au Conseil National des Recherches du Canada.

On trouvera ci-dessous un résumé des travaux effectués par ces trois centres de recherches dans le domaine de la physique radio ionosphérique.

Par suite de l'intérêt qu'elles présentent du point de vue géophysique, certaines recherches ionosphériques canadiennes ont également fait l'objet d'un compte rendu envoyé à l'Union Géodésique et Géophysique Internationale.

On peut se procurer des rapports spéciaux sur le programme canadien de l'Année géophysique.

Les références données ne s'appliquent qu'à des mémoires publiés. On peut se procurer sur demande quelques rapports des établissements de recherches.

LABORATOIRE DE PHYSIQUE RADIO, DEFENCE RESEARCH BOARD, OTTAWA

1. — *Mesures par sondages ionosphériques et prévisions*

On a commencé en janvier 1957 la publication mensuelle de renseignements sur les sondages ionosphériques canadiens comprenant des graphiques journaliers en provenance de cinq stations.

Le service de prévision, mentionné à la XIe Assemblée Générale, a poursuivi ses travaux et des vérifications ont été faites au moyen de sondages à incidence oblique.

On a mis en service pour l'Année géophysique internationale neuf nouvelles stations équipées de simples appareils enregistreurs ionosphériques d'un nouveau type automatique.

2. — *Sondages ionosphériques à incidence oblique*

On admet depuis des années que la technique des sondages ionosphériques à l'aide d'ondes radio dirigées verticalement ne permet pas d'avoir suffisamment de renseignements pour décrire complètement la répartition physique de l'ionisation dans l'ionosphère. On se sert actuellement de plusieurs méthodes destinées à compléter les enregistrements d'incidence verticale.

On a mis au point une méthode qui permet d'examiner l'ionosphère au moyen d'ondes radio obliquement incidentes sur les couches ionosphériques. L'appareil utilisé est semblable au générateur courant d'impulsions de fréquences de balayage sauf que l'émetteur et le récepteur sont séparés par une distance de plusieurs milliers de kilomètres, le chronométrage étant assuré par des pendules précises. On s'est servi de cette technique sur un certain nombre de trajectoires au Canada (Cox et Davies, 1955 ; Chapman, Davies et Littlewood, 1955).

On commencera en 1957 des sondages à incidence oblique entre Ottawa et Slough, Angleterre et entre Resolute Bay et Winnipeg avec des récepteurs complémentaires situés à Churchill, Baker Lake et Alert au nord de l'Ile Ellesmere.

3. — *Absorption*

On a effectué des études sur l'ionisation qui existe dans la basse ionosphère au moyen de mesures d'absorption. En étudiant les

relevés statistiques relatifs à la suppression des émissions dans les conditions polaires et enregistrés par un grand nombre de stations au Canada, Cox et Davies (1954) se sont rendu compte que ce type d'absorption se produit le plus souvent le matin et que la durée maximum du phénomène est proportionnel à la latitude. Davies et Hagg (1955) ont effectué une étude détaillée de l'absorption enregistrée à une station par un appareil enregistreur d'impulsions à incidence verticale. Ils ont constaté que la variation saisonnière de l'absorption de midi dépendait très peu de l'angle solaire au zénith. Par ailleurs on a remarqué une corrélation très grande entre les observations ionosphériques de nuit et l'indice magnétique K pour des valeurs de K supérieures à 4. G. C. Reid a étudié l'importance de l'absorption des ondes radio d'origine extra-terrestre lorsqu'elles traversent les parties basses de l'ionosphère. On a observé à des heures coïncidant avec l'activité aurorale locale, une intense absorption pour des fréquences d'environ 30 Mc/s. Cette observation ainsi que celle qu'on a faite sur des réflexions météoriques (Forsyth et Vogan 1957) semble indiquer que l'ionisation associée à des effets d'aurore est assez intense à des altitudes de l'ordre de 100 kilomètres pour entraîner une atténuation grave des ondes radio sur des fréquences allant au moins jusqu'à 50 Mc/s. McKerrow (1956) a fait savoir qu'une absorption intense d'ondes radio de basse fréquence s'est produite dans les parties basses de l'ionosphère au moment de l'éblouissement solaire intense du 23 février 1956, à une station qui se trouvait du côté ombragé de la terre. Le début de l'absorption semble avoir coïncidé avec le moment où s'est produite une augmentation de l'activité des rayons cosmiques en marge de l'éblouissement solaire.

4. — *Marée lunaire*

La variation en hauteur de l'ionisation de la région E sous l'influence de la marée lunaire a fait l'objet d'une étude à Ottawa (Littlewood et Chapment, 1955). Les mesures faites permettent de penser que la phase de la variation lunaire est semblable à celle qu'on a observée en Australie mais presque contraire à celle qu'on a observée à Cambridge. Des mesures plus récentes semblent indiquer que des inversions de phase peuvent se produire à Ottawa pendant des périodes de plusieurs mois.

5. — *Perturbations progressives*

Hagg et Hansen (1954) ont étudié les mouvements d'hétérogénéités de l'ionosphère en se servant des données recueillies dans des appareils enregistreurs à incidence verticale. Ils ont découvert trois types distincts de mouvements. L'un des types semblait être causé par un mouvement de vitesse modérée (800 km/h) dans la zone E. On a attribué le deuxième type à un mouvement vertical de discontinuité vers le bas de la zone F2 à la zone E. Le troisième type consistait en des mouvements extrêmement rapides (allant jusqu'à 1500 km/h) dans la zone E. En effectuant des études théoriques sur des mouvements semblables aux ondes Hines (1955*a*, 1956*a*) a trouvé les caractéristiques d'un phénomène de résonance électronique qui ressemblait à ceux des perturbations progressives d'envergure observées dans la couche ionosphérique F.

6. — *Scintillations d'une étoile radio*

On a enregistré continuellement pendant une période de trois ans et demi la radiation en provenance d'une étoile radio de la constellation Cassiopée. L'étude des fluctuations de l'énergie reçue permet de penser que les caractéristiques de ces scintillations sont, vues du Canada, très différentes de celles que l'on observe à des latitudes géomagnétiques plus basses. Au moins une partie des scintillations peut être associée aux perturbations géomagnétiques et aurorales (Hartz, 1955*a*). L'étude récente de Reid laisse entendre que le taux de scintillation peut servir à étudier la direction du mouvement des hétérogénéités ioniques qui provoquent les scintillations. La relation qui existe entre les phénomènes radio solaires et les perturbations qui en découlent dans la haute atmosphère de la terre a été étudiée par comparaison avec les observations radio du soleil (Hartz, 1955*b*). Les données obtenues permettent de penser qu'au moins certains types de perturbations aurorales sont devancés par des phénomènes radio solaires reconnaissables.

7. — *Ionisation météorique*

On a étudié au moyen de méthodes radio, l'ionisation produite par les météores dans les couches supérieures de l'atmosphère. On a fait l'essai d'une nouvelle technique où le recépteur est situé

à une distance de plusieurs centaines de kilomètres de l'émetteur (Forsyth et Vogan, 1955). On a étudié en détail le rapport qui existe entre la position des météores incidents et le nombre de signaux observés par cette méthode (Hines, 1955*b* ; Forsyth, Hines et Vogan, 1955 ; Hines, Forsyth, Vogan et Pugh, 1955 ; Hines, 1956 ; Pugh, 1956*b* ; Hines et Pugh, 1956 ; Hines et O'Grady, 1957). La variation diurne et saisonnière des émissions météoriques a été étudiée par Vogan et Campbell (1957) lesquels ont découvert une grande variation dans les signaux journaliers et ont remarqué qu'un évanouissement, même passager, pourrait modifier de façon appréciable la variation diurne observée. La variation horaire de la force intrinsèque de l'averse météorique couvrant un quadrant a été examinée par Hines et Vogan (1957). Cette étude a prouvé la valeur de la technique de la « dispersion en avant » pour les mesures de ce genre. On a également effectué une étude minutieuse des caractéristiques d'amplitude et d'atténuation des signaux météoriques pris individuellement, en vue de déterminer les mouvements et la rotation du vent dans les hauteurs météoriques de l'atmosphère. La mesure de la durée des signaux « dispersés en avant » et provenant de trajectoires météoriques (Forsyth et Vogan, 1956) a révélé une grande différence entre la durée des signaux observés sur la trajectoire nord-sud et la durée des signaux observés sur la trajectoire est-ouest. Il est possible que cette différence soit due à l'influence du champ magnétique de la terre sur la diffusion à des hauteurs météoriques.

8. — *Ionisation aurorale*

Les amplitudes relatives des signaux réfléchis sur quatre fréquences à partir d'ionisations aurorales ont été mesurées sur une trajectoire de « dispersion en avant » de 1000 kilomètres de longueur (Forsyth et Vogan, 1957). La variation relative de l'amplitude indique de façon précise que sur des fréquences allant jusqu'à 50 Mc/s les réflexions proviennent de régions où l'ionisation est suffisamment dense pour produire une réflexion totale. On a construit un simple système radar du type FM destiné à faciliter l'étude de l'ionisation aurorale. Ce dispositif, qui fonctionne à l'aide d'un émetteur dont les émissions ne sont que de quelques watts, a une sensibilité suffisante pour enregistrer les phénomènes auroraux les plus visibles. On obtient de cette façon des renseigne-

ments sur la portée et sur l'effet Doppler. On étudie actuellement les données enregistrées par cet appareil durant le second semestre de 1956 en corrélation avec des enregistrements magnétiques et des enregistrements de trajectoires à « dispersion en avant ».

Des mesures récemment effectuées sur 500 Mc/s avec des antennes de 28 pieds d'une puissance moyenne de 10 kW ont révélé des échos extrêmement forts en provenance de zones aurorales où le faisceau radar est presque perpendiculaire à la direction du champ magnétique.

On a fait quelques observations sur des fréquences de la gamme 30-50 Mc/s qui semblent indiquer que l'aurore émet des radiations à ces fréquences (Hartz, Reid et Vogan, 1956).

9. — *Ondes sifflantes*

Des ondes radio à très basses fréquences qui proviennent d'orages et se propagent le long de trajectoires allant jusqu'aux régions reculées de l'atmosphère terrestre ont également fait l'objet d'une étude. Il est à espérer que ces ondes qu'on appelle « ondes sifflantes » permettront d'avoir de nouveaux indices quant à la composition de l'atmosphère terrestre jusqu'à des distances deux ou trois fois supérieures au rayon de la terre. Storey (1956) prétend qu'on devrait pouvoir détecter la présence d'hydrogène ionisé dans ces régions au moyen d'un examen consciencieux du spectre de l'onde sifflante.

10. — *Echos radar lunaires*

Au début de 1957 on a commencé des expériences de mesure des échos lunaires en se servant d'une puissance moyenne de 10 kW sur 500 Mc/s avec un télescope de 28 pieds pour l'émission et un télescope de la même longueur pour la réception. Les résultats préliminaires montrent une rotation du plan de polarisation de l'ordre d'un ou de deux tours complets.

RÉFÉRENCES

Chapman, J. H., Davies, K., Littlewood, C. A. (1955). — Radio Observations of the Ionosphere at Oblique Incidence. *Can. J. Phys.*, 33, 713.

Cox, J. W., Davies, K. (1954). — Statistical Studies of Polar Radio Blackouts. *Can. J. Phys.*, 32, 743.

Cox, J. W., Davies, K. (1955). — Oblique Incidence Pulse Transmission. *Wireless Engineer*, 32, 35.

DAVIES, K., HAGGA, E. L. (1955). — Ionospheric Absorption Measurement at Prince Rupert. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 6, 18.

FORSYTH, P. A., HINES, C. O., VOGAN, E. L. (1955). — Diurnal Variations in the Number of Shower Meteors Detected by the Forward-Scattering of Radio-Waves. Part II, Experiment, *Can. J. Phys.*, 33, 600.

FORSYTH, P. A., VOGAN, E. L. (1955). — Forward-Scattering of Radio Waves by Meteor Trails. *Can. J. Phys.*, 33, 176.

FORSYTH, P. A., VOGAN, E. L. (1956). — The Duration of Forward-Scattered Signals from Meteor Trails. *Can. J. Phys.*, 34, 535.

FORSYTH, P. A., VOGAN, E. L. (1957). — The Frequency Dependence of Radio Reflections from Aurora, *J. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

GRIERSON, J. K. (1957). — A Technique for the Rapid Analysis of Whistlers. *Proc. I.R.E.* (Sous presse).

HAGG, E. L., HANSON, G. H. (1954). — Motion of Clouds of Abnormal Ionization in Auroral and Polar Regions. *Can. J. Phys.*, 32, 790.

HARTZ, T. R. (1955*a*). — Radio Star Scintillations and the Ionosphere. *Can. J. Phys.*, 33, 476.

HARTZ, T. R. (1955*b*). — A Solar Noise Outburst of January 15, 1955. *Nature*, 175, 908.

HARTZ, T. R., REID, G. C., VOGAN, E. L. (1956). — VHF Auroral Noise. *Can. J. Phys.*, 34, 728.

HINES, C. O. (1955*a*). — Hydromagnetic Resonance in Ionospheric Waves. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 7, 14-30.

HINES, C. O. (1955*b*). — Diurnal Variations in the Number of Shower Meteors Detected by the Forward-Scattering of Radio Waves. Part I Theory, *Can. J. Phys.*, 33, 493.

HINES, C. O. (1956*b*). — Electron Resonance in Ionospheric Waves. *J. Atmos Terr. Phys.*, 9, 56.

HINES, C. O. (1956*b*). — Diurnal Variations in Forward Scattered Meteor Signals. *Atmos. Terr. Phys.*, 9, 229.

HINES, C. O., FORSYTH, P. A., VOGAN, E. L., PUGH, R. E. (1955). — The Dependence of Meteoric Forward-Scattering on Antenna Patterns and Orientations. *Can. J. Phys.*, 33, 609.

HINES, C. O., O'GRADY, M. (1957). — Height-Gain in the Forward-Scattering of Radio Waves by Meteor Trails. *Can. J. Phys.*, 35, 125.

HINES, C. O., PUGH, R. E. (1956). — The Spatial Distribution of Signal Sources in Meteoric Forward Scattering. *Can. J. Phys.*, 34, 1005.

HINES, C. O., VOGAN, E. L. (1957). — Variations in the Intrinsic Strength of the 1956 Quadrantid Meteor Shower. *Can. J. Phys.* (sous presse).

HINES, C. O. (1957). — Heavy-Ion Effects in Audio-Frequency Radio Propagation. *J. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

LITTLEWOOD, C. A., CHAPMAN, J. H. (1955). — A Measurement at Ottawa of the Change in Height with Lunar Time of the E-Region of the Ionosphere. *Can. J. Phys.*, 33, 11.

MCKERROW, C. A. (1956). — Sudden Decrease in Low Frequency Atmospheric Noise during the Cosmic-Radiation Storm of February 23rd. *Nature*, 177, 1223.

MCKERROW, C. A. (1957). — Some Recent Measurements of Atmospheric Noise in Canada. *Proc. Inst. Rad. Engineers* (sous presse).

PUGH, R. E. (1956). — The Number Density of Meteor Trails Observable by the Forward-Scattering of Radio Waves. *Can. J. Phys.*, 34, 997.

STOREY, L. R. O. (1956). — A Method to Detect the Presence of Ionized Hydrogen in the Outer Atmosphere. *Can. J. Phys.*, 34, 1153.

STOREY, L. R. O. (1957). — A Method to Interpret the Dispersion Curves of Whistlers. *Can. J. Phys.* (sera présenté).

VOGAN, E. L., CAMPBELL, L. L. (1957). — Meteor Signal Rates Observed in Forward-Scatter. *Can. J. Phys.* (sous presse).

UNIVERSITÉ DE SASKATCHEWAN, SASKATOON

1. — *Généralités*

Les recherches effectuées à Saskatoon (52.1° N ; 106.6° O) comprennent l'étude spectrographique des émissions en provenance de l'aurore polaire, du crépuscule et des lueurs nocturnes (airglows) ; la comparaison entre les phénomènes auroraux et les perturbations magnétiques et ionosphériques ; l'étude expérimentale des hétérogénéités de l'ionosphère (particulièrement pendant les périodes d'activité aurorale), au moyen d'ondes radio réfléchies de l'aurore ou au moyen d'une observation continuelle de la dispersion des ondes radio et des scintillations des ondes de 50 Mc en provenance de l'étoile radio de Cassiopée ; enfin, la morphologie des phénomènes auroraux observés au-dessus du centre ouest du Canada. On a élargi le programme d'observation au cours des deux dernières années afin d'y inclure l'emploi de caméras aurorales « tout-ciel » à Flin Flon (54.7° N ; 102.0° O), à Meanook (54.6° N ; 113.3° O), et à Uranium City (59.6° N ; 108.8° O) ; ainsi que de magnétomètres électroniques à déclenchement de flux à Flin Flon et à Swift Current (50°3 N ; 107°7 O). Montalbetti, du laboratoire de physique radio du Defence Research Board du Canada, procède actuellement à l'intégration du programme spectrographique de Saskatoon au programme quelque

peu semblable qui est en vigueur à Churchill (58.8° N ; 94.2° O). Il y a lieu de penser que le programme ainsi intégré permettra des comparaisons sures quant aux fréquences relatives et aux intensités des diverses émissions en provenance des aurores et des airglows dans une gamme de latitudes allant de l'intérieur à l'extérieur de la zone aurorale où les manifestations atteignent un maximum. Les études spectrographiques et morphologiques ne sont pas incluses dans le présent rapport mais on pourra les trouver dans le rapport envoyé en 1957 à l'Union Géodésique et Géophysique Internationale.

2. — *Phénomènes auroraux et perturbations magnétiques et ionosphériques*

Le matériel utilisé comprend surtout des caméras « tout ciel » qui prennent une image du ciel chaque minute sur des films de 16 mm (Meek, 1955) ; des magnétomètres électroniques à trois composantes et à déclenchement de flux dont on se sert habituellement pour donner un pouce d'enregistrement par heure (Meek et Hector, 1955) ; un appareil enregistreur des intensités aurorales qui balayent une bande méridionale du ciel, de l'horizon septentrional à l'horizon méridional à Saskatoon (Hunten, 1956) ; et un dispositif automatique courant de sondage ionique dont on s'est servi en des occasions choisies à Saskatoon. On a obenu à Resolute et à Baker Lake dans les Territoires du nord-ouest ainsi qu'à Churchill au Manitoba des données aurorales directes (d'observations prises une fois par heure). Récemment, on a obtenu à Churchill des enregistrements auroraux de caméras « tout ciel » et des enregistrements de magnétomètres à une composante. Une grande partie des données ainsi recueillies sont actuellement placées sur des cartes perforées IBM ce qui facilitera leur analyse.

La comparaison des données magnétiques et aurorales permet de penser que chaque fois qu'une aurore est présente les enregistrements magnétiques sont perturbés, l'importance de la perturbation résultant principalement de la distance séparant le phénomène auroral de la station magnétique. Il existe également des cas où l'aurore n'est pas visible bien que les enregistrements magnétiques indiquent une perturbation appréciable qui dure souvent pendant des heures. On dirait que chaque fois que l'aurore est présente des phénomènes se produisent dans la haute atmosphère en entraînant

des modifications notables dans le champ magnétique terrestre à proximité de l'aurore.

En se fondant sur les observations aurorales magnétiques et ionosphériques faites à Saskatoon, Meek a classé les perturbations en quatre catégories (Meek, 1953 ; Meek et McNamara, 1954).

On a étudié les variations du champ magnétique terrestre en se servant des données de l'Année Polaire 1932-33 (Meek, 1955). On en a conclu que la zone aurorale prend la forme de deux spirales opposées en forme de tourbillon l'une étant causée par une précipitation de particules positives et l'autre par une précipitation de particules négatives. Ces précipitations se croisent à haute latitude à environ dix heures du matin, heure géomagnétique locale et à une latitude plus basse à environ dix heures du soir et elles se déplacent autour de la terre avec le soleil. La confirmation de cette conclusion fondée sur des caractéristiques observées de l'aurore dépend des observations qui seront faites par les stations aurorales durant l'Année Géophysique Internationale.

RÉFÉRENCES

HUNTEN, D. M. (1956). — *J. Opt. Soc. Amer.*, **46**, 578.
MEEK, J. H. (1955*a*). — *J. Geophys. Res.*, **58**, 445.
MEEK, J. H., MCNAMARA, A. G. (1954). — *Can. J. Phys.*, **32**, 326.
MEEK, J. H., HECTOR, F. S. (1955). — *Can. J. Phys.*, **33**, 364.

3. — *Etude des irrégularités ionosphériques*

Le matériel employé comprend deux radars travaillant l'un sur 106 Mc/s l'autre sur 56 Mc/s et dont les antennes sont montées sur une tour rotative de sorte que les deux faisceaux puissent balayer simultanément la même région du ciel ; un radar de 200 Mc/s muni d'une antenne fixe ; un télescope radio de type « interférence » pour détecter les ondes radio de 50 Mc/s en provenance de la forte source qui se trouve dans la constellation Cassiopée ; et un dispositif récepteur pour enregistrer la dispersion, causée par des irrégularités ionosphériques, d'ondes radio transmises entre des points déterminés dans l'ouest du Canada.

On s'efforce de mettre en corrélation l'existence et les caractéristiques des échos avec les données relatives aux perturbations aurorales et magnétiques obtenues au moyen de caméras «tout

ciel » et de magnétomètres, à Saskatoon, à Flin Flon et à Churchill et au moyen de spectrographes patrouilleurs à Saskatoon et à Churchill. La plupart des échos auroraux proviennent de la zone située en direction de Flin Flon et de Churchill. On enregistre parfois des échos auroraux typiques en provenance de zones où l'angle que font les ondes radio incidentes avec les structures aurorales (que l'on suppose parallèles aux lignes du champ magnétique terrestre) n'est pas un angle droit.

On s'est servi d'un radar à effet Doppler pour étudier les signaux de 90.7 Mc/s qui proviennent des ionisations aurorales (McNamara, 1955). Afin de mesurer le spectre d'énergie des échos auroraux on s'est servi d'un analyseur spectral. On a comparé les données recueillies par le radar à effet Doppler avec les observations des aurores visibles et avec les échos simultanés enregistrés par des radars travaillant sur 56 Mc/s et 106 Mc/s. La plupart des échos semblent venir de cibles presque stationnaires ou de cibles se déplaçant collectivement en portée.

On a observé des variations notables dans la polarisation des échos radioélectriques en provenance des aurores sur des fréquences de 56 Mc/s et de 106 Mc/s (McNamara et Currie, 1954). Des observations sur 56 Mc/s ont révélé une grande variation des rapports de polarisation, une grande partie ayant un fort degré de dépolarisation. Des observations effectuées sur la même fréquence pour une polarisation circulaire ont montré des amplitudes approximativement égales pour les sens gauche et droit de la rotation. Les rapports de polarisation (de l'horizontal à la verticale) variaient quelquefois beaucoup pour des échos se produisant simultanément mais à des portées différentes. Par ailleurs on a vu parfois la polarisation des échos passer de l'état plane à l'état dépolarisé ou vice versa en quelques minutes. Toutes les observations de la polarisation des échos sur 106 Mc/s n'ont révélé qu'une polarisation plane dans le même sens que les impulsions émises.

On n'a découvert aucune relation significative entre les amplitudes des scintillations de l'étoile radioélectrique de Cassiopée, la production et la position des aurores.

RÉFÉRENCES

McNamara, A. G. (1955). — *J. Geophys. Res.*, **60**, 257.

McNamara, A. G., Currie, B. W. (1954). — *Nature*, **174**, 1153.

Section de recherches sur la haute atmosphère
Conseil National des Recherches

On a établi, en 1954, une section de recherches sur la haute atmosphère à la Division de radiotechnique et d'électrotechnique. Cette section a pour mission d'étudier les aspects fondamentaux des phénomènes qui se produisent dans la haute atmosphère. Jusqu'à présent la plupart de ses travaux a consisté en préparatifs pour l'Année Géophysique Internationale, bien que certaines de ses études aient été consacrées aux météores et aux aurores.

On a continué, sur une fréquence de 32 Mc/s, à enregistrer par radar des échos météoriques au cours des périodes actives des principales chutes annuelles. Ces travaux ont été effectués au moyen de lectures directes et d'enregistrements photographiques et ils ont fait partie d'une étude sur les météores entreprise conjointement par l'Observatoire du Canada et le Conseil National des Recherches. On prépare actuellement un radar météorique spécial ayant la même gamme de fréquences et destiné à fonctionner régulièrement au cours de l'Année Géophysique Internationale.

Une étude détaillée des échos dits de « tête » en provenance de deux météores a été faite par McKinley qui a conclu que les effets observés peuvent expliquer le phénomène de diffraction pour les météores ternes mais que pour les météores brillants, l'écho de « tête » est produit par une cible de type « balle en mouvement » (McKinley, 1955*a*). Au moyen de méthodes radio McKinley a également déterminé l'orbite des météores Eta Aquarid (McKinley, 1955*b*). Un météore Perséide inusité, observé au moyen de mesures radar enregistrées par trois stations, a servi à déterminer le déplacement de l'ionisation à des hauteurs météoriques et la variation de la diffusion avec la hauteur (McKinley, 1956*a*). L'étude des facteurs touchant la détermination par radio de la vitesse des météores a conduit à la conclusion qu'une telle détermination n'est pas assujettie à de grosses erreurs systématiques comme on pourrait le croire en comparant les résultats visuels avec les résultats obtenus par radio (McKinley, 1956*b*).

Millman et McKinley (1956) ont établi une relation entre la durée de l'écho radioélectrique et l'importance des météores aperçus en se fondant sur l'observation de quelques 3300 météores individuels. Ils ont établi qu'un météore de grandeur absolue

+ 5 produit 2×10^{12} électrons par cm le long de sa course. Des mesures simultanées de signaux de dispersion « en arrière » et « en avant », provenant de météores individuels ont été faites par McKinley et McNamara (1956). Ces mesures permettent de dire que la durée du signal de dispersion vers l'avant est plus grande que celle du signal correspondant de dispersion vers l'arrière, mais que l'augmentation n'est pas aussi importante qu'on aurait pu le croire en se fondant sur la théorie pure.

Millman et Burland (1957) ont classifié les grandeurs d'un grand nombre de météores observés au cours d'une période qui a commencé en 1933. Le nombre des météores observés dans des classes de grandeur successive s'est trouvé être beaucoup plus grand que celui auquel on s'attendait d'après les études antérieures. Millman (1956) a résumé l'état actuel de la théorie sur les météores.

Des échos radar auroraux ont été enregistrés sur 50 Mc/s sur une base continuelle à Ottawa depuis avril 1955. Quatre appareils identiques d'émission et de réception ont été construits et seront mis en service tout au long de l'Année Géophysique Internationale, à Resolute Bay, à Baker Lake, à Saskatoon et à Ottawa. On a observé à Ottawa beaucoup plus d'échos auroraux que l'on aurait pu croire en se rapportant aux cartes courantes des aurores visibles. McNamara (1956) a étudié comment les techniques radar courantes et les techniques à effet Doppler peuvent servir aux mesures aurorales.

En plus des observations radioélectriques que l'on prévoit pour l'Année Géophysique Internationale on a fait des préparatifs en vue d'observations directes et photographiques de l'aurore. On a mis au point une caméra « tout ciel » et neuf appareils ont été construits. Cette caméra diffère de celles qui sont actuellement en usage par le fait qu'on se sert de films de 35 mm pour avoir plus de précision. Deux temps de pose sont possibles, l'un de 40 secondes et l'autre de 4 secondes, ce qui correspond à la grande variété des intensités et des mouvements des aurores.

RÉFÉRENCES

McKinley, D. W. R. (1955*a*). — The Meteoric Head Echo, Meteors. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Spec. Supp., nº 2, 65.

McKinley, D. W. R. (1955*b*). — Radio Determination of the Orbit of the Eta Aquarid Meteors. *Astro Phys. J.*, 122, 513.

McKinley, D. W. R. (1956*a*). — Radio Echo Duration and Height of a Perseid Meteor. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 8, 76.

McKinley, D. W. R. (1956*b*). — Some Factors Affecting the Radio Determination of Meteoric Velocities. *Naturwissenschaften*, 43, 221.

McKinley, D. W. R., McNamara, A. G. (1956). — Meteoric Echoes Observed Simultaneously by Back Scatter and Forward Scatter. *Can. J. Phys.*, 34, 625.

McNamara, A. G. (1956). — Radar Echoes from the Aurora and the Use of Doppler Techniques. *Eng. J.*, 39, 31.

Millman, Peter M., McKinley, D. W. R. (1956). — Meteor Echo Durations and Visual Magnitudes. *Can. J. Phys.*, 34, 50.

Millman, Peter M. (1956). — The Physics of Meteors. *Phys. in Can.*, 12, 7.

Millman, P. M., Burland, M. S. (1957). — The Magnitude Distribution of Visual Meteors. *Sky and Telescope*, 16, 222.

Etats-Unis

N° 297. — Rapport de la Commission III du Comité National Progrès des recherches ionosphériques aux Etats-Unis entre la XIe et la XIIe Assemblée Générale

(*Traduction*)

Les recherches ionosphériques aux Etats-Unis ont fait l'objet des rapports de 29 laboratoires aux réunions techniques du Comité National de l'U.R.S.I. Dans ce rapport d'ensemble, les titres des publications présentées seront rassemblées sous le nom de l'institution qui a patronné les recherches. Une description succincte des sujets étudiés, accompagnée d'une bibliographie, est faite pour les laboratoires les plus actifs.

A. — A. D. Ring and Associates

III. — *Travail présenté à l'U.R.S.I.*

1. « A study of the relative merits of horizontally and vertically polarized skywave signals near the gyromagneticfrequency ».C. S. Wright, May 1957, Washington D. C.

B. — Air Force Cambridge Research Center

I. — *Activités*

Laboratoire de Physique Ionosphérique du Geophysical Research Directorate.

Avant l'expédition d'un spectrographe à haute dispersion en Nouvelle Zélande pour des études aurorales pendant l'A.G.I., des essais furent effectués en vue d'obtenir une haute résolution dans la région infrarouge du spectre du ciel nocturne aux latitudes moyennes à élevées. Dès l'achèvement du nouveau spectrographe ouvert à F 0.8, des observations seront faites pour déterminer la température des niveaux de rotation à partir des bandes de OH dans l'infrarouge.

Une caméra, à grande ouverture a été étudiée en vue d'obtenir des clichés d'aurores avec des temps de pose de l'ordre d'une fraction de seconde ; ces caméras seront utilisées dès l'accroissement des aurores à l'équinoxe d'automne.

Un photomètre permettant de mesurer la distribution de Hβ en altitude dans les aurores a été étudié ; cet instrument est actuellement prêt à être utilisé dans une des stations antarctiques de l'A.G.I.

Un équipement pour l'étude du mécanisme de la diffusion par les aurores a été complété. Cet équipement sera utilisé en Alaska.

Un effort considérable a été accompli ces deux dernières années dans l'organisation du programme auroral de l'A.G.I., particulièrement en ce qui concerne la spectrographie de surveillance. L'équipement à utiliser a été étudié conjointement avec l'Université de Chicago. Le laboratoire assume la responsabilité du programme auroral dans les zones Antarctique et Arctique.

L'installation d'une ionosonde aéroportée a été complétée par un équipement permettant d'enregistrer l'amplitude des réflexions ionosphériques. Un magnétomètre a également été installé afin de contrôler le champ géomagnétique total. Les résultats de plusieurs vols arctiques ont montré combien la mobilité de cet équipement est avantageuse pour la poursuite des irrégularités à grande échelle, et ont révélé l'importance de ces mesures dans les radiocommunications arctiques (5.9).

Une nouvelle méthode d'estimation des vents ionosphériques

a été développée ; cette méthode fait usage de l'équipement aéroporté le long d'un cercle.

L'effet des marées dans l'ionosphère a fait l'objet d'investigations théoriques et expérimentales. Les courants-dynamo dans l'ionosphère ont été calculés au moyen d'harmoniques sphériques sur la base de l'équilibre de puissance. Les résultats ont été comparés favorablement au système des courants S'q de Bartels ; ils indiquent des facteurs d'amplification de 100 pour le vent au niveau de l'ionosphère (7).

Les données expérimentales déduites des ionogrammes obtenus le long de l'équateur et au moyen de l'ionosonde aéroportée confirment les prévisions théoriques et illustrent quelques détails (3, 14).

Des expériences au moyen de fusées ont été effectuées pour déterminer la densité électronique à partir des retards d'impulsions. Une méthode d'analyse exacte utilisant des calculateurs électroniques rapides a été développée. Les résultats de la couche E montrent une stratification prononcée et une lamination de la couche consistant en de nombreuses strates horizontales distantes d'environ 6 km en altitude, chacune d'elles étant formée de plages irrégulières d'ionisation (2, 13, 10, 11).

II. — *Travaux Publiés*

1. « Studies of the Refractive Index in the Ionosphere : The Effect of the Collision Frequency and of Ions », W. Pfister, *Report on the Conference on the Physics of the Ionosphere*, Cambridge 1954, published by the Physical Society, 1955.
2. « Further Remarks on Bifurcation in the E-layer », W. Pfister, J. C. Ulwick, R. J. Marcou, *Phys. Rev.*, **97**, 1183, 1955.
3. « The Effect of Tides and Electric Currents in the Upper Atmosphere on the Ionospheric Characteristics in Equatorial Regions », G. J. Gassman, *U.R.S.I.* meeting, May, 1955, Washington, D. C.
4. « Diurnal Rotation in the Ionosphere », K. Toman, *U.R.S.I.*, Gainsville, Fla., Dec., 1955.
5. « Airborne Ionospheric Measurements in the North Pole Area », G. J. Gassmann, *U.R.S.I. Meeting*, Oct. 1955. Gainsville, Fla.
6. « Ionospheric Effects on the Positioning of Vehicles at High Altitudes », W. Pfister, T. J. Keneshea, *Air Force Survey in Geophysics*, n° 83, March, 1956.
7. « The Dynamo Currents in the Ionosphere Obtained with Spherical Harmonic Analysis and the Principle of Balance of Power », W. Pfister, T. J. Keneshea, *U.R.S.I. Meeting*, May, 1956, Washington, D. C.

8. « A Patrol Spectrograph for the I.G.Y. », N. J. OLIVER, Optical Soc. of America, Pittsburg, June, 1956.
9. « Measurements of Irregularities and Drifts in the Arctic Ionosphere using Airborne Techniques », G. J. GASSMANN, *Proceedings of the Symposium on Polar Atmosphere*, Oslo, Norway, July, 1956.
10. « On the Distribution of Electron Density Determined by Rocket Experiments », W. PFISTER, *Symposium on Wave Propagation*, Sept., 1956, Paris, France.
11. « The Results of Some Rocket Experiments for Electron Density Distribution », J. C. ULWICK, *U.R.S.I. Meeting*, Oct 1956, Berkeley, California.
12. « An « Unusual » Solar Terrestrial Relationship », K. TOMAN, *U.R.S.I. Meeting*, Oct. 1956, Berkeley, California.
13. « Study of Fine Structure and Irregularities of the Ionosphere with Rockets and Satellites », W. PFISTER, published in *Scientific Uses of Earth's Satellites*, edited by J. A. VAN ALLEN, pp. 283-291, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1956.
14. « Measurements and Interpretation of Tidal Effects in the Equatorial Ionosphere », G. J. GASSMANN, *U.R.S.I. Meeting*, May 1957, Washington, D. C.
15. « A Further Analysis of Solar Terr. Correlation », K. TOMAN, *U.R.S.I. Meeting*, May 1957, Washington D. C.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Airborne ionospheric Measurements in the Northpole Area », G. J. GASSMANN, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
2. « On the Analysis of Electron Density Distributions From Rocket Data », James C. ULWICK, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
3. « On the Origin of Nocturnal E Ionization », M. DUBIN, Washington D. C., April 1956.
4. « The Dynamo Currents in the Ionosphere Obtained with Spherical Harmonic Analysis and with the Principle of Balance of Power », W. PFISTER, T. J. KENESHEA, Washington D. C., April 1956.
5. « An Unusual Solar-terrestrial Relationship », Kurt TOMAN, Berkeley, California, Oct. 1956.
6. « The Results of Some Rocket Experiments for Electron Density Distribution », James C. ULWICK, Berkeley, Cal., Oct. 1956.
7. « Measurements with Voice Transmissions by Ionospheric Scatter on 38.6 Mc », I. R. M. WUNDT, Berkeley, California, Oct. 1956.
8. « Measurement and Interpretation of Tidal Effects in the Equatorial Ionosphere », G. J. GASSMANN, Washington, D. C., May 1957.
9. « Ionospheric Reflection of Very Low Frequencies », H. POEVERLEIN, Washington, D. C., May 1957.

C. — Carnegie Institution de Washington

III. — *Travail présenté à l'U.R.S.I.*

1. « On the process Causing the Dependence of Size of Crochets (terrestrial magnetic effects of Solar flares) upon the Amplitude of the Magnetic Diurnal Variation », Scott E. Forbush, Gainsville, Fla., Dec. 1955.

D. — Collins Radio Company

III. — *Travail présenté à l'U.R.S.I.*

1. « Flight Measurements of Transmission Loss at 38,5 Mc », I. H. Gerks, Washington, D. C., May 1957.

E. — Cornell University

I. — *Activités*

Les travaux à Cornell University ont été consacrés à l'étude de la diffusion ionosphérique des ondes, provoquée par les irrégularités de densité électronique.

Un guide dans cette investigation a été que les irrégularités sont dues à la turbulence atmosphérique, et que les principes de la mécanique des fluides applicables dans d'autres situations le sont aussi à l'ionosphère. En pratique il a été supposé que la turbulence est isotrope puisque la mécanique des fluides est mieux développée dans cette situation que dans toute autre. Cependant, on ne connaît pas dans quelle mesure la turbulence ionosphérique est anisotrope. Ce qui a été fait, par conséquent, a consisté à utiliser la théorie de la turbulence isotrope pour expliquer les phénomènes suivants :

1) Evanouissements ordinaires des échos ionosphériques ;
2) Le phénomène de la couche F diffuse ;
3) Diffusion arrière de l'ionisation alignée suivant le champ dans la région F ;
4) Scintillation des radiosources ;
5) Echos à disparition lente sur des traînées météoriques ;
6) Diffusion arrière sous la région E à 2 Mc/s ;
7) Transmissions par diffusion sur VHF à longue distance ;
8) Diffusion arrière dans la bande VHF produites par des régions aurorales.

II. — *Travaux publiés*

1. « A Theory of Scattering by Non-isotropic Irregularities with Application to Radar Reflection from the Aurora », H. G. Booker, *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*, 1956, Vol. 8, pp. 204-221.
2. « Turbulence in the Ionosphere with Application to Meteor Trails, Radio Star Scintillation, Auroral Radar Echos and other Phenomena », H. G. Booker, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 61, Dec. 1956, p. 673.
3. « A Theory of Long Duration Meteor Echoes Based on Atmospheric Turbulence with Experimental Confirmation », H. G. Booker, Robert Cohen, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 61, Dec. 1956, p. 707.
4. « A Theory of Radio Stars Scintillation Based on Ionospheric Turbulence », H. G. Booker, Spring *U.R.S.I. Meeting*, May 1957.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Auroral Echoes Observed North of the Auroral Zone on 51.9 Mc/s », R. B. Dyce, Washington D. C., May 1955.
2. « Echoes at 106.5 Mc/s Associated with Thunderstorms », B. Nichols, G. C. Rumi, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
3. « A Theory of Scattering by Non-isotropic Irregularities with Application to Radar Reflections from the Aurora », H. G. Booker, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
4. « Some Comments on the Specular Meteoric Theory of Ionospheric Scatter-transmission », H. G. Booker, Washington D. C., April 1956.
5. « A Theory of Long-duration Meteor-echoes Based on Atmospheric Turbulence », H. G. Booker, Washington, D. C., April 1956.
6. « An experimental Study of Atmospheric Turbulence in the Lower E-region Using Meteor Echoes of Long Duration », R. Cohen, Washington, D. C., April 1956.
7. « H. F. Radar Echoes with Unusual Characteristics », G. C. Rumi, Washington, D. C., April 1956.
8. « A Theory of Radio Star Scintillation Based on Ionospheric Turbulence » H. G. Booker, Washington, D. C., May 1957.

F. — Dartmouth College-Thayer School of Engineering
Etudes en haute fréquence

Les études de polarisation à incidence verticale décrites dans le rapport à la XIe Assemblée Générale (document 121, La Haye, 1954) furent poursuivies jusqu'en décembre 1955. Leurs résultats sont essentiellement les mêmes que ceux annoncés en 1954.

Entre mai 1954 et août 1955 une série d'expériences furent

faites à fréquence fixe, au moyen d'impulsions, sur des trajets obliques. Le premier trajet s'étendait entre Hanover, N. H. et Washington, D. C. et les autres entre Hanover et Knob Lake, Québec. Les émetteurs à incidence verticale de Hanover furent utilisés, le premier alimentant un dipôle demi-onde horizontal et le second un monopôle vertical, de manière à fournir des signaux à polarisation contrôlée. La polarisation des signaux reçus aux points éloignés ne fut pas mesurée.

Il fut trouvé que l'une des composantes reçues dans une transmission à trajet multiple pouvait être éliminée en contrôlant la polarisation émise. Cependant, la géométrie du trajet n'était pas établie et par conséquent la polarisation de l'onde transmise n'était pas connue, bien que la phase et l'amplitude relative des signaux alimentant les antennes émettrices fussent déterminées.

Une ionosonde LG-17 (Compagnie canadienne Marconi) a été mise en opération au cours de l'été 1955. Une expérience à multifréquence sur un trajet oblique, dans laquelle la LG-17 devait être synchronisée (en fréquence et en temps) avec une unité similaire à Saskatoon, Saskatchewan, fut commencée en janvier 1956 mais fut interrompue aussitôt.

Un équipement est en cours d'étude pour l'utilisation du sondeur conjointement à des récepteurs synchronisés placés à 1000 km de distance dans deux directions orthogonales. Trois ionogrammes seront donc produits à partir d'une seule émission panoramique. Cette méthode permettra de déterminer la hauteur et la vitesse des plages réflectrices mobiles. L'expérience sera faite d'abord à Hanover, puis à Knob Lake dans la zone aurorale.

Atmosphériques sifflants et émissions à très basse fréquence

En mars 1955, des enregistrements simultanés de sifflements furent faits à Hanover, N. H. et Washington, D. C. en collaboration avec le Naval Research Laboratory (Dr Dinger). Il fut trouvé que la dispersion d'un même sifflement entendu aux deux endroits est la même.

La théorie des sifflements faite, par L. R. O Storey comme travail d'études à Cambridge University en 1951 a été rapportée à la Xe Assemblée Générale par le Prof. J. A. Ratcliffe. Pour valider d'une manière conclusive la théorie de Storey d'après les délais et les dispersions prévues théoriquement pour un même sifflement

en des points géomagnétiquement conjugués, des enregistrements simultanés ont été effectués à Unalaska et Wellington (Nouvelle Zélande) en août et septembre 1955. Les observations de Nouvelle Zélande furent faites au Laboratoire de Physique du Dominion de Nouvelle Zélande (G. Mc K. Allcock). L'analyse spectrale des enregistrements fut en complet accord avec les prévisions de Storey.

Il n'est pas extraordinaire qu'un éclair isolé produise deux ou plusieurs sifflements séparés ayant des dispersions différentes. Ordinairement les sifflements multiples ont des instants d'arrivée voisins. Comme l'espacement entre groupes successifs est constant durant une même période d'activité, les trajets de propagation doivent certainement différer.

Un enregistrement obtenu à Unalaska fit remarquer l'existence d'un sifflement multiple à deux composantes très écartées ; les échos successifs purent être expliqués par une propagation successive le long de deux trajets suivant une combinaison séquentielle. L'une des composantes était plus forte que l'autre. En supposant l'atténuation plus faible sur le trajet correspondant, on pouvait supposer trouver la même préférence pour les échos, et ce fut le cas.

Après beaucoup d'échecs, une observation complètement satisfaisante fut faite à Hanover, N. H. de la corrélation entre la perception visuelle des éclairs et la perception auditive des sifflements. Les décharges se produisaient à des intervalles de trois à quatre minutes, et chacune d'elle était accompagnée d'un sifflement intense et d'échos. Il n'y avait pas d'autre atmosphérique significatif ni d'autre sifflement.

Des observations ont été faites dans l'Arctique près du 75e méridien ouest en juillet 1956 et 1957. Aucun sifflement ne fut perçu au-dessus du 65e parallèle géomagnétique nord, mais les émissions à très basse fréquence (chœurs de l'aube) ont été entendues jusqu'au pôle géomagnétique.

Du fait que les émissions à très basse fréquence et les aurores sont en étroite corrélation avec les perturbations géomagnétiques, il est raisonnable de chercher à établir une correspondance directe entre les émissions à très basse fréquence et les détails visibles des aurores. Cette correspondance a été découverte, et a fait l'objet de nouvelles études. De telles émissions paraissent provenir des

plages brillantes se déplaçant rapidement le long des rayons auroraux.

A la suggestion de J. M. Watts du N. B. S., les « tweeks » des enregistrements tri-horaires de routine effectués à Hanover avant et après la grande éruption chromosphérique du 23 février 1956 ont été analysés. Le résultat obtenu confirma le fait que le niveau de réflexion des signaux à très basse fréquence dans l'hémisphère obscur s'abaissa à 70 km.

Un analyseur de spectre à canaux multiples sur fréquences audibles a été construit pour l'analyse rapide des données. Les enregistrements sont obtenus sur film cinématographique de 35 mm en mouvement continu ; sur ce film, les images de 32 petits tubes cathodiques sont focalisées.

Sifflements pendant l'A.G.I.

Une chaîne méridienne de 13 stations établie pour définir l'effet de latitude sur les sifflements a été constituée approximativement le long du 75e méridien ouest. Les stations sont localisées à :

Thulé-Groenland ;

Godhavn-Groenland (en coopération avec le Danemark) ;

Frobisher Bay, NWT, Canada ;

Knob Lake, Québec, Canada ;

Father Point, Québec, Canada (ou un emplacement voisin) ;

Hanover, New Hampshire ;

Washington, D. C. ;

Iles Bermudes ;

Gainesville, Floride ;

Huancayo, Pérou ;

Ushuaia, Terre de Feu, Argentine ;

Port Lockroy, Antarctique (station du Royaume-Uni dans la Péninsule de Palmer) ;

Ellsworth, Antarctique (station des Etats-Unis en mer de Weddel).

Une station additionnelle a été établie à Battle Creek, Michigan. Le Canadian Defence Research Board patronne des stations à Ottawa et Halifax travaillant en coordination. Toutes les stations, sauf deux, sont en opération de routine à l'heure actuelle, ou prêtes à être mises en opération.

Un équipement spécial fut développé pour les stations de sifflements de l'A.G.I. ; celui-ci comprend un étalon local de temps à la précision de 1/20 de sec. qui place directement les marques de temps sur les bandes magnétiques d'enregistrement. Des enregistrements de 2 minutes sont effectués toutes les heures à XX h 35.

A titre de guide et pour permettre la standardisation des méthodes dans tous les pays observant ces phénomènes au cours de l'A.G.I., un manuel fut préparé pour le Comité U.R.S.I.-A.G.I. Ce manuel a été incorporé dans le manuel du C.S.A.G.I. pour la physique ionosphérique (*Annales de l'A.G.I.*, vol. 3).

Un accord a été récemment conclu, pour que tous les participants au programme coordonné de l'hémisphère occidental utilisent une présentation uniforme des données journalières. Ce programme intéresse 11 stations de plus que celles mentionnées plus haut. Ces autres stations sont localisées à l'ouest des Etats-Unis et dans la région conjuguée du Pacifique Sud.

Autres sujets de l'A.G.I.

Des caméras du ciel global et des magnétomètres à enregistrement visible seront installés à Hanover, N. H. et Knob Lake, Québec.

Contributions présentées

1955 March (National Academy of Sciences, Washington). — M. G. MORGAN, « Planning the U. S. I.G.Y. Program in Ionospheric Physics ».

1955 May (U.R.S.I. Spring Meetings, Washington). — Symposium on audio atmospherics, Joint Commission 3-4 Meeting ; M. G. MORGAN discussed « records obtained at Dartmouth College and their correlation with records from Knob Lake, Que., Washington, D. C., and Gainsville, Fla.

1955 Dec. (U.R.S.I. Fall Meetings, Gainsville, Fla.). — M. G. MORGAN, G. McK. ALLCOCK, « Observation of whistlers at geomagnetically conjugate points ».

1955 Dec. (Amer. Asso. for the Advancement of Science, Atlanta, Ga.). — M. G. MORGAN, « The Ionosphere ».

1956 April (U.R.S.I. Spring Meetings, Washington). — M. G. MORGAN, H. W. CURTIS, « On the dependence of whistler dispersion upon the geomagnetic latitude of the generating sferic ».

1956 Oct. (U.R.S.I. Fall Meetings, Berkeley, Calif.). — H. W. CURTIS, M. G. MORGAN, « Whistlers and dawn chorus occurrence above the auroral zone ».

1957 Jan. (VLF Symposium, C.R.P.L. Boulder, Colo.). — M. G. Morgan, H. W. Curtis, « Whistlers and dawn chorus at Unalaska and their correlation with simultaneous data at the geomagnetic conjugate ; Whistlers and dawn chorus at Knob Lake, Que ».

1957 June (National Academy of Sciences, Washington). — M. G. Morgan, « U. S. I.G.Y. Program in ionospheric physics — Current status » ; M. G. Morgan, « Whistlers studies at Darthmouth College ».

Publications

M. G. Morgan, W. C. Johnson. — « The observed polarization of high-frequency sky-wave signals at vertical incidence », *Report of* (the Physical Society) 1954 *Cambridge Conference*, p. 74.

M. G. Morgan. — « Comment on « Instantaneous Frequency », *Proc. I.R.E.*, 1954 Nov., p. 1698 (Correspondence).

M. G. Morgan, H. E. Dinger ; M. G. Morgan, G. McK. Allcock. — « Observations of whistling atmospherics at geomagnetically conjugate points », *Nature*, 1956 Jan. 7, pp. 29-31.

R. A. Helliwell, M. G. Morgan. — I.G.Y. Whistlers Observations, *Science*, p. 788, 1956 May 4.

M. G. Morgan. — « I.G.Y. », *The Dartmouth Alumni Magazine*, 1957 June.

M. G. Morgan. — « Whistlers and dawn chorus », *Annals of I.G.Y.*, Vol. 3, Part 4, Chapter 2. Pergamon Press, 1957.

M. G. Morgan. — « Correlation of whistlers and lightning flashes by direct aural and visual observation », submitted to *Nature*, 1957 June.

Dartmouth College — Département de Physique

A.G.I.

Un mesureur automatique d'absorption ionosphérique par la technique du bruit galactique sera établi à Hanover et Knob Lake, Québec.

Publication

C. G. Little, W. M. Rayton, R. B. Roof. — « Review of ionospheric effects at VHF and UHF », *Proc. I.R.E.*, 1956 Aug., p. 992.

G. — Harvard University

I. — *Activités*

Météores par les métodes optiques et radioélectriques.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Diurnal Rotation in the Ionosphere », K. Toman, Gainsville, Florida, Dec. 1955.

I. — Hugues Aircraft Company

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Interference Measurement of Small Multipath Delay Changes », De Forest, L., Trautman, Jr., Washington, D. C., April 1956.

J. — Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology

I. — *Activités*

Recherches en rapport avec la propagation par diffusion aux fréquences supérieures à la MUF, avec les réflexions sur les traînées météoriques en VHF, et aux études aurorales en VHF.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Scatter Heights Determined from VHF Pulse Measurements », W. G. Abel, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
2. « Long Distance High Power Radio Propagation at Frequencies Exceeding the MUF », W. G. Abel, M. L. Phillips, Washington D. C., April 1956.
3. « On meteor echoes from Under-dense Trails at Very High Frequencies », Morton Loewenthal, Berkeley, California, Oct. 1956.
4. « Measurements in an Aircraft of 50 Mc Field Strength Along a 1500-mile Path », William G. Abel, Berkeley, Oct. 1956.
5. « On the Reception of *hf* Waves above the Classical MUF », Martin Balser, Washington, D. C., May 1957.
6. « Forward Scattering by Reflections from Meteor Trails of a UHF Signal over an 830 Mile Path », James H. Chisholm, Morton Loewenthal, Alfred E. Teachman, Washington, D. C., May 1957.
7. « UHF Auroral Observations », S. J. Fricker, R. P. Ingalls, M. L. Stone, S. C. Wang, Lincoln Lab., Washington, May 1957.
8. « Variations of E-layer Scatter Receptions with FE*s* », M. Lindeman Phillips, Washington, D. C., May 1957.

K. — Navy Electronics Laboratory (San Diego)

I. — *Activités*

1. *Propagation aux très basses fréquences et aux basses fréquences*

— Les recherches effectuées au laboratoire électronique de la Marine des Etats-Unis se sont rapportées principalement à l'étude

des variations d'amplitude des signaux transmis. En 1954 et 1955 le NEL aréalisé un programme de mesures aériennes des champs aux très basses fréquences, jusqu'à 7000 km de divers émetteurs. Les données obtenues ont été comparées aux formules empiriques donnant les intensités des champs aux très basses fréquences ; celle de J. A. Pierce a donné les meilleurs résultats. Le diagramme amplitude du signal-distance indique une distribution d'interférences jusqu'à 4000 km pour la propagation diurne et jusqu'à 7000 km pour la propagation nocturne, distance maximum pour laquelle des observations furent obtenues. Cette distribution d'interférences a été analysée sur la base d'un modèle de propagation suivant l'optique géométrique. L'analyse a fourni des informations sur les coefficients de réflexion ionosphérique, la hauteur des couches réfléchissantes, et les changements de phase du front d'onde lors de la réflexion sur l'ionosphère.
Les travaux concernant la propagation aux basses fréquences comprennent l'analyse d'un signal à 135,6 kc/s enregistré à 1500 km de l'émetteur dans la zone de l'Alaska, et dont on a déduit la composante « R » de la réflexion ionosphérique aux incidences obliques.

Les variations de nuit en nuit et les variations moyennes durant la période nocturne ont été mises en évidence. La moyenne du coefficient diurne de réflexion sur une période de plusieurs semaines a été obtenue.

2. *Variations de phase de la porteuse d'un signal à 40 kc/s sur le parcours Seattle-San Diego.* — En 1955, une expérience portant sur 8 jours a permis d'enregistrer les variations apparentes de phase d'un tel signal. Transmettant alternativement à des intervalles de l'ordre d'une seconde, l'émetteur de Seattle fut bloqué en fréquence sur l'onde reçue de San Diego, tandis qu'un appareil de contrôle à San Diego observait la phase du signal de Seattle et la comparaît à celle du signal rayonné. Des délais diurnes de phase d'approximativement 50 microsecondes (trajet aller-retour) furent observés ; ces délais augmentèrent pendant la nuit. L'intervalle maximum de dispersion des variations à court terme autour de la moyenne à long terme eut lieu pendant la nuit et atteignit approximativement 10 microsecondes (trajet aller-retour).

3. *Etude des radiotransmissions aux hautes fréquences sur un trajet maritime.* — Au cours de 1956, des essais furent effectués sur un trajet maritime de 350 km en utilisant divers signaux de radiotélétypes. Les fréquences porteuses de 2 à 3 Mc/s fournirent de meilleures communications pour télétypes que les fréquences de 6 à 12 Mc/s. Ce fait résulte probablement d'une réduction des interférences par sauts multiples et par diaphonie dans la région géographique restreinte où la transmission ionosphérique des interférences peut se produire.

En utilisant une diversité sur deux fréquences pour combattre l'évanouissement sur trajets multiples, il fut remarqué qu'une séparation de 170 c/s entre les sous-porteuses est déjà suffisante pour réduire le pourcentage d'erreurs provenant de ces effets.

4. *Diffusion des ondes radioélectriques vers l'avant par les traînées météoriques.* — Depuis l'été 1955 le Radio Propagation Laboratory de l'Université Stanford à Palo Alto (Californie) a mis en opération un émetteur sur 43,5 Mc/s d'une puissance de quelques centaines de watts, dirigée vers San Diego au moyen d'une antenne Yagi à 3 éléments. A l'extrémité de ce parcours de 690 km, le Navy Electronics Laboratory de San Diego a contrôlé ces transmissions du RPL en utilisant une antenne Yagi similaire connectée à un équipement enregistreur conventionnel.

Les pointes de signal émergeant par intermittences du bruit de fond ont été interprétées comme un résultat de la diffusion vers l'avant, par les traînées météoriques ionisées, de la radiation transmise.

L'analyse des enregistrements montre :

1) que le pourcentage d'occurrence de ces pointes est beaucoup plus fort au début de la matinée (6 h) qu'à la fin de l'après-midi (18 h), comme on pouvait s'y attendre du fait de l'orientation du mouvement de la Terre vis-à-vis des météores sporadiques ;
2) que les intervalles de temps entre pointes sont distribués suivant la loi de Poisson, comme des considérations statistiques permettent de le prévoir ;
3) que la distribution des constantes de déclin pour les signaux exponentiellement décroissants accuse un maximum pour une durée de 0,2 sec. Les constantes de déclin accusent une

variation diurne ; elles sont plus longues l'après-midi que le matin ;

4) que la distribution des amplitudes est de la forme approximative $N = A^{-m}$ où N est le nombre d'échos dont l'amplitude est supérieure à A. Pour les échos décroissants (traînées sous-denses), $m = 1$; pour les échos persistants (traînées sur-denses), $m = 4$ approximativement.

II. — *Travaux publiés*

1. J. Bickel, J. Heritage, S. Weisbrod. — « An Experimental Measurement of VLF Field Strength as a Function of Distance Using an Aircraft », *N.E.L. Report*, 767, Feb. 1957.
2. J. Bickel. — « A Method of Obtaining LF Oblique Incidence Reflection Coefficients and its Applications to 135,6 kc/s Data in the Alaskan Area », To be published in Sept. 1957 issue of *Journal of Geophysical Research.*
3. H. J. Wirth. — « Preliminary Observations of Forward Scattering of Electromagnetic Waves Meteor Trails », *N.E.L. Report* 690, May 1956.
4. T. J. Keary, H. J. Wirth. — « Observations of Forward Scattering of 43.5 Mc/s Radio Waves from Meteor Trails Over a 690-km Path from Palo Alto, California to San Diego, California », presented at *U.R.S.I. Meeting*, Berkeley, California, Oct. 1956.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « A study of Recent VLF Oblique Incidence Propagation Data », J. L. Heritage, S. Weisbrod, Washington, D. C., May 1955.
2. « Study of LF Propagation Path Characteristics in the Alaskan Area », John E. Bickel, Washington, D. C., May 1955.
3. « Some Features of VLF Propagation Deduced from Aircraft Flight Data », J. L. Heritage, S. Weisbrod, J. E. Bickel, Washington, D. C., April 1956.
4. « Observations of Forward Scattering of 43.5 Mc/s Radio Waves From Meteor Trails over a 690-km Path from Palo Alto, California to San Diego, California », T. J. Keary, H. J. Wirth, Berkeley, Oct. 1956.

L. — National Bureau of Standards

I. — *Activités de la Radio Propagation Physics Division*

Un effort substantiel, particulièrement au cours des derniers dix-huit mois, a porté sur la préparation de l'A.G.I. et notamment sur la rédaction des Manuels d'Instructions pour les sondages

ionosphériques à incidence verticale, pour l'observation de la diffusion ionosphérique, des aurores et de la lumière du ciel nocturne. Une nouvelle ionosonde, le modèle C-4 du NBS, fut étudiée et mise en marche. Quatre unités furent envoyées dans l'Antarctique. Un personnel a été entraîné et envoyé dans cinq stations ionosphériques antarctiques. Des stations additionnelles en Amérique du Sud, un Centre mondial de données concernant la physique ionosphérique et le ciel nocturne furent préparés. L'organisation nécessaire pour déclancher les « alertes » et spécifier les « intervalles mondiaux spéciaux » fut établie. De plus, on prépara des expériences équatoriales sur la diffusion ionosphérique vers l'avant, des expériences pour mesurer les coefficients de réflexion sur les régions E sporadiques à incidence oblique en divers lieux à l'échelle mondiale, et une chaîne de stations pourvues de photomètres du ciel nocturne.

Depuis novembre 1955, les données solaires et géophysiques contenues dans les « CRPL-F séries » de données ionosphériques furent publiées séparément sous le titre « CRPL-F Reports, Part. B-Solar Geophysical Data ». L'objet de ces publications a été étendu, elles contiennent maintenant les rapports réguliers sur les indices solaires journaliers (nombres relatifs de taches et densité de flux radiosolaire sur 2800 Mc/s), sur les centres d'activité solaire (plages du Calcium et zones tachées, indices d'émission coronale monochromatique), sur les éruptions chromosphériques (observations optiques et effets ionosphériques), sur les observations radiosolaires, les indices d'activité géomagnétique, et les indices de qualité des radiopropagations.

Les travaux sur les relations entre les perturbations ionosphériques et les phénomènes solaires comprennent l'étude statistique de la relation entre les perturbations géomagnétiques, les filaments en Hα et la configuration magnétique du Soleil.

Des études théoriques sur les mécanismes aérodynamiques produisant les fluctuations de densité électronique montrèrent que, moyennant des hypothèses raisonnables sur la distribution électronique et la turbulence dans la région E, plusieurs des caractéristiques de la couche E sporadique peuvent être expliquées. Une théorie d'ensemble des oscillations de l'atmosphère terrestre fut développée en tenant compte de l'introduction d'énergie thermique à toutes les altitudes et des pertes par frottement.

La dynamo-théorie a été appliquée aux variations diurnes géomagnétiques.

Les études en multifréquences sur des trajets obliques ont été poursuivies sur un trajet de 2370 km. Dans la grande majorité des cas les enregistrements obliques de *p'-f* sont obscurcis par diffusion dans le voisinage du « nez » (où les rayons élevés et les rayons bas se réunissent). Une trace relativement mince d'un écho diffus s'étend parfois deux Mc/s au delà de la « nose MUF » normale. Dans les cas où l'on peut distinguer la « nose MUF » du fond, il a été remarqué qu'elle était plus élevée (d'environ 5 %) que la fréquence maximum utilisable obtenue en appliquant la courbe conventionnelle de transmission aux enregistrements simultanés de *h'-f* au point milieu du trajet oblique. Les valeurs de la MUF obtenues au moyen d'enregistrements à multifréquence de la diffusion-arrière et correspondant à une « skip distance » de 2370 km le long du même trajet sont en bon accord avec la « nose MUF » à 1 % près.

Les caractéristiques de l'ionosphère aux basses fréquences, y compris la polarisation, furent étudiées au moyen d'un sondeur pulsé de 50 kc/s à 1100 kc/s. Un sondeur amélioré, muni d'une antenne-cadre d'une aire d'environ 111.000 m², fut installé récemment près de Boulder (Colorado).

Les études de l'ionosphère arctique comprennent l'analyse de la distribution temporelle et géographique des évanouissements brusques ionosphériques, la détermination de la distribution en latitude de l'absorption dans la zone aurorale au moyen de mesures de champs sur des trajets obliques traversant cette zone, et l'observation des relations entre les aurores et les échos sur les régions E sporadiques.

Une analyse d'ensemble des occurrences de la couche E sporadique a été faite sur la base principale des sondages à incidence verticale (*f*E*s* et *h'*E*s*) mais aussi en utilisant toutes les informations disponibles.

Les investigations sur la diffusion ionosphérique (vers l'avant) aux hautes fréquences furent poursuivies en attachant une attention particulière aux expériences spéciales qui permettent d'élucider les mécaniques physiques, les caractéristiques d'évanouissements, les altitudes où la diffusion a lieu, les changements de polarisation, la dépendance envers la fréquence et l'angle de diffusion. Deux

articles de revue furent publiés. Des expériences sur les retards d'impulsions à 50 Mc/s, sur un trajet de 810 km, montrèrent que la diffusion s'opère principalement entre 85 et 90 km la nuit, et entre 70 et 85 km (valeurs erronées de 60 à 75 km données par Pineo en 1956) le jour. Des essais plus récents au moyen d'antennes fortement directives ont montré que le trajet le plus favorable à la diffusion est légèrement dévié du grand cercle pendant à peu près les 2/3 de la journée. Il fut conclu que les échos météoriques superposés jouent un rôle prédominant aux heures nocturnes, alors que le rôle de la turbulence prédomine seulement pendant les 6 ou 8 heures au voisinage de midi. Des enregistrements de routine s'étendant sur la moitié d'un cycle undécennal d'activité solaire suggèrent que la puissance diffusée varie avec l'activité solaire à long terme. Des transmissions satisfaisantes sur un trajet de 2270 km prouvèrent que des communications sont possibles pratiquement sur de telles distances à condition d'utiliser des antennes élevées. Une expérience portant sur les sursauts individuels du signal réfléchi par les traînées météoriques, au moyen d'antennes fortement directives, donne des résultats en bon accord avec la prédiction d'Eshleman et Manning, suivant laquelle la zone d'écho la plus probable varie avec l'heure du jour. Ces résultats indiquent une concentration écliptique des orbites météoriques.

L'étude du bruit radioélectrique de Jupiter à 18 et 20 Mc/s a montré que Jupiter comporte une ionosphère avec une fréquence critique d'environ 15 Mc/s ; cette ionosphère paraît changer en fonction du cycle undécennal à peu près de la même manière que l'ionosphère terrestre. L'analyse statistique des occurrences de bruits a fourni une période de rotation bien déterminée, indiquant que l'émission a lieu dans une couche rigide sous les nuages atmosphériques de Jupiter.

Des observations de la lumière du ciel nocturne ont commencé à Fritz Peak près de Boulder (Colorado) en janvier 1955, avec l'installation d'une photomètre transféré de la station de Cactus Peak en Californie. En octobre 1956, un second photomètre a été installé ; cet instrument comprend un filtre biréfringent pour l'élimination de la lumière des sources stellaires. L'accumulation considérable des données nécessite l'usage d'un lecteur oscillographique qui place les résultats sur des cartes perforées. Une attention spéciale est apportée à l'étude synoptique des données

sur un grand nombre de nuits communes à Fritz Peak et à Sacramento Peak, 800 km plus au sud. En préparation pour l'A.G.I., une station est en cours d'établissement à Radio City, Dakota du Sud ; cette station sera mise en service sous la responsabilité du NBS. Un équipement réalisé à Boulder a été installé à Camden, Australie, où un programme coopératif est projeté.

II. — *Travaux publiés*

1. « Some results of sweep-frequency investigation in the low frequency band », J. M. Watts, J. N. Brown. *J. Geophys. Research,* **59**, 71-86, March 1954.
2. « A note on sweep-frequency backscatter observations », R. Silberstein. *J. Geophys. Research,* **59**, 139-9, March 1954.
3. « Motion of the Storm-D regions », V. L. Agy. *Nature,* **173**, 445-448, March 6, 1954.
4. « Sweep frequency backscatter — some observations and deductions », R. Silberstein. *Trans. I.R.E., P.G.A.P.,* 2, 56-63, April 1954.
5. « Procedure used to improve the quality of ionospheric data », S. C. Gladden. *Trans. Am. Geophys. Union,* **35**, 398-404, June 1954.
6. « Location of the auroral absorption zone », V. L. Agy, *J. Geophys. Research,* **59**, 267-272, June 1954.
7. « A technique for sweep frequency polarization measurements at low frequencies », E. L. Kilpatrick. *J. Geophys. Research,* **59**, 345-349, Sept. 1954.
8. « On the paper « Maximum usable frequencies and lowest usable frequencies for the path Washington to Resolute Bay » », S. M. Ostrow, *J. Geophys. Research,* **59**, 434, Sept. 1954.
9. « Predictions of the present sunspot cycle », A. G. McNish, J. V. Lincoln, *Trans. Am. Geophys. Union,* **35**, 709-710, Oct. 1954.
10. « Geographic and temporal distribution of polar blackouts », V. L. Agy, *J. Geophs. Research,* **59**, 499-512, Dec. 1954.
11. « Observations of distant meteor-trail echoes followed by ground scatter» W. L. Hartsfield, *J. Geophys. Research,* **60**, 53-56, March 1955.
12. « A review of observational results in airglow photometry », F. E. Roach, *Ann. Geophys.,* **11**, 214-230, April-June 1955.
13. « Scattering at oblique incidence from ionospheric irregularities ; summary of an informal talk », D. K. Bailey, Phys. Soc. London ; Physics of the Ionosphere, Report of Sept. 1954, Cambridge Conference, 1955, pp. 99-100.
14. « Radio transmission at VHF by scattering and other processes in the lower ionosphere », D. K. Bailey, R. Bateman, R. C. Kirby. *Proc. I.R.E.,* **43**, 1181-1231, Oct. 1955.

15. « Aerodynamical mechanisms producing electronic density fluctuations in turbulent ionized layers », R. M. GALLET, *Proc. I.R.E.*, **43**, 1240-1252, Oct. 1955.

16. « Some fading characteristics of regular VHF ionospheric propagation », G. R. SUGAR, *Proc. I.R.E.*, **43**, 1432-1436, Oct. 1955.

17. « Solar filaments and geomagnetic disturbances », H. I. LEIGHTON, D. E. BILLINGS, *J. Atm. and Terrest. Phys.*, **7**, 349-350, Dec. 1955.

18. « Some results of a sweep-frequency propagation experiment over an 1150 km east-west path », B. WIEDER, *J. Geophys. Research*, **50**, 394-409, Dec. 1955.

19. « Sweep-frequency pulse-transmission measurement over a 2400-km path », P. G. SULZER, *J. Geophys. Research*, **60**, 411-420, Dec. 1955.

20. « Thermal and gravitational excitation of atmospheric o cillations », H. K. SEN, M. L. WHITE, *J. Geophys. Research*, **60**, 483-495, Dec. 1955.

21. « Extension of the Sen-White paper on atmospheric oscillations », M. L. WHITE, *J. Geophys. Research*, **60**, 531-532, Dec. 1955.

22. « VHF Propagation by ionospheric scattering-a survey of experimental results », R. C. KIRBY, *Trans. I.R.E.*, CS-**4**, 17-27, March 1956.

23. « Relationships between aurora and sporadic-E echoes at Barow, Alaska », R. W. KNECHT, *J. Geophys. Research*, **61**, 59-69, March 1956.

24. « Ionospheric effects produced by solar flare radiation ». V. AGY, *Phys. Rev.*, **103**, 917, May 1956.

25. « Oblique incidence measurements of the heights at which ionospheric scattering of VHF radio waves occurs », V. C. PINEO, *J. Geophys. Res.*, **61**, 165, 1956.

26. « Gravitational and thermal oscillations in the earth's upper atmosphere» M. L. WHITE, *J. Geophys. Res.*, **61**, 489, 1956.

27. « A study of magnetic maps of the sun », M. B. WOOD, *Ap. J.*, **124**, 447, 1956.

28. « The absolute photometry of the Gegenschein », F. E. ROACH, M. H. REES, The Airglow and the Aurorae, Pergamon Press, London, 1956.

29. « The wold-wide occurrence of sporadic-E », E. K. SMITH, NBS Circular 582, March 1957.

30. « An observation of audio frequency electromagnetic noise during a period of solar disturbance », J. M. WATTS, *Journ. of Geophys. Res.*, **62**, 199, 1957.

31. « On the atmospheric dynamo theory », M. L. WHITE, *J. Geophys. Res.*, **62**, 329, 1957.

32. « I.G.Y. instruction manual for ionospheric vertical soundings », J. W. WRIGHT, R. W. KNECHT, K. DAVIES, *Annals of the I.G.Y.*, Vol. III, Part I, 1957.

33. « The NBS equatorial regional VHF scatter research program for the I.G.Y. », K. L. BOWLES, R. COHEN, Q.S.T., Aug. 1957.

34. « NBS work on Jupiter's radio emissions are discussed by R. M. GALLET in Chap. 14, of « Planets and Comets », Vol. 3 of The Solar System.

35. « I.G.Y. instruction manual for miscellaneous radio measurements », Section on ionospheric scatter by K. L. BOWLES.

36. « I.G.Y. Instruction manual for aurora and airglow : Chapter 5, photometric observations of the airglow » by F. E. ROACH.

37. « Arc-lengths along the lines of force of a magnetic dipole », S. CHAPMAN, M. SUGIURA, *J. Geophs. Res.*, **61**, 485, 1956.

38. « A comparison of the annual mean solar and lunar atmospheric tides in barometric pressure, as regards their worldwide distribution of amplitude and phase », S. CHAPMAN, *J. Atmos. and Terr. Phys.*, 8, 1956.

39. « The non-deviative absorption of high frequency radio waves in auroral latitudes », S. CHAPMAN, G. C. LITTLE, *J. Atmosph. Ter. Phys.*, **10**, 20, 1957.

40. « I.G.Y. instruction manual for aurora and airglow », S. CHAPMAN, *Annals of the I.G.Y.*, Vol. IV, 1957.

41. « The solar and lunar daily variations of horizontal geomagnetic force at Greenwich », S. CHAPMAN, 1957.

42. « Achievements and prospects in auroral and airglow research », S. CHAPMAN, in The airglow and the aurorae, Pergamon Press, London, 1956.

43. « Note on persistent meteor trails », S. CHAPMAN, in The airglow and the aurorae, Pergamon Press, London, 1956.

44. « Survey of geomagnetic eclipse phenomena », S. CHAPMAN, in Solar eclipses and the ionosphere, Pergamon Press, London, 1956.

45. « Notes on the solar corona and the terrestrial atmosphere », S. CHAPMAN, Smithsonian Contributions to Astrophysics, Vol. 2, n° 1, 1957.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Forecasting Radio Propagation Conditions », A. G. MCNISH, Washington, D. C., May 1955.

2. « Sweep frequency pulse measurements of ionospheric propagation over a 2400 km path », V. AGY, P. G. SULZER, Washington, D. C., May 1955.

3. « The role of ionospheric forward scatter in oblique incidence MUF », D. K. BAILEY, Washington, D. C., May 1955.

4. « The use of sweep-frequency backscatter data for determining vertical and oblique-incidence ionosphere characteristics », R. SILBERSTEIN, Washington, D. C., May 1955.

5. « Some regularities in sporadic-E obtained from vertical incidence data », E. K. SMITH, Washington, D. C., May 1955.

6. « An improved method for determining predicted Sky wave maximum usable frequencies using sporadic-E prediction charts », S. M. Ostrow, Washington D. C., May 1955.
7. « Eclipse observations at eight ionospheric stations June 30, 1954, and June 20, 1955 », A. H. Shapley, R. W. Knecht, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
8. « Scatter heights determined from VHF pulse measurements », W. G. Abel, Lincoln Lab., V. C. Pineo, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
9. « Measurements of the F2 layer deviative absorption variations by cosmic noise method », R. M. Gallet, Gainesville, Fla., Dec. 1955.
10. « An empirical transmission curve for an 1150 km e-w path », B. Wieder, Gainsville, Fla., Dec 1955.
11. « A longitude effect in temperate zone sporadic E », E. K. Smith, Jr., Gainsville, Fla., Dec. 1955.
12. « Sid-type phenomena and solar flares », J. V. Lincoln, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
13. « A statistical study of sudden ionosphere disturbances », Vaughn Agy, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
14. « Gravitational and thermal oscillations in the earth's upper atmosphere », Marvin L. White, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
15. « Oblique incidence radio observations of meteor trails », G. R. Sugar, Washington D. C., April 1956.
16. « Ionospheric motions observed on high-frequency backscatter soundings », L. H. Tveten, Washington, D. C., April 1956.
17. « A fading origin experiment for radio waves reflected from the ionosphere », T. N. Gautier, R. S. Lawrence, W. F. Utlaut, B. Wieder, Washington, D. C., May 1957.
18. « Ionospheric effects of the great solar-cosmic ray event of February 23, 1956 », A. H. Shapley, R. W. Knecht, Washington D. C., May 1957.
19. « Some VHF sporadic-E results », R. M. Davis, Jr., J. W. Finney, E. K. Smith, Jr., D. H. Zacharisen, Washington D. C., May 1957.
20. « A long distance pulse propagation experiment on 20.1 Mc/s », Richard Silberstein, Washington D. C., May 1957.
21. « Numerical computations from the theory of VLF noise emissions and their comparison with observations », R. M. Gallet, Anne Hessing, Washington, D. C., May 1957.
22. « A systematic classification of natural VLF noises other than whistles », R. M. Gallet, D. L. Jones, Washington, D. C., May 1957.

M. — New-York University

I. — *Activités*

1. *Diffusion radioélectrique.* — Il est bien connu que les ondes radioélectriques peuvent être diffusées par les fluctuations d'indice

de réfraction, induites par la turbulence ; celles-ci se produisent dans les différentes régions atmosphériques, depuis la basse troposphère jusqu'à l'ionosphère supérieure. Dans le modèle couramment envisagé pour expliquer ce « bruit diélectrique », l'action de mélange de la turbulence atmosphérique dans les régions réfractivement hétérogènes et spécialement sur les gradients de l'indice de réfraction, intervient d'une manière dominante. D'après ce modèle les régions atmosphériques (en particulier l'ionosphère) qui peuvent servir de support à la propagation par diffusion sont celles qui présentent un niveau élevé de turbulence et un indice fortement hétérogène. Toutes choses égales d'ailleurs, ceci favorise les régions ionosphériques, où les gradients de densité électronique sont les plus forts, situation qui paraît avoir été vérifiée par l'expérience.

Les recherches théoriques de l'Université de New-York sur la diffusion des ondes radioélectriques se sont rapportées principalement à la théorie du mélange par turbulence. Un rapport « On Radio Scattering by Dielectric Turbulence » par R. A. Silverman EM-98, sept. 1956, traite de la formulation mathématique du problème sous l'angle des processus stochastiques. La relation entre le bruit diélectrique responsable de la diffusion radioélectrique, fonction aléatoire de l'espace et du temps, et la radiation diffusée reçue, elle-même fonction aléatoire du temps et de l'emplacement de l'antenne, y est développée en détail. Bien que cette formulation soit plus rigoureuse que celle de la littérature, elle ne perd pas de vue les circonstances physiques des expériences sur la diffusion.

Un autre rapport « Turbulent Mixing Theory applied to Radio Scattering », par R. A. Silverman, EM-88, janv. 1956, concerne l'application de la théorie de Kolmogorov-Obukhov sur le mélange par turbulence, à la diffusion des ondes. Dans ce travail, l'échec de certaines théories de mélange à tenir compte de la structure interne compliquée de la turbulence est analysé, et la théorie de Kolmogorov-Obukhov est mise en valeur par des faits expérimentaux. Ces faits résultent des données météorologiques et radioélectriques. Le modèle envisagé par l'auteur et également par G. K. Batchelor de l'Université de Cambridge, a été critiqué dans deux publications par A. D. Wheelon de la Ramo-Wooldridge Corporation, mais a été confirmé récemment d'une manière expérimentale et théorique, par R. Bolgiano,

à Cornell University. D'après nous, les théories concurrentes à celles de Kolmogorov-Obukhov contiennnent des défauts évidents, bien que l'application de la dite théorie aux faits expérimentaux sur la diffusion radioélectrique, spécialement aux basses fréquences, soit encore à faire.

Dans un rapport plus récent intitulé « Fading of Radio Waves Scattered by Dielectric Turbulence », par R. A. Silverman, EM-101, janvier 1957, la structure temporelle des caractéristiques d'évanouissement de la radiation électromagnétique diffusée par la turbulence diélectrique est examinée. Dans ce travail les évanouissements de la radiation reçue sont interprétés comme résultant de deux effets : la convection des paquets diffusants par les macrotourbillons et par le vent moyen, d'une part, et la variation des paquets diffusants dans un système de coordonnées entraîné par ceux-ci, d'autre part (il doit être noté que le problème de la séparation des deux effets est très difficile et que beaucoup reste à faire dans ce domaine). En conclusion, il doit être possible de détecter l'écart entre les évanouissements observés et ceux qui résulteraient de la loi dopplérienne linéaire due à la seule convection. Bien entendu, cette conclusion conserve un caractère spéculatif étant donné que la structure temporelle de la turbulence diélectrique est encore mal connue.

D'autres études du groupe doivent encore être mentionnées. Citons en premier lieu les travaux récents sur les fondements de la théorie de la turbulence par R. Kraichnana, résumés dans les deux rapports « Relation of 4th to 2d moment in Stationary homogeneous hydromagnetic turbulence » (M-6) et « Statistical Mechanics in stationary homogeneous hydromagnetic turbulence » (MH-7) ; ces travaux promettent de donner des résultats sur la structure des champs scalaires mélangés par turbulence, résultats utiles pour le problème de la diffusion radioélectrique envisagé. En second lieu, le problème radioélectrique a conduit à considérer certains problèmes mathématiques d'un intérêt considérable ; nous avons à l'esprit la théorie des processus stochastiques localement stationnaires décrits dans le rapport MME-Z par R. A.Silverman, avril 1957, et quelques travaux non publiés du même auteur sur l'occurrence d'évanouissement de l'enveloppe du bruit gaussien.

2. *Le problème inverse de la propagation.* — La méthode directe et naturelle pour calculer l'effet de la troposphère et de l'iono-

sphère sur la propagation radioélectrique est évidemment de déterminer l'indice de réfraction du milieu complet traversé par les ondes, puis d'entreprendre la résolution mathématique des équations maxwelliennes pour une source donnée. Dans le cas de l'ionosphère l'impossibilité d'obtenir des informations expérimentales sur l'indice du milieu (tout au moins jusqu'à l'utilisation récente des fusées) a conduit à adopter une procédure alternative consistant à déterminer l'indice sur la base d'hypothèses physiques raisonnables (ex. la formule de Appleton-Hartree) ou à tenir compte des données sur les retards. En conséquence des recherches théoriques sur les équations différentielles il semble possible, actuellement, d'améliorer les méthodes de détermination de cet indice. Notre méthode présuppose la connaissance de la phase de l'onde réfléchie à diverses fréquences sous incidence normale. Pour les milieux non dispersifs nous pourrions tout aussi bien utiliser le coefficient de réflexion à une seule fréquence sous divers angles d'incidence. Actuellement, la méthode se limite aux milieux isotropes.

Soit l'équation différentielle :

$$u''(k, x) + k^2 n^2(x) u(k, x) = 0$$

pour laquelle nous avons montré que si la forme asymptotique de la solution pour $x = -oo$ est connue, alors il est possible, sous des conditions décrites précédemment, de déterminer $n(x)$. Cette forme asymptotique est $exp(ikx + b(k)exp(ikx)$, et physiquement $b(k)$ est le coefficient de réflexion de l'onde $exp(ikx)$ d'amplitude unité incidente, venant de $x = -oo$. La quantité $n(x)$ de l'équation détermine l'indice de réfraction du milieu. Par conséquent, la connaissance du coefficient de réflexion en fonction de la fréquence détermine l'indice. Les conditions précises sur $b(k)$ et $n(k)$ qui permettent de déterminer $n(x)$ si l'on connaît $b(k)$ sont données. On montre également que l'on peut obtenir $n(x)$ explicitement pour une classe étendue de coefficients de réflexion. La théorie est contenue dans le rapport « The Inverse Scattering Problem » EM-74, par I. Kay.

Si l'on néglige les collisions dans le champ magnétique terrestre, la densité électronique dans l'ionosphère peut être déterminée à partir de la durée de trajet d'une impulsion envoyée sur l'ionosphère et réfléchie par elle, pourvu que cette durée soit connue en

fonction de la fréquence depuis zéro jusqu'à une certaine valeur et, ce qui est plus important, pourvu que la densité électronique soit une fonction monotone croissante de l'altitude. Dans le cas des couches multiples (à plusieurs maxima) la méthode est moins intéressante. Nous avons envisagé la question de savoir comment utiliser des informations plus nombreuses que celles résultant des sondages du sol. Par exemple, en continuant à traiter la propagation sous l'angle de la vitesse de groupe, nous pourrions envisager une station superionosphérique, d'où l'on pourrait procéder à des sondages du dessous, du dessus, et à l'intérieur de l'ionosphère. Ce dernier type d'informations (la durée de trajet d'une impulsion dans une vallée, ou région comprise entre deux maxima de densité) en fonction de la fréquence depuis la fréquence de pénétration jusque l'infini nous permettrait de calculer la largeur de la vallée à toute densité électronique donnée. Pour des distributions électroniques plus compliquées nous pourrions obtenir la largeur cumulative des vallées. Comme le problème mathématique comporte une transformation de Mellin et une inversion de cette transformation, il n'est résoluble actuellement que pour les durées de trajet qui sont des fonctions analytiques de la fréquence ; une méthode d'approximations devrait être imaginée pour traiter les données numériques. Comme la théorie précédente fait usage de la seule vitesse de groupe, nous ne pourrions pas obtenir la distribution ionique univoquement, mais la procédure est simple et fournit des informations sur la profondeur des vallées, la courbure du fond, et sur d'autres quantités. La théorie est contenue dans le rapport « Calculation of Charge Density distribution of Multilayers from Transit Time Data », EM-82, par S. Karp et J. Shmoys.

3. *La mesure des hauteurs virtuelles.* — Une nouvelle définition de la hauteur virtuelle de réflexion est recommandée. Cette définition est telle que la précision augmente avec la largeur de l'impulsion incidente. De plus, il devient théoriquement possible d'estimer la hauteur virtuelle avec une erreur aussi petite qu'on veut, indépendamment de la nature du milieu réfléchissant. Soit une impulsion incidente de largeur W et d'une fréquence porteuse w_o donnant une onde réfléchie $R(w_o, W, t)$ au point $x = 0$. La définition suggérée $h'(w_o)$ de la hauteur virtuelle est :

$$h'(w_o) = \underset{W \to 00}{c\ lim} \int_{-\infty}^{+\infty} t \left| R(\omega_o, W, t) \right|^2 dt \ / \int_{-\infty}^{+\infty} \left| R(\omega_o, W, t) \right|^2 dt$$

où c est la vitesse de la lumière dans le vide. Cette définition convient pour toute onde incidente physiquement raisonnable et est indépendante de la forme de l'enveloppe. Ce travail a été exécuté par I. Kay.

II. — *Travaux publiés*

1. Silverman, R. A. — « Turbulent Mixing Theory Applied to Radio Scattering », *Jour. Appl. Phys.*, 27, 1956, p. 699.
2. Silverman, R. A. — « Fading of Radio Waves Scattered by Dielectric Turbulence ». *Jour. Appl. Phys.*, 28, 1957, p. 506.
3. Silverman, R. A. — « Locally Stationary Random Processes ». *Trans. I.R.E., Professional Group on Information Theory* (in press).
4. Moses, H., Kay, I. — « The Determination of the Scattering Potential from the Spectral Measure Function », 11 *Nuovo Cimento*, 2, 1955, 917.
5. Karp, S., Shmoys, J. — « Calculation of Charge Density Distribution of Multilayers from Transit Time Data », *Jour. of Geophys. Res.*, 61, 1956, p. 183.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Low Frequency Long range Propagation Problem », J. Shmoys, Washington D. C., May 1955.
2. « On the measurement of Virtual Height », I. Kay, Washington D. C., May 1957.

N. — Pennsylvania State University

I. — *Activités*

Les travaux de ce laboratoire concernent les sujets suivants :

1. *Mesures aux basses fréquences à incidence verticale.* — Des données s'étendant sur plusieurs années ont été obtenues ; elles concernent, sur 75 kc/s : la hauteur équivalent en fonction du temps, les changements de phase en fonction du temps, l'absorption ionosphérique et la polarisation de l'onde du ciel.

2. *Etudes mathématiques.* — Diverses méthodes de résolution de l'équation d'onde complète ont été imaginées dans le but d'obtenir les distributions électroniques en altitude dans les régions basses E et D. Ces méthodes font usage aussi bien de procédés graphiques simples que de schémas nécessitant un calculateur digital d'assez grandes dimensions.

3. *Physique ionosphérique.* — Des études ont été terminées, et des travaux sont en cours, sur la constitution physico-chimique de l'ionosphère inférieure intervenant dans les processus de formation sous l'influence des radiations solaires (couches inférieures).

4. *Propriétés de l'Ionosphère.* — Des études théoriques et expérimentales concernant certaines propriétés ionosphériques ont été terminées ou sont en cours d'achèvement ; l'instrumentation destinée à obtenir les enregistrements *h'-f* sur ondes longues de 50 à 800 kc/s est essentiellement terminée. Des mesures préliminaires sur 75 kc/s des fluctuations de phase ont été obtenues au moyen de trois récepteurs écartés, et sont actuellement en cours d'interprétation en termes des caractéristiques ionosphériques. Des mesures d'absorption ionosphérique à incidence verticale sur ondes courtes seront obtenues pendant l'A.G.I. L'analyse de certaines données *h'-f* est faite pour l'A.G.I. au moyen d'un calculateur digital, en vue de les convertir en distributions verticales électroniques ; une attention spéciale est portée sur les variations temporelles. Une étude théorique et expérimentale assez développée des effets du lever du soleil aux ondes longues, et de la couche E nocturne, a été faite. Un programme expérimental d'études des fluctuations d'amplitude à trois récepteurs espacés sur 75 kc/s est en cours, notamment pour la détermination des vents dans la basse ionosphère.

5. *Mesures par fusées.* — Un programme expérimental a été entrepris en vue de déterminer la densité électronique en fonction de l'altitude dans les couches D et E, au moyen d'équipements portés par fusées.

IIa. — *Travaux publiés*

1. « The Determination of the Electron Density Distribution of an Ionosphere Layer in the Presence of an External Magnetic Field », J. M. Kelso. *J.A.T.P.*, Vol. 5, 11-27, March 1954.
2. « A Tentative Model on the Equilibrium Height Distribution of Nitric Oxide in the High Atmosphere and the Resulting D-Layer », A. P. Mitra, *M.A.T.P.*, Vol. 5, 28-43, March 1954.
3. « The Dissociation of Oxygen in the High Atmosphere », M. Nicolet, P. Mange. Published in *J.G.R.*, Vol. 59, 15-45, March 1954.
4. « The Enhancement of Ionospheric Ionization During Solar Flares », A. P. Mitra, R. E. Jones. Published in *J.A.T.P.*, Vol. 5, 104-106, May 1954.

5. « Theoretical and Experimental Study of the Recombination Coefficient in the Lower Ionosphere », A. P. MITRA, R. E. JONES. *Trans. I.R.E.-P.G.A.P.*, Vol. AP-2, 99-102, July 1952.

6. « Group Height Calculations in the Presence of the Earth's Magnetic Field », J. M. KELSO. *J.A.T.P.*, Vol. 5, 117, 131, July 1954.

7. « The Aeronomic Problem of Oxygen Dissociation », M. NICOLET. *J.A.T.P.*, Vol. 5, 132, 140, July 1954.

8. « The Attenuation of Alfven Waves », J. W. DUNGEY. *J.G.R.*, Vol. 59, Sept. 1954.

9. « Recombination in the Lower Ionosphere », A. P. MITRA, R. E. JONES. *J.G.R.*, Vol. 59, Sept. 1954.

10. « Atomic Nitrogen as a Constituent for Region F1 », A. P. MITRA. *Ind. J. Phys.*, Vol. 28, 269-284, June 1954.

11. « The Applicability of Continuous Fluid Theory in the Higher Atmosphere », D. G. YERG. *J. Meteo.*, Vol. 11, 387-391, Oct. 1954.

12. « Reflection of Waves by an Inhomogeneous Medium », V. A. BAILEY. *Phys. Rev.*, Vol. 96, 865-868, Nov. 15, 1954.

13. « Statistical Analysis of « 150-km » Echo », D. D. CHAFFEE, Jr. *J.G.R.*, Vol. 59, 549-550, Dec. 1954.

14. « The Development of an E-Region Model Consistent with Long Wave Phase Path Measurements », R. E. JONES. *J.A.T.P.*, Vol. 6, nº 1, 1-17, Jan. 1955.

15. « The Autocorrelogram of Randomly Fading Waves », R. B. BANERJI. *J.A.T.P.*, Vol. 6, nº 1, 50-56, Jan. 1955.

16. « Solar Electrodynamics », J. W. DUNGEY. *J.A.T.P.*, Vol. 6, nº 2, 88-90, March 1955.

17. « Viscosity on the High Atmosphere », D. C. YERG. *J.G.R.*, Vol. 60, nº 1, 87-94, March 1955.

18. « The Lower Ionosphere », A. H. WAYWICK. *Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere*, 1-13, 1955.

19. « M-Type Ionospheric Reflections at 150 kc/s », R. L. SCHRAG. *Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere*, 78-87, 1955.

20. « A method for Studying Large-Scale Irregularities in Region E of the Ionosphere », R. L. SCHRAG. *Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere*, 202-211, 1955.

21. « Electrodynamics of the Outer Atmosphere », J. W. DUNGEY. *Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere*, 229-236, 1955.

22. « Methods of Solving the Coupled Equations of Plane Wave Propagation in the Ionosphere », J. J. GIBBONS. *Report of the Physical Society Conference on the Physics of the Ionosphere*, 351-354, 1955.

23. « Instrumentation for the Continuous Measurement of Certain Ionospheric Echo Characteristics », R. W. PARKINSON. *Rev. Sci. Met.*, Vol. 26, 319-323, April 1955.

24. « An Electrical Polarization Synthesizer », G. H. FRIEDMAN. *Communications and Electronics* (*A.I.E.E.*), Vol. 1, 1-5, July 1955.

25. « Distribution-in-Speed of Fading of 150 kc/s Waves », R. B. BANERJI. *Nature*, Vol. 176, 131, July 16, 1955.

26. « The Effect of Vertical Ion Transport on the Night-time E-Region », H. R. PEIFFER, A. P. MITRA. *J.A.T.P.*, Vol. 6, nº 6, 291-303, June 1955.

27. « Diffusion Processes in the Thermosphere », P. MANGE. *Annales de Géophysique*, Vol. 11, nº 2, 153-168, April-June 1955.

28. « The Lunar Semi-Diurnal Oscillation in the Ionospheric Absorption of 150 kc/s Radio Waves », A. P. MITRA. *J.A.T.P.*, Vol. 7, nºs 1-2, 99-100, Aug. 1955.

29. « The Aeronomic Problem of Nitrogen Oxides », M. NICOLET. *J.A.T.P.*, Vol. 7, nº 3, 152-169, Sept. 1955.

30. « Wave Solutions for Critical and Near-Critical Coupling Conditions in the Ionosphere », N. DAVIDS, R. W. PARKINSON. *J.A.T.P.*, Vol. 7, nºs 4-5, 173-202, Oct. 1955.

31. « The Night-Time Lower Ionosphere as Deduced from a Theoretical and Experimental Investigation of Coupling Phenomena at 150 kc/s », R. W. PARKINSON. *J.A.T.P.*, Vol. 7, nºs 4-5, 203-234, Oct. 1955.

32. « Meteor Ionization and the Night-Time E-Layer », M. NICOLET. « Meteors » (A Symposium on Meteor Physics) : Special Supplement (Vol. 2). *J.A.T.P.*, 99-110, 1955.

33. « Nitrogen Oxides and the Airglow », M. NICOLET. *J.A.T.P.*, Vol. 7, nº 6, 298-309, Dec. 1955.

34. « Some Exact Solutions of the Lorentz-Invariant Problem of the Motion of Two Electric Fluids », J. J. GIBBONS. *Can. Jour. of Phys.*, Vol. 33, nº 12, 819-823, Dec. 1955.

35. « Heights of Irregularities Giving Rise to the Fading of 150 kc/s Waves », R. G. BANERJI. *J.G.R.*, Vol. 60, nº 4, 431-439, Dec. 1955.

36. « The Fading Periods of the E-Region Coupling Echo at 150 kc/s », R. W. PARKINSON. Published in *J.A.T.P.*, Vol. 8, nº 3, 158-162, March 1956.

37. « 75 kc/s Pulsed Normal Incidence Ionospheric Sounding », A. J. FERRARO, J. J. GIBBONS, R. E. HOUSTON, W. J. ROSS, E. R. SCHMERLING. Published in *Proc. of Symposium on the Propagation of VLF Radio Waves*, NBS, Vol. 2, 13.1-13.7, Jan. 1957.

38. « Ionospheric Irregularities Causing Random Fading of Very Low Frequencies », S. A. BOWHILL. Published in *Proc. of Symposium on the Propagation of VLF Radio Waves*, NBS, Vol. 3, 28.1-28.10, Jan. 1957.

39. « The present State of Knowledge Concerning the Lower Ionosphere », A. H. WAYWICK. Published in *Proc. of Symposium on the Propagation of VLF Radio Waves*, NBS, Vol. 3, 43.1, Jan. 1957.
40. « Evaluation of the Part-Time Graduate Student Teacher », A. H. WAYNICK. Published in *Jour. Eng. Education*, Vol. 47, 589-592, March 1957.
41. « Some Effects of Intense Solar Activity on Radio Propagation », R. E. HOUSTON, W. J. Ross, E. R. SCHMERLING. Published in *J.A.T.P.*, Vol. 10, 135-139, March 1957.
42. « Night-Time Ionisation in the Lower Ionosphere. I. Recombination Processes », A. P. MITRA. Published in *J.A.T.P.*, Vol. 10, 140-152, March 1957.
43. « Night-Time Ionization in the Lower Ionosphere. II. Distribution of Electrons and Positive and Negative Ions », A. P. MITRA. *J.A.T.P.*, Vol. 10, March 1957.
44. The present State of Knowledge Concerning the Lower Ionosphere », A. H. WAYNICK. Published in *P.I.R.E.*, Vol. 46, 741-749, 1957.

II*b*. — *Travaux acceptés pour la publication*

1. « The Aeronomic Problem of Helium », Marcel NICOLET. Accepted for publication in *Ann. de Geophys.*
2. « The Effect of Recorder Time Constant on the Apparent Speed of Fading of a Radio Signal », S. A. BOWHILL. Accepted for publication in *J.A.T.P.*
3. « A Circuit Setting Gate for Synchronizing Pulses », E. R. SCHMERLING. Accepted for publication in *Electronics.*
4. « Ionospheric Irregularities Causing Random Fading of Very Low Frequency », S. A. BOWHILL. Accepted for publication in *J.A.T.P.*
5. « The Theory of Molecular Diffusion in the Atmosphere », P. W. MANGE. Accepted for publication in *J.G.R.*
6. « The Calculation of Group Indices and Group Heights at Low Frequencies », J. J. GIBBONS, B. R. RAO. Submitted for publication in *J.A.T.P.*

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Methods of determining long wave reflection coefficients for a specific ionospheric model », J. D. WOLF, J. J. GIBBONS, Washington, D. C. May 1955.
2. « The amplitude and phase variations of 150 kc/s signals reflected from the E-layer », R. E. JONES, R. W. PARKINSON, Washington, D. C., May 1955.
3. « Heights of irregularities giving rise to fading of 150 kc/s waves », R. B. BANERJI, Washington, May 1955.

4. « Some direction-finding observations on travelling ripples in the ionosphere », J. W. Ross, Washington, D. C., April 1956.
5. « Methods of analysing fading records from spaced receivers », G. S. Sales, Washington D. C., April 1956.
6. « Fading of low frequencies and the double Gaussian correlogram », S. A. Bowhill, Washington D. C., April 1956.
7. « The propagation of long waves near 100 kc/s over distances of the order 800 km », E. R. Schmerling, Washington, D. C., April 1956.
8. « Characteristics of ionospherically reflected vertically incident radio waves at 75 kc/s », R. E. Houston, Jr., Washington D. C., April 1956.
9. « The polarization of vertically incident radio waves at 75 kc/s », J. J. Gibbons, G. S. Levy, S. R. Butler, Washington D. C., April 1956.
10. « The electron-density-height profiles in region F of the ionosphere », E. R. Schmerling, Washington, April 1956.
11. « The effect of various radiations on the E-layer of the ionosphere », R. E. Houston, Jr., Washington, May 1957.
12. « Inclusion of the earth's magnetic field in a simple and rapid method for reducing h'-f curves to electron-density-height profiles », E. R. Schmerling, Washington, D. C., May 1957.
13. « Computation of group indices and group heights for low frequencies », J. J. Gibbons, Washington, May 1957.

O. — Ramo-Woolbridge Corporation

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Calculation of the distribution of the electron density in the ionosphere », J. M. Kelso, Washington D. C., April 1956.
2. « Diurnal variations of signal level and scattering heights for VHF propagation », A. D. Wheelon, Berkeley, Oct. 1956.
3. « Bandwidth limitations of the ionosphere for through transmission », R. B. Muchmore, A. D. Wheelon, Berkeley, Oct. 1956.

P. — Raytheon Manufacturing Company

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Long range meteoric echoes via F-layer reflections », W. A. Whitcraft, Jr., Washington, D. C., May 1955.
2. « Polarization fading over an oblique incidence path », D. A. Hedlund, L. C. Edwards, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
3. « An experimental investigation of ionospheric forward scattering at HF » D. A. Hedlund, L. C. Edwards, Washington, D. C., May 1957.

Q. — Signal Corps Engineering Laboratories

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Radioteletype transmission above the MUF », H. A. Schulke, Jr., Washington D. C., April 1956.

R. — Smyth Research Associates

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Some features of VLF propagation deduced from aircraft flight data », J. L. Heritage, Washington, D C , April 1956.

S. — Stanford Research Institute

I. — *Activités*

Recherches sur la propagation par bouffées météoriques, les systèmes, la propagation arctique et les aurores.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Some preliminary characteristics of meteor echoes as determined by radar investigations at frequencies of 100, 200 and 400 Mc », A. M. Peterson, Ray L. Leadabrand, Robert A. Rach, Washington, May 1957.
2. « On the diurnal changes of the optimum antenna bearings for meteor burst propagation : Part I, Measurements for n-s and e-w paths », A. M. Pterson, W. R. Vincent, Washington D. C., May 1957.

T. — Stanford University

I. — *Activités*

1. *Propagation aux très basses fréquences, y compris les sifflements.* — L'extension de la loi de dispersion d'Eckersley aux hautes fréquences conduisit à la découverte d'un nouveau phénomène, le « nose whistler ». Celui-ci fut identifié pour la première fois sur les enregistrements effectués à College, Alaska, par l'Institut Géophysique.

L'identification du « nose effect » est importante parce qu'elle fournit des informations concernant la localisation du trajet et la variation de la densité d'ionisation le long de ce trajet.

En coopération avec les NBS Boulder Laboratories a été menée

une étude des impulsions radioélectriques produites par des éclairs et donnant naissance à des whistlers. Une expérience contrôlée de « mode whistler » comprenant une transmission entre Annapolis, Maryland et le Cap Horn, Amérique du Sud a été réalisée avec succès. Des impulsions d'ondes de fréquence 15,5 kc/s, furent émises de la station NSS et furent captées à la fois par la voie sol-ionosphère et la voie whistlers. Des émissions de fréquence très basse, comportant des sifflements, des chœurs crépusculaires et autres signaux inhabituels, ont été expliqués à l'aide d'une théorie d'amplification par ondes progressives, théorie développée conjointement par Gallet et Helliwell. On y fait l'hypothèse que ces émissions sont le résultat de l'amplification sélective par ondes progressives de l'énergie de bruit présente dans l'espace interplanétaire. L'énergie nécessaire pour le processus d'amplification est fournie par des courants de particules venant du soleil et se déplaçant le long des lignes de force du champ magnétique terrestre. Le mécanisme d'amplification est similaire à celui des tubes ordinaires à ondes progressives excepté que le circuit « onde lente » (constitué par l'hélice du tube) est constitué par l'ionisation ambiante de l'exosphère en présence du champ magnétique terrestre.

2. *Propriétés fondamentales des réflexions radioélectriques sur les traînées ionisées des météores.* — Les propriétés directives des réflexions radioélectriques sur les traînées d'ions dues à des météores ont été étudiées en fonction de la fréquence à l'aide d'émetteurs espacés. La distribution de la longueur des traînées ionisées a été étudiée. On a développé une théorie expliquant l'évanouissement des traînées météoriques persistantes au moyen de « glints » ou réflexions spéculaires sur de petits fragments de la traînée initialement plane, gauchie par l'action des vents de la haute atmosphère. La théorie rattache la sensibilité à l'aspect, l'effet de diversité, la variation de vitesse d'évanouissement, le spectre du signal réfléchi, la distribution du taux d'apparition, le retard d'apparition de l'évanouissement et le phénomène d'évanouissement lent aux propriétés statistiques du vent. Les résultats confirment l'existence des vents découverts photographiquement par Whipple et excluent la présence d'une turbulence à plus petite échelle d'amplitude appréciable.

Des progrès concernant la prévision théorique de la taille initiale des traînées d'ions météoriques ont été accomplis. En général,

on constate que la taille est plus grande que prévue auparavant. Ce fait peut constituer la raison pour laquelle, lors d'observations, des échos météoriques par diffusion arrière, à 100 Mc/s, sont moins nombreux que ne le ferait prévoir une extrapolation du premier ordre de la théorie simple pour les basses fréquences.

3. *Distributions du taux d'apparition et du radiant des traînées météoriques ionisées.* — Des études de distribution du taux d'apparition et du radiant des petites traînées météoriques ont montré que le nombre de réflexions météoriques sur un long trajet de propagation est maximum quand les faisceaux d'antennes à chaque extrémité du trajet sont disposés de manière à se couper un peu sur le côté du centre du grand cercle joignant l'émetteur au récepteur. La meilleure position du volume éclairé par chaque antenne dépend de l'heure de la journée, de la direction et de la disposition géographique du trajet. Ce renseignement est d'importance à la fois pour les projets de circuits de communications utilisant les réflexions météoriques intermittentes et pour les projets de circuits basés sur la diffusion ionosphérique vers l'avant utilisant un signal continu. Pour ce dernier type de circuits, les observations actuelles suggèrent avec force qu'aux latitudes moyennes la composante météorique du signal total est la plus forte à toute heure, excepté pendant quelques heures avoisinant midi. Des mesures de taux et de radiants effectuées à l'aide d'un radar à faisceau tournant sur 38 Mc/s ont été utilisées avec succès pour prévoir les directions optima des faisceaux pour un trajet indirect donné de propagation par traînées météoriques. Des pluies de petits météores durant une heure ou deux ont été découvertes. Comme de telles pluies impliquent l'activité météorique considérable d'un radiant unique, elles peuvent augmenter de façon appréciable le nombre de réflexions le long d'un trajet indirect si les faisceaux d'antennes sont disposés de façon adéquate. La position correcte de ces faisceaux peut être déterminée d'une manière permanente, à partir des indications fournies par un radar à faisceau tournant placé à l'une des extrémités du trajet. La capacité d'information d'un circuit basé sur la propagation par diffusion avant ionosphérique et utilisant une transmission continue a été comparée à celle d'un circuit analogue utilisant la propagation intermittente par traînées météoriques. On a trouvé que lorsque la fréquence augmente, la capacité d'information du dernier circuit diminue beaucoup

moins rapidement que celle du premier. Ceci suggère la possibilité de réaliser des systèmes de communication par traînées météoriques à niveau de puissance modérée dans la gamme de 100 Mc/s, systèmes réduisant à la fois les interférences locales et celles dues à des émissions de stations lointaines se propageant par l'ionosphère.

4. *Réflexions radioélectriques à longue distance par ionisation aurorale.* — Des échos provenant de l'ionisation associée à l'activité dans la zone aurorale ont été détectés dans la bande haute fréquence à la latitude géomagnétique relativement basse de Stanford ; ces échos ont été mis à l'étude pendant un certain temps. L'énergie atteint la zone aurorale en un bond unique lorsque l'inclinaison ionosphérique s'y prête. On peut également détecter des échos auroraux lorsque des réflexions sol-ionosphère intermédiaires interviennent. Il est évident que l'ionisation aurorale peut être détectée par des stations de sondage situées n'importe où sur la Terre, si ces réflexions intermédiaires sont prises en considération. On présume que l'ionisation s'établissant au dessus de la zone aurorale à l'altitude de la couche E, contribue très fréquemment à l'apparition d'échos observés à distance de cette manière.

5. *Réflexions dues à l'ionisation dirigée suivant le champ magnétique aux basses latitudes.* — On a découvert que des échos radioélectriques en haute fréquence peuvent résulter d'une ionisation alignée suivant le champ magnétique terrestre, à des latitudes géomagnétiques basses. Une classe d'échos est produite vraisemblablement à l'altitude de la couche E, et une autre à celle de la couche F. La variété correspondant à la couche E paraît être associée à la formation de l'ionisation E*s*, et est visible aussi bien aux latitudes basses qu'aux latitudes élevées. La variété associée à la couche F semble disparaître quand la station de sondage est déplacée vers le sud de la zone aurorale. Aucun de ces effets n'est en corrélation avec les aurores visibles ou les perturbations magnétiques, quoique les échos manifestent une fluctuation rapide similaire à celle des échos radioélectriques sur l'ionisation aurorale.

6. *Etudes de la couche E sporadique et de la déviation dans l'ionosphère par la technique de la diffusion arrière par le sol.* — La diffusion arrière par le sol, vue sur l'ionosphère connue dans un miroir, a été utilisée à Stanford pour étudier la dérive de nuages individuels de la couche ionisée sporadique E.

On a constaté qu'un pourcentage extraordinairement élevé de ces nuages dérivaient de l'est vers l'ouest, avec une vitesse apparente du même ordre de grandeur que celle caractéristique des vents ionosphériques.

Au moyen d'un équipement simple de sondage de diffusion, il a également été possible d'observer des modes de propagation ionosphérique impliquant deux réflexions successives ou plus sur la couche F sans réflexions intermédiaires sur le sol. Pour lancer de tels modes et pour assurer le retour éventuel de l'énergie vers le sol, il faut faire appel aux inclinaisons de l'ionosphère. La transmission par inclinaison ionosphérique est relativement intense, suite aux effets de focalisation dans l'ionosphère et à la réduction des pertes dans le sol et dans la couche D. L'observation suggère qu'une transmission par déviation ionosphérique est présente pendant une fraction appréciable du temps, fraction qui dépend des conditions ionosphériques et de la disposition du trajet de transmission.

II. — *Travaux publiés*

1. Eshleman, V. R. — « The Theoretical Length Distribution of Ionized Meteor Trails », *Journ. Atmos. and Terres. Physics*, Vol. 10, n° 2, pp. 57-72, Feb. 1957.
2. Clark, C., Peterson, A. M. — « Motion of Sporadic-E Patches determined from high-frequency back-scatter records », Letter to the Editor. *Nature*, Vol. 178, pp. 486-487, Sept. 1956.
3. Keitel, G. H. — « An extension of Milne's three-point method ». *Journ. of the Association for Computing Machinery*, Vol. 3, n° 3, July 1956.
4. Villard, Peterson, Manning, Eshleman. — « Some properties of oblique radio reflections from meteor ionization trails ». *Journ. Geophys. Res.*, Vol. 61, n° 2, pp. 233-249, June 1956.
5. Helliwell, Crary, Pope, Smith. — « The « Nose Whistler ». A new high-latitude Phenomenon ». *Journ. of Geophys. Res.*, Vol. 61, n° 1, pp. 139-142, March 1956.
6. Helliwell, Crary, Chase. — « Stanford-Seattle Whistler Observations ». *Journ. of Geophys. Res.*, Vol. 61, n° 1, pp. 35-44, March 1956.
7. Keitel. — « On the Dipole Resonant Mode of an Ionized Gas Column ». *Australian Journ. Phys.*, Vol. 9, n° 1, pp. 144-147, March 1956.
8. Peterson, Villard, Leadabrand, Gallagher. — « Regularly-Observable Aspect-Sensitive Radio Reflection from Ionization Aligned with the Earth's Magnetic Field and Located within the Ionospheric

Layers at Middle Latitudes ». *Journ. of Geophys. Res.*, Vol. 60, nº 4, pp. 497-512, Dec. 1955.

9. KEITEL. — « Certain Mode Solutions of Forward Scattering by Meteor Trails ». *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, nº 10, pp. 1481-1487, Oct. 1955.
10. VILLARD, ESHLEMAN, MANNING, PETERSON. — « The Role of Meteors in Extensed-Range VHF Propagation ». *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, nº 10, pp. 1473-1480, Oct. 1955.
11. ESHLEMAN, GALLAGHER, PETERSON. — Continuous Radar Echoes from Meteor Ionization Trails ». *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, nº 4, p. 489, April 1955.
12. ESHLEMAN. — « Theory of Radio Reflections from Electron-Ion Clouds » *Trans. of I.R.E., Prof. Grp. on Antennas and Propagation*, Vol. AP-3, nº 1, Jan. 1955.
13. VAN VALKENBURG. — « The Two-Helix Method for Polarization Measurements of Meteoric Radio Echoes ». *Journ. of Geophys. Research*, Vol. 59, nº 3, pp. 359-364, Sept. 1954.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Ionospheric Layer Heights », L. A. MANNING, Washington, D. C., May 1955.
2. « Theory of the Distribution of Meteor Trail Lengths », V. R. ESHLEMAN, Washington D. C., May 1955.
3. « The Role of meteoric ionization in extended-range VHF propagation », V. R. ESHLEMAN, L. A. MANNING, A. M. PETERSON, O. G. VILLARD, Jr., Washington, D. C., May 1955.
4. « The contribution of meteors to long-range back-scatter », P. B. GALLAGHER, A. M. PETERSON, Washington, D. C., May 1955.
5. « Simultaneous scatter-sounding observations of sporadic-E clouds at two separated locations », O. G. VILLARD, Jr., A. M. PETERSON, R. L. LEADABRAND, Washington, D. C., May 1955.
6. « The « Nose » Whistler. A new high-latitude phenomenon », R. A. HELLIWELL, J. H. CRARY, J. H. PAPE, R. L. SMITH, Gainsville, Fla., Dec. 1955.
7. « Regularly-observable aspect-sensitive radio reflections from ionization aligned with the earth's magnetic field and located within the ionospheric layers at middle latitudes », A. M. PETERSON, O. G. VILLARD, Jr., R. L. LEADABRAND, P. B. GALLAGHER, Gainesville, Fla., Dec. 1955.
8. « The communication possibilities of a new type of ionospheric scatter », A. M. PETERSON, O. G. VILLARD, Jr., Ray L. LEADABRAND, P. B. GALLAGHER, Washington, D. C., April 1956.

9. « The geometry of auroral communications », L. LEADABRAND, I. YABROFF, Washington D. C., April 1956.

10. « Methods of measuring ionospheric reflection coefficient using sweep frequency equipment », R. A. HELLIWELL, Washington, D. C., April 1956.

11. « The formation of sporadic E ionization and the recently discovered low latitude aspect sensitive ionization aligned with the earths magnetic field lines », R. L. LEADABRAND, A. M. PETERSON, O. G. VILLARD, Jr., Washington, D. C., April 1956.

12. « Evidence of a relationship between backscatter from field-aligned ionization in the F-layer, and fluctuations in the 5577A /01/ Airglow », O. G. VILLARD, Jr., S. STEIN, Washington, D. C., April 1956.

13. « A new whistler dispersion theory », R. A. HELLIWELL, T. F. BELL, R. L. SMITH, Washington D. C., April 1956.

14. « The application of nose whistlers to the study of the outer ionosphere », R. L. SMITH, Washington, D. C., April 1956.

15. « Radio echoes from auroral ionization detected at relatively low geomagnetic latitudes », R. L. LEADABRAND, A. M. PETERSON, Washington, D. C., April 1956.

16. « Experiments on whistlers and associated atmospherics », J. H. CRARY, R. A. HELLIWELL, Washington D. C., April 1956.

17. « Motion of Sporadic-E patches determined from high frequency backscatter records », C. CLARK, A. M. PETERSON, Berkeley, Oct. 1956.

18. « Lunar tidal variations in the sporadic-E layer of the ionosphere at Stanford, California », R. A. HELLIWELL, Berkeley, Oct. 1956.

19. « Some characteristics of equatorial F-region scattering deduced from soundings made aboard a moving ship », O. G. VILLARD, Jr., P. B. GALLAGHER, Berkeley, Oct. 1956.

20. « Nose whistler observations at Seattle », R. L. SMITH, R. A. HELLIWELL, Berkeley, Oct. 1956.

21. « On the interpretation of long-range radio echoes from auroral ionization », S. STEIN, O. G. VILLARD, Jr., Berkeley, California, Oct. 1956.

22. « The fading of meteoric radio echoes », L. A. MANNING, Washington, D. C., May 1957.

23. « On the diurnal changes of the optimum antenna bearing for meteor burst propagation : Part II, predictions based on theory and radar measurement of the meteor radiant distribution », V. R. ESHLEMAN, R. F. MLODNOSKY, Washington, May 1957.

24. « Radar Studies of meteors down to 15th Magnitude », P. B. GALLAGHER, V. R. ESHLEMAN, Washington, May 1957.

25. « Effects of ionospheric layer tilts on high frequency radio propagation », S. STEIN, Washington, D. C., May 1957.

IV. — Université de Syracuse

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Sky-wave propagation at low frequencies », Igor Plusc, Gainsville, Fla., Dec. 1955.

V. — Université d'Alaska

I. — *Activités*

Des études radioélectriques de l'ionosphère sont menées à des fréquences diverses, depuis les fréquences ultra hautes jusqu'aux fréquences très basses. L'effet de l'ionosphère terrestre sur les ondes ultra courtes et très courtes qui la traversent a été examiné en étudiant à l'aide d'un système interférométrique la radiation émise par des radiosources discrètes sur les fréquences de 223 et 456 Mc/s. Les variations irrégulières de l'intensité apparente et de la position apparente de la source associées aux périodes de scintillation des radiosources ont été étudiées. La diffusion arrière des ondes courtes et très courtes par les aurores a été étudiée à des fréquences allant de 12 à 200 Mc/s. La sensibilité à l'aspect a été examinée en utilisant des antennes tournantes à 12, 50 et 100 Mc/s, et a montré que les échos radar ont lieu plus effectivement quand les ondes émises se propagent à peu près perpendiculairement aux lignes de force magnétiques dans l'aurore. La sensibilité à l'aspect est moins marquée aux fréquences basses. Après avoir tenu compte de la sensibilité à l'aspect pour les échos radar à 100 Mc/s, une bonne corrélation fut trouvée entre les positions d'aurores observées visuellement et par radar, quoique la brillance visuelle de la forme aurorale ne donne aucune indication sur l'amplitude des échos radar. L'effet Doppler des échos auroraux a été également étudié. La fréquence du signal diffusé était typiquement déplacée par rapport à celle du signal émis, la différence allant jusqu'à quelques centaines de c/s. Un premier examen suggérait que les mouvements des électrons, cause de l'effet Doppler, peuvent se produire le long des lignes de force magnétiques. Des travaux ultérieurs ont montré que les mouvements sont primitivement horizontaux et situés dans le plan magnétique est-ouest, à des vitesses de l'ordre de 1 km/s.

L'absorption ionosphérique à haute altitude a été étudiée en

observant les ondes radioélectriques extraterrestres de 30 et 65 Mc/s.

L'absorption est plus forte le jour et durant les mois équinoxiaux.

Les phénomènes d'absorption nocturne sont en bonne corrélation avec les aurores visuelles, particulièrement avec les aurores « flamboyantes » et « pulsantes ». L'absorption est en bonne corrélation avec les périodes de perturbations magnétiques. Pour un degré donné de perturbation magnétique, l'absorption est sensiblement plus forte de jour que de nuit. Ceci est probablement dû à la perte d'électrons dans la région D par recombinaison nocturne, ce processus étant combattu le jour par l'effet de photo-ionisation. Des enregistrements d'absorption effectués simultanément à Point Barrow et College, distants de 800 km et situés respectivement à l'intérieur et à l'extérieur de la zone aurorale, ont montré une corrélation de 0,60. Le rapport moyen de l'absorption entre Point Barrow et College fut de 0,33. Pendant les périodes troublées, l'absorption exprimée en db varie habituellement au moins d'un facteur 2 le long d'un cercle d'environ 600 km de diamètre centré sur College. L'absorption est habituellement uniforme pour un faisceau de 60 degrés axé sur le zénith, bien que des exceptions aient été observées. Une comparaison entre l'atténuation des signaux extraterrestres et celle des signaux d'une ionosonde panoramique locale, a montré que l'absorption des signaux extraterrestres a lieu au-dessous du maximum de la couche E. Un compte-rendu des effets ionosphériques à très haute fréquence et ultra haute fréquence, élaboré par les membres d'une équipe de l'Institut, a également été publié.

Dans le domaine de la propagation en haute fréquence, l'Institut Géophysique a également poursuivi des sondages ionosphériques de routine à incidence verticale suivant un contrat passé avec le National Bureau of Standards. L'apparition et les propriétés de la troisième composante magnéto-ionique dans ces sondages sont à l'étude.

Une investigation expérimentale extensive de la propagation des ondes radioélectriques par l'ionosphère à l'intérieur et au voisinage de la zone aurorale débuta en juin 1949 et fut terminée en mars 1957. Ces recherches comprenaient des sondages de diffusion arrière à incidence oblique sur la fréquence de 12 Mc/s, des observations de la diffusion ayant de ces impulsions, et des mesures

d'intensité de champ continu de transmissions par ondes porteuses à 4, 8 et 12 Mc/s sur des trajets de 1000 et 350 km à travers et le long de la zone aurorale. L'analyse des renseignements concernant les transmissions par ondes porteuses a révélé que les disparitions des signaux le long des trajets les plus courts étaient causés par l'absorption ionosphérique dans 80 % au moins des cas et probablement 100 % des cas, plutôt que par un manque d'ionisation. On constata que la durée totale de la disparition des signaux était plus grande durant les années de haute activité solaire que durant celles de faible activité. Les observations relatives aux impulsions ont montré qu'une ionisation aurorale implique une diffusion arrière à l'aspect, aux altitudes de la couche E. Des échos s'évanouissant rapidement peuvent être reçus à la fois par diffusion arrière directe à partir d'une ionisation aurorale transhorizontale et par diffusion arrière à partir de nuages en visibilité, avec les ondes aller et retour se propageant via la couche E ou F. Les échos auroraux à longue distance sont généralement réfléchis par la couche F le jour et par la couche E la nuit. Un programme de transmission HF au travers des régions polaires, de l'Alaska à la Norvège, a débuté en 1956 en coopération avec les Etablissements de recherche de la Défense Norvégienne. Le premier essai de transmission fut effectué en juin 1956 sur les fréquences 6 et 12 Mc/s. Dans le domaine de la propagation ionosphérique aux fréquences très basses, des observations de sifflements et de chœurs crépusculaires ont été effectuées depuis juillet 1955. Les enregistrements de sifflements ont conduit à la découverte des « nose-whistlers ». L'apparition des chœurs crépusculaires a été étudiée sous l'angle de la variation journalière et saisonnière. On a découvert qu'à la latitude de College, Alaska, les chœurs crépusculaires présentent un maximum journalier à 14 h. de temps moyen local (midi géomagnétique) ; une relation quasi linéaire entre l'heure du maximum journalier et la latitude géomagnétique a été établie. Il paraît exister une variation saisonnière dans la corrélation entre l'apparition journalière des chœurs crépusculaires et l'indice magnétique journalier K. Pour les mois solsticiaux un coefficient de corrélation positif de valeur approximative 0,5 est obtenu, tandis que les mois équinoxiaux donnent un coefficient de corrélation de même valeur numérique, mais négatif, entre les deux phénomènes.

II. — *Travaux publiés*

1. K. L. Bowles. — « Doppler Shifted Radio Echoes from Aurora ». *J. Geophysical Research.* Vol. **59**, 553-555, 1954.

2. S. Chapman, C. G. Little. — « The Non-deviative Absorption of High Frequency Radio Waves in Auroral Latitudes ». *J. Atmos. and Terres. Phys.*, Vol. **10**, pp. 20-31, 1957.

3. R. B. Dyce. — « Auroral Echoes Observed North of the Auroral Zone on 51.9 Mc/s ». *J. Geophys. Res.*, Vol. **60**, pp. 317-323, 1955.

4. R. A. Helliwell, J. H. Crary, J. Y. Pope, R. L. Smith. — « The « Nose » Whistler — a New High Latitude Phenomenon ». *J. Geophys. Res.*, Vol. **60**, pp. 139-142, 1956.

5. C. G. Little. — « High Latitude Ionospheric Observations Using Extra-Terrestrial Radio Waves ». *Proc. I.R.E.*, Vol. **42**, pp. 1700-1701, 1954.

6. C. G. Little, W. M. Rayton, R. B. Roof. — « Review of Ionospheric Effects at VHF and UHF ». *Proc. I.R.E.*, Vol. **44**, pp. 992-1018, 1956.

7. B. Nichols. — « Drift motions of auroral ionization ». In publication. *J. Atmospheric and Terr. Phys.*

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Aurora Borealis studied using VHF radio echoes », K. L. Bowles, Washington, D. C., May 1955.

2. « Observations of the geographical position and extent of regions of anomalous high-latitude absorption », H. Leinbach, C. G. Little, Washington, D. C. May 1957.

3. « 398 Mc Auroral echoes observed at College, Alaska », A. M. Peterson, R. L. Leadabrand, R. B. Dyce, Washington, D. C., May 1957.

W. — Université de Californie à Los Angeles

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Electron distribution in a new model of the ionosphere », H. K. Kallmann, Washington, D. C. May 1957.

X. — Université du Maryland

I. — *Activités*

1. *Fusées.* — Une grande partie des efforts a été consacrée à la réalisation de fusées de recherche moins coûteuses et plus commodes. En particulier elles devraient devenir adaptables à la recherche universitaire et aux recherches de routine sur l'iono-

sphère. Dans ce but, nous avons développé et lancé trois types de fusées sondes :

(i) une fusée lancée d'avion, coûtant 50 dollars environ (avion non compris) et de 2,75 pouces de diamètre ;

(ii) une fusée lancée du sol coûtant 200 dollars environ ;

(iii) une fusée plus élaborée lancée du sol, capable d'emporter une charge utile substantielle, dont le prix est de 2000 dollars environ.

On s'occupe d'améliorer cette dernière fusée de manière à la rendre capable d'atteindre une altitude supérieure à 300 km. Jusqu'à présent notre travail a été consacré à préparer l'appareillage et l'équipement de stations terrestres et les publications ont été consacrées aux techniques plutôt qu'aux résultats. Certaines de ces publications sont énumérées dans les références.

2. *Tempêtes magnétiques et les effets en corrélation.* — Un effort a été fait en vue de développer un modèle d'orages magnétiques qui tienne compte du fait que la région entourant la Terre n'est pas le vide mais un très bon conducteur. On a réalisé un modèle hydrodynamique d'orages magnétiques qui pour la première fois tient compte du commencemect soudain inverse et qui permet de donner une théorie du commencement soudain. Séparément, une théorie du courant annulaire s'est dégagée, théorie qui a mené à un courant annulaire stable et permis pour le première fois de calculer la distribution spatiale de ce courant autour de la Terre. En liaison avec les aurores, on a effectué des recherches et le plan de certaines expériences très importantes a été établi dans le cadre de l'Année Géophysique. En corrélation avec les orages magnétiques il existe certains effets des rayons cosmiques qui nous donnent une idée de l'état électromagnétique des régions entourant la Terre et celles de l'espace interplanétaire. On a développé une théorie au sujet des décroissances, dites de Forbush, des rayons cosmiques qui se produisent toujours pendant les tempêtes magnétiques. Une modification de cette théorie permet d'expliquer la faible énergie de cut off du spectre des rayons cosmiques qui joue le rôle d'un indicateur d'état de la turbulence des gaz interplanétaires.

3. *Application des satellites de la Terre.* — Beaucoup de travail a été effectué pour démontrer l'utilité des satellites pour la recherche

géophysique, et on a publié un travail important de comptes-rendus couvrant la plupart de ces applications géophysiques.

Il apparaît que même un satellite de taille minimum, n'emportant que quelques kilogrammes d'instruments peut donner des renseignements de valeur, qui nous aideront à résoudre plus d'un problème crucial concernant non seulement les couches ionosphériques mais aussi l'intérieur de la Terre, la basse atmosphère ainsi que l'état de l'ionosphère extérieure.

La liste des publications donne une idée du domaine des applications envisagées.

II. — *Travaux publiés*

1. « Investigation of the Solar Corona by Means of Rockets », in Rocket Exploration of the Upper Atmosphere, p. 371, Pergamon Press, 1954.
2. « Rocket Exploration of Magnetic Fields and Electric Currents in the Upper Atmosphere », p. 256, Pergamon Press, 1954.
3. « The Exploration of the Upper Atmosphere with Rockets », a chapter in Vistas in Astronomy, Pergamon Press, 1957.
4. « A Method for Calculating Impact Points of Ballistic Rockets ». *Jet Propulsion*, **27**, 407, April 1957.
5. « The Terrapin Rocket — A Vehicle for Synoptic Upper Atmosphere Soundings », a chapter in High Altitude Sounding Rockets, McGraw-Hill, **2**, 281, 1957.
7. « Rockair — A Promising New Tool for Specialized High Altitude Research. *Jet Propulsion*, March 1957.
8. « Terrapin — the do it yourself rocket ». *Missiles and Rockets*, Vol. 2, n° 3, p. 60, March 1957.
9. « Review of Recent Developments in Geophysical Aspects of Cosmic Rays ». *American Geophysical Union Report for I.U.G.G. Congress*, Sept. 1954.
10. « A New Method of Measuring the Low-Energy Spectrum of Primary Cosmic Rays ». *Phys. Rev.*, **98**, 1547, 1955.
11. « A New Model of Magnetic Storms and Aurorae ». *Trans. Am. Geophys. Union*, **38**, 175, 1957.
12. « Trapped Orbits in the Earth's Dipole Field ». *Bull. Am. Phys. Soc.*, Series II, **1**, 229, 1956.
13. « The Primary Cosmic Radiation and its Time Variations », in Progress in Cosmic Ray and Elementary Particle Physics, Interscience, New-York, 1957.
14. « Cosmic Ray Time Variations Produced by Deceleration in Interplanetary Space ». *Nuovo Cim.*, Suppl. 1957.

15. « On the Low Energy Cutoff of the Cosmic Radiation ». *Nuovo Cim.*, Suppl. 1957.

16. « Observations of Cosmic Ray Decreases at the Pole ». *J. Geophys. Res.*, March 1955.

17. « Astrophysical Measurements from an Artificial Earth Satellite », in Rocket Exploration of the Upper Atmosphere, p. 368, Pergamon Press, 1954.

18. « Studies of a Minimum Orbital Satellite of the Earth », Part I. « Geophysical and Astrophysical Application ». *Astron. Acta*, 1, 171, 1955. Part II. « Orbits and Lifetimes of Minimum Satellites ». *Astron. Acta*, 2, 125, 1956. Part III « Radiation Problems and Temperatures » *Astron. Acta*, 3, 1957.

19. « Application of an Artificial Satellite to the Measurement of the General Relativistic « Red Shift ». *Phys. Rev.*, 104, 11, 1956.

20 « Measurements of the Earth's Magnetic Field from a Satellite Vehicle », in *Scientific Uses of Earth Satellites*, Univ. of Mich. Press, 1956.

21 « Measurements of Interplanetary Dust », in *Scientific Uses of Earth Satellites*, Univ. of Mich. Press, 1956.

22 « The Effect of Meteoric Particles on a Satellite », *Jet Propulsion*, **26**, 1071, 1956.

23. « Radioactive Meteor Erosion Gauge for Earth Satellites », for Nuclear Technology Conference, 1957.

24. « Minimum Earth Satellites as « Storm Patrol ». *Scientific Monthly*, 1957.

25. « Geophysical Research with Artificial Earth Satellites », Chapter in Advances in Geophysics, Vol. 3, Academic Press, Inc., New-York, 1956.

26. « A Method for the Determination of the Vertical Ozone Distribution from a Satellite ». *J Geophys Research*, June 1957.

27. « Meteorological Measurements from a Minimum Satellite Vehicle ». *Trans. Am. Geophys. Union*, **38**, 1957.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Magnetic Storm Effects in the Inner and Outer Ionosphere », S. F. SINGER, Washington, D. C., May 1957.

Y. — UNIVERSITÉ DU MICHIGAN

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Spatial areas of Fade Resulting from Ionospheric Polarization Rotation », Irving B. GOLDBERG, Washington, D. C., May 1957.

Z. — Université de Porto Rico

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « Study and Interpretation of Low Angle Fluctuations From the Radio Star Cassiopeia as Observed at Ithaca, New-York », B. Dueno, Washington, D. C., April 1956.

AA. — Laboratoire de Recherches de la Marine des Etats-Unis

I. — *Activités*

Les recherches du U. S. Naval Research Laboratory dans le domaine ionosphérique ont profité des sondages à haute altitude au moyen de fusées. Des mesures ont été effectuées à des altitudes atteignant jusqu'à 263 km, le plus souvent à White Sands, Nouveau Mexique. Les mesures ont porté sur la distribution électronique verticale, l'absorption différentielle, la composition ionique positive et négative, la composition des gaz neutres, la densité et la pression de l'air, l'intensité des différentes bandes de rayons ultra-violets et rayons X mous. Les distributions électroniques verticales ont été comparées à celles mesurés à partir du sol. Des mesures semblables seront effectuées pendant l'Année Géophysique mais on mettra l'accent sur les mesures effectuées dans l'Arctique et pendant les périodes d'activité solaire ou aurorale inusitée.

Les résultats du programme pré-A.G.I. récemment terminé sont à présent préparés en vue de la publication.

II. — *Travaux publiés*

1. Jackson, Kane, Seddon. — *Jour. Geophys. Res.*, Dec. 1956.
2. Jackson. — *Jour. Geophys. Res.*, Sept. 1954.
3. Seddon, Picker, Jackson. — *Jour. Geophys. Res.*, Dec. 1954.
4. Seddon. — *Jour. Geophys. Res.*, Dec. 1954.
5. Seddon, Jackson. — *Phys. Rev.*, 97, n° 4, Feb. 1955.
6. Seddon, Jackson. — *Ann. de Geophys.*, April 1955.
7. Johnson, Heppner. — *Jour. Geophys. Res.*, Dec. 1955.
8. Johnson, Heppner. — *Jour. Geophys. Res.*, Sept. 1956.
9. Meadows, Townsend. — *Jour. Geophys. Res.*, Sept. 1956.
10. Horowitz, LaGow. — *Jour. Geophys. Res* , March 1957.
11. Byram, Chubb, Friedman. — *Jour. Geophys. Res.*, June 1956.

12. Byram, Chubb, Friedman. — *Phys. Rev.*, 98, June 1955.
13. Friedman. — *Ann. de Geophys.*, April-June 1955.
14. Jackson. — *Jour. Geophys. Res.*, March 1956.

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « A new Method for Obtaining Electron Density Profiles from P'-*f* Records », John E. Jackson, Gainsville, Fla., Dec. 1955
2. « Solar control of the Ionosphere », H. Friedman, Washington, D. C., April 1956.
3. « The D and Lower E-region », J. C. Seddon, Washington D. C., April 1956.
4. « A Recent NRL Rocket Measurement of Ionospheric Electron Densities », J. A. Kane, J. E. Jackson, Washington D. C., May 1957.
5. « Differential Absorption in the D and Lower-E Regions », J. Carl Seddon, Washington D. C., May 5957.

AB. — Université de Washington

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « The Formation of Sporadic E Ionization and the Recently Discovered Low Latitude Aspect Sensitive Ionization Aligned with the Earth's Magnetic Field Lines », H. M. Swarm, Washington D. C., April 1956.

AC. — Collège de Wittenburg

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « The Clustering of Meteor Bursts at Twenty Megacycles Over a 608 kilometer Path », Lloyd R. Wylie, Washington D. C., May 1957.

AD. — Centre de développement aérien de Wright

III. — *Travaux présentés à l'U.R.S.I.*

1. « The Clustering of Meteor Bursts at Twenty Megacycles over a 608 kilometer Path », Horace T. Castillo, Washington, May 1957.

France

N° 220. — Rapport du Comité National à la Commission III

Sondages Ionosphériques

Dans le cadre d'une réorganisation générale des études et recherches ionosphériques en France, le SPIM a été dissous le 1er janvier 1956.

A cette date, ses moyens ont été placés à la disposition du Centre National d'Etudes des Télécommunications.

Le groupe de recherches provenant du SPIM installé à Neuf-Brisach (Haut Rhin) a été dissous le 1er juillet 1956. La section de prévision ionosphérique nationale installée à Saclay a pris en charge les travaux du groupe de Neuf-Brisach.

Les stations de sondages précédemment signalées (La Haye, 1954) ont poursuivi les sondages horaires, sauf la station de Nha-Trang qui a cessé son activité au second trimestre 1956. Par contre, la station de Terre Adélie a été rétablie au cours de l'année 1956, elle doit normalement poursuivre les sondages jusqu'en janvier 1959. Les stations de Bangui et de Tamanrasset ont été rééquipées. L'établissement d'une station à Tahiti est prévu à l'occasion de l'Année Géophysique. Les stations de Bangui, Tamanrasset, Terre Adélie, Kerguelen, Tahiti ont été munies de sondeurs panoramiques.

Les résultats des sondages qui ont paru jusque 1956 aux *Bulletins d'information SPIM-O* et du Bureau Ionosphérique Français sont désormais rassemblés en un seul « *Bulletin d'information ionosphérique du CNET* ».

Prévision de la propagation

Les prévisions sont calculées dans un central mécanographique équipé de deux calculateurs électroniques. La mise en œuvre de ces équipements pour le calcul des liaisons a été très sensiblement améliorée.

Des prévisions de portée dans une zone géographique de 6000 km de rayon sont régulièrement établies pour Paris et Dakar. Une méthode globale de calcul graphique de la MUF pour les très grandes distances (supérieures à 10.000 km) a été proposée par

B. Cagnac. Cette méthode tient compte de l'ionisation des couches F2 et Es.

Une première comparaison des méthodes de prévision C.R.P.L. (Circulaire 462) et SPIN a été présentée par B. Cagnac (6). Elle montre, pour les MUF la possibilité de très grands écarts, pour les LUF l'importance considérable des écarts systématiques dus aux décréments rendant compte de l'épanouissement de l'énergie en fonction de la distance, et en l'absence d'absorption.

Une nouvelle représentation de l'effet de longitude dans la couche ionosphérique F2 a été proposée par Delobeau (9). Elle montre que la répartition des stations ionosphériques, essentiellement continentale, ne fournit pas les informations souhaitables pour le tracé des cartes d'ionisation.

L'éclipse de Soleil de Juin 1954 a été observée à Bergen et celle de décembre 1955 à Djibouti.

Vérifications expérimentales

— La propagation a été étudiée sur plusieurs parcours, en impulsions, à partir des chaînes Loran nord-américaines reçues à Dakar et à partir d'une émission à fréquence fixe de Fribourg reçue à Rabat et à Dakar.

— La propagation par diffusion ionosphérique sur 51,3 Mc/s a été étudiée entre Kootwijk (Pays-Bas) et le sud de la France (Toulon et Nice). Un essai sur navire en Méditerranée a montré la possibilité d'une réception jusqu'en Afrique du Nord.

Etude de l'absorption ionosphérique

Un équipement pour la mesure de l'absorption ionosphérique a été mis en fonctionnement régulier à Domont en 1955.

Un aérien à polarisation circulaire permet la discrimination entre les deux composantes magnéto-ioniques du signal réfléchi par l'ionosphère, et l'amplitude des échos est enregistrée de façon continue.

Les mesures sont effectuées régulièrement sur la fréquence de 3,4 Mc/s deux jours par semaine, à raison d'une mesure toutes les heures pendant la journée. Pendant deux ans, les mesures ont été effectuées tous les quarts d'heure plusieurs jours par semaine. Des mesures sont également faites pendant la nuit pour permettre

la comparaison des amplitudes des échos réfléchis alors que l'absorption non-sélective est très faible, avec celle des échos obtenus pendant la journée.

Une étude détaillée des résultats obtenus depuis 1955 est en cours (4).

Pour équiper les stations qui feront des mesures d'absorption pendant l'Année Géophysique, un nouvel appareillage a été mis au point par R. Chezlemas (5). Cet appareil fonctionne sur deux fréquences fixes : 2,1 et 3,4 Mc/s. Il comporte deux fenêtres électroniques permettant l'enregistrement simultané de deux échos. Le dispositif récepteur, à réponse logarithmique, permet un étalonnage en décibels de l'amplitude des échos enregistrés.

Ces appareils fonctionneront pendant l'A.G.I. dans les stations de Champfleury, Kerguelen, Bangui, Tamanrasset et Tahiti. Une méthode de mesures et de dépouillement des enregistrements adaptés à cet appareillage a été mise au point.

Etude des vents ionosphériques

L'étude des vents ionosphériques a été poursuivie à Domont par la méthode des trois récepteurs. Les antennes sont disposées aux sommets d'un triangle rectangle d'environ 200 mètres de côté. L'émetteur est réglé sur 3,4 Mc/s. Les enregistrements ont été poursuivis depuis mars 1956, à raison d'une observation toutes les deux heures, pendant le jour, plusieurs jours par semaine. Quelques observations seulement ont été faites de nuit.

La méthode d'analyse a été étudiée ; elle fera, avec les résultats obtenus, l'objet d'une publication prochaine.

L'appareillage a été décrit (voir paragraphe « Etude de l'absorption »).

Plusieurs stations de mesures des vents semblables sont en cours de montage à l'occassion de l'A.G.I.

Ursigrammes

Un bâtiment a été construit à Bagneux et est en partie affecté aux installations nécessaires pour le Service des Ursigrammes. Un récepteur de fac-similé assure la réception des images solaires émises par l'observatoire de Meudon. Le nombre des renseignements reçus ou transmis est en forte augmentation, plusieurs pays de

l'Ouest Européen s'étant ajoutés à la liste des correspondants. Les prévisions à court terme, profitant de cette organisation, ont été poursuivies utilisant des données de plus en plus nombreuses.

Problèmes théoriques de la propagation ionosphérique

Argence, Rawer et Suchy (3) ont montré que si on peut obtenir un théorème général d'équivalence à partir de l'équation de propagation, on peut en déduire dans certaines conditions le théorème de Martyn. Le cas de forte absorption peut être étudié à partir de la théorie des milieux dispersifs et de lar éflexion métallique.

La théorie magnéto-ionique et ses résultats

Dans plusieurs publications indiquées dans la Bibliographie ainsi que dans sa thèse d'Ingénieur-Docteur, D. Lépéchinsky a étudié en détail le comportement des caractéristiques d'une onde électromagnétique dans un milieu ionisé soumis à l'influence simultanée du champ magnétique terrestre et des chocs entre électrons et molécules neutres, à partir de la formule générale de la théorie magnéto-ionique d'Appleton et Hartree.

Après avoir proposé une méthode commode pour le calcul des différents paramètres (indices de réfraction et d'absorption, ellipses de polarisation), l'auteur a mis en évidence l'existence d'un niveau de transition dans l'ionosphère situé à une certaine altitude, fonction du nombre de chocs et de l'inclinaison du champ terrestre, au-dessous de laquelle la propagation est toujours du type « quasi-longitudinal » (Q. L.) et au-dessus de laquelle elle est du type quasi-transversal (Q. T.). Il a montré que ce niveau de transition donne lieu à des configurations particulières de la trace de E normale sur les sondages (crochets, points d'inflexion, creux) que l'on rencontre effectivement et qui jusqu'ici sont restées inexpliquées (ou attribuées à E sporadique).

Une conséquence importante de la propagation du type « Q. L. » responsable de ces configurations particulières, est la modification qu'elle impose au mode d'évaluation de la densité électronique maximum de la couche E :

$$N = 1{,}24.10^4 \ (f_c^2 + f_c f_H) \text{ au lieu de } N = 1{,}24.10^1 \ f_c^2$$

Appliquant ensuite la méthode de calcul proposée à l'indice d'absorption, l'auteur a évalué l'atténuation subie par chacune

des composantes magnéto-ioniques de l'onde à la traversée de la région D, pour diverses valeurs du nombre de chocs et de la fréquence, lorsque l'inclinaison du champ magnétique terrestre varie de 0 à 90°. Les courbes correspondantes montrent l'influence décisive de l'angle que fait la direction de propagation avec le champ terrestre sur la valeur de l'absorption subie par l'une et l'autre des composantes de l'onde et, partant, l'impossibilité manifeste d'utiliser la loi simple du cosinus pour l'évaluation sous incidence oblique.

Elles montrent aussi que si la propagation est perpendiculaire au champ terrestre, les composantes ordinaire et extraordinaire subissent pratiquement la même absorption et qu'en conséquence, sur les trajets de propagation E-W, les MUF applicables sont celles du mode extraordinaire.

Evaluation du coefficient de réflexion des couches ionosphériques

Un important travail a été effectué par P. Poincelot sur la détermination du coefficient de réflexion des couches ionosphériques dans les cas où la répartition de la densité électronique est linéaire ou exponentielle en fonction de l'altitude. Ce travail a tout récemment été complété par le cas où cette répartition est parabolique.

Le calcul montre que dans les deux premiers cas la perte à la réflexion varie très rapidement avec le nombre de chocs et le gradient de l'ionisation. Elle peut atteindre 20 db pour une fréquence de 5,4 Mc/s lorsque $\nu = 10^5\ \text{sec}^{-1}$ et lorsque le gradient de la densité électronique est d'environ 3.10^1 électrons/ec/km. Dans les mêmes conditions, cette perte tombe à 7 db lorsque la gradient atteint environ 7.10^1 électrons/ec/km.

BIBLIOGRAPHIE

1. Argence, E. — Methoden zur Bestimmung der wahren Höhen der Ionosphärenschichten. *Z. Geophys. Jhrg.*, 20 (1955), p. 91.
2. Argence, E. — Propagation d'une onde plane dans un milieu ionisé anisotrope transparent et propagation dans un milieu ionisé hétérogène. The Physics of the Ionosphere. *Report of* 1954, Cambridge Conference, pp. 288-298.
3. Argence, E., Rawer, K., Suchy, K. — Les théorèmes d'équivalence de l'absorption ionosphérique. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), pp. 505-507.

4. Busch, R., Luchet, A. — Sur une trace d'écho de caractère singulier observée sur les ionogrammes de la station des Iles Kerguelen. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), pp. 507-509.

5. Bibl, K., Delobeau, F. — Résultats préliminaires d'observations ionosphériques de l'éclipse de soleil du 30 juin 1954. *C. R. Ac. Sc.*, 239 (1954), p. 1658.

6. Cagnac, B. — Etude critique comparée des méthodes de prévision ionosphérique. *Note technique d'information du C.N.E.T.*, n° PR 3103 B.

7. Chezlemas, R. — Ensemble pour la mesure des vents ionosphériques et de l'absorption ionosphérique, réalisé à l'Annexe de Domont du L.N.R. *Rapport Technique du C.N.E.T.*, n° 1189.

8. Delobeau, F. — Marées lunaires dans la couche ionosphérique F2 au-dessus de Dakar. *C. R. Ac. Sc.*, 240 (1955), p. 222.

9. Delobeau. F. — Nouvelle représentation de l'effet de longitude dans la couche ionosphérique F2. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 439.

10. Delobeau, F., Eyfrig, R., Rawer, K. — Résultats expérimentaux de transmission ionosphérique d'impulsion en incidence oblique. *Ann. Téléc.*, 10 (1955), p. 55.

15. Lejay, P., Mlle Durand, J. — Comparaison des résultats des sondages ionosphériques à Bangui, Ibadan, Khartoum et Léopoldville. Solar Eclipses and the Ionosphere, Special suppl. to Vol. 6. *J. Atmos. Terr. Phys. London*, 1956, pp. 85-93.

12. Lejay, P., Mlle Pillet, G., Chezlemas, R. — Mesure de l'absorption non déviative des ondes radioélectriques dans l'ionosphère. *C. R. Ac. Sc.*, T. 240 (1955), pp. 1745-1748.

13. Lepechinsky, D. — Influence sur les enregistrements de sondages ionosphériques de la couche E, du niveau de séparation des régions de propagation quasi-longitudinale (Q. L.) et quasi-transversale (Q.T.). *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 897.

14. Lepechinsky, D. — La théorie magnéto-ionique et ses résultats. Méthode de calcul des paramètres de la propagation ionosphérique. *Note Préliminaire*, n° 185 du L.N.R.

15. Lepechinsky, D. — Courbes des valeurs théoriques de l'absorption dans la région D. *Note Prélimnaire*, n° 190 du L.N.R.

16. Lepechinsky, D. — Evaluation de la densité électronique de la couche E. Effet sur les sondages ionosphériques verticaux de la limite des régions « Q.L. » et « Q.T. ». *Note Préliminaire*, n° 188 du L.N.R.

17. Lepechinsky, D., Mlle Durand, J. — Sur les conditions de réflexion verticale dans l'ionosphère en présence des chocs et du champ magnétique terrestre. Cas de la couche E. *C. R. Ac. Sc.*, 240 (1955), p. 333.

18. Lepechinsky, D. — On the existence of « Q.L. », « Q.T. » transition level in the ionosphere and its experimental evidence and effect. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 8, n° 6 (June 1956), pp. 297-304.

19. Lepechinsky, D. — The « Q.L. », « Q. T. » transition level. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 10, n° 4 (1957), pp. 243-244.

20. Lepechinsky, D. — Perspectives nouvelles dégagées au cours du Colloque International sur la propagation des Ondes de Septembre 1956 (Paris). Physique de l'Ionosphère. Prévisions de trafic. *Onde Electrique* (à paraître).

21. Luchet, A. — Sur la comparaison des enregistrements des valeurs de la composante horizontale magnétique du champ terrestre (indice K) à Kerguelen et Heard Island. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), pp. 569-571.

22. Poincelot, P. — Réflexion d'une onde électromagnétique plane sur un milieu ionisé. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 186.

23. Poincelot, P. — Réflexion d'une onde électromagnétique plane sur un gaz ionisé suivant une certaine loi. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 290.

24. Poincelot, P. — Réflexion d'une onde électromagnétique plane sur un gaz ionisé. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 649.

25. Poincelot, P. — Réflexion d'une onde électromagnétique plane sur un gaz ionisé et stratifié. *C. R. Ac. Sc.*, 241 (1955), p. 1272.

Italie

N° 101. — Rapport du Comité National à la Commission III

(*Traduction*)

Les centres italiens suivants ont procédé à des recherches et des études ionosphériques.

a) Istituto Nazionale di Geofisica - Rome

Des sondages ionosphériques à incidence verticale furent faits durant une certaine période ; récemment, l'Institut a fait connaître que des sondages réguliers ont commencé en janvier 1957.

Les collaborateurs de cet institut ont effectué les études suivantes :

Suite à l'examen des données de sondages verticaux recueillies à Rome en 1948-1953, le comportement normal de l'ionosphère à Rome a été mis en évidence ; des courbes provisoires donnant la fréquence critique prédite pour la couche F2 à Rome ont été calculées (Dominici, 7, 8).

Une discussion du comportement de l'ionosphère à Rome durant l'éclipse partielle du 30 juin 1954 a été faite (Dominici, 9).

Dominici (10) a fait l'analyse générale de l'effet d'éclipse solaire, en première approximation, sur l'ionosphère et a appliqué ces résultats aux données de plusieurs éclipses.

Dominici et Mariani (11) ont discuté les aspects phénoménologiques les plus notables et les processus probables de formation de la région F2.

Mariani (12) a étendu la théorie de photoionisation de Chapman à une atmosphère non isotherme.

D'autres études de Mariani consistent : en une discussion des effets de courbure terrestre sur l'intensité d'ionisation et la densité électronique en atmosphère non isotherme (13), en une étude de la diffusion ion-électron en atmosphère non isotherme (15), en un schéma de la distribution de température dans la haute atmosphère avec une analyse du comportement de la région F dans cette circonstance (14).

b) Centro di Studi sulla radiopropagazione e radionavigazione - Napoli

Des notes furent publiées sur le phénomène d'autodémodulation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère ; les principales ont été reprises aux références (Cutolo, 4, 5, 6).

Cutolo a montré que la modulation de fréquence sur 863 kc/s s'élève jusque 1000 c/s, que le taux de modulation diminue de 0,5 à 0,1 et qu'il reste égal à 0,1 alors que la modulation de fréquence s'élève à 4000 c/s.

Ces résultats ne sont pas en bon accord avec la théorie suivant laquelle le facteur de démodulation décroît rapidement avec la modulation de fréquence.

Boella (1, 2) a critiqué les résultats de Cutolo, en remarquant que des précautions insuffisantes ont été prises pour éviter l'effet d'évanouissement sélectif qui est ordinairement très gênant aux plus hautes fréquences de modulation.

c) Istituto Geofisico dell'Universita di Genova

Depuis 1954 des expériences sur les sondages ionosphériques à incidence verticale ont été faites ; les sondages réguliers sont maintenant effectués à l'observatoire de Monte Capellino (Genova : Bossolasco, etc. 17, 18).

Des mesures d'absorption ionosphérique sont également envisagées pendant l'A.G.I.

En septembre 1955 un symposium international sur la propagation ionosphérique a été tenu à Venise ; ce symposium fut organisé par la Société Italienne de Physique.

Dominici, Mariani, Cutolo et ses collaborateurs y ont présenté des communications sur les sujets repris ci-dessus.

Ranzi a discuté les caractéristiques de la région F2 observée en Amérique du Sud ; un rétrécissement de la région F2 avant le lever du Soleil, suivi d'une expansion rapide, se produit à Buenos Aires deux heures avant le minimum matinal de f_oF2 ; une décroissance très prononcée de f_oF2 à midi observée à l'Ile Deception (63° S, 60°7 W, Antarctique) fut attribuée par les auteurs aux déplacements verticaux dans l'ionosphère qui doivent être très prononcés dans cette zone où une inclinaison magnétique relativement faible s'associe à l'augmentation normale de la vitesse de marée avec la latitude.

Nous devons mentionner une note de Caprioli (3) qui propose une méthode de calcul pour déterminer la fréquence de collision électronique dans l'ionosphère en supposant connue l'absorption d'une onde verticale à toutes les fréquences dans un intervalle donné et dans l'hypothèse d'une densité ionique croissant avec l'altitude.

Une note sur la diffusion ionosphérique des ondes radioélectriques vers l'avant fut publiée par Ranzi (16).

Les recherches italiennes dans le domaine de l'ionosphère font actuellement l'objet d'une contribution importante du « Centro radioelettrico sperimentale G. Marconi » ; des progrès ont été effectués depuis juin 1957 sur la diffusion arrière des échos ionosphériques : l'installation comprend un appareil à fréquence fixe muni d'une antenne tournante Yagi, et un sondeur panoramique muni d'une antenne rhombique dirigée vers le NNE. Le programme de recherches comprend des observations de plages E sporadiques et de leurs mouvements, des observations d'échos météoriques, des applications des techniques de diffusion arrière aux radiocommunications, etc.

RÉFÉRENCES

1. M. Boella. — A proposito delle esperienze di interazione ionosferica. *Nuovo Cimento*, 1, 726, 1954.

2. M. Boella. — Contributo dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale alle esperienze di autointerazione dell'U.R.S.I. *La Ricerca Scientifica*, 25, 1461, 1955.

3. L. Caprioli. — Sul Calcolo della frequenza collisionale nella ionosfera. *Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*; Serie 8, Vol. 17, p. 365, 1954.

4. M. Cutolo. — A proposito delle esperienze sull'interazione delle radioonde nella ionosfera. *Nuovo Cimento*, 1, 726, 1955.

5. M. Cutolo. — The measurements and behaviour of the geomagnetic field at the lower border of the E-layer. *Nature*, 178, 25, 1956.

6. M. Cutolo. — The effects of demodulation in the ionosphere. *Nature*, 178, 25, 1956.

7. P. Dominici. — Andamento della ionosfera a Roma nel periodo 1948-1953. *Annali di Geofisica*, 7, 503, 1954.

8. P. Dominici. — Monthly median values of the ionospheric characteristics at Rome from March 1949 to April 1953. *Annali di Geofisica*, 8, 1, 1955.

9. P. Dominici. — Comportamento della ionosfera a Roma durante l'eclisse parziale di sole del 30 giugno 1954. *Annali di Geofisica*, 8, 25, 1955.

10. P. Dominici. — Some observations on the influence of a solar eclipse upon the ionosphere. Solar Eclipses and the Ionosphere (Special Supplement, Vol. 6 to the *Journ. Atmosph. Terrestrial Physics*), p. 26, 1956.

11. P. Dominici, F. Mariani. — Considerazioni critiche sulla regione E della ionosfera. *Annali di Geofisica*, 8, 103, 1955.

12. F. Mariani. — La teoria della fotoionizzazione di Chapman in atmosfera non isoterma. *Annali di Geofisica*, 8, 59, 1955.

13. F. Mariani. — Densità elettronica in una atmosfera non isoterma. *Annali di Geofisica*, 9, 43, 1956.

14. F. Mariani. — Temperatura e densità elettronica nella regione F della ionosfera. *Annali di Geofisica*, 9, 245, 1956.

15. F. Mariani. — Sulla diffusione degli elettroni nella ionosfera. *Annali di Geofisica*, 9, 219, 1956.

16. I. Ranzi. — La diffusione ionosferica delle radioonde. Piccole Note. Recensioni e Notizie (Istituto Superiore).

17. M. Bossolasco, A. Masotto. — La costituzione dell'alta atmosfera e la stazione ionosferica dell'Istituto Geofisico della Università di Genova. *Geofisica e Meteorologia*, 2, 80, 1954.

18. M. Bossolasco, A. Cavo, I. Dagnino. — L'osservatorio di Monte Capellino dell'Università di Genova. *Geofisica e Meteorologia*, 4, 109, 1956.

Japon

N° 199. — Rapport du Comité National à la Commission III

(S. Namba)

(*Traduction*)

A. — Ionosphère, Géomagnétisme et Radiopropagation

1. — *Théorie de l'Ionosphère*

1.1. *Formation.* — Le rôle important joué par la diffusion électron-ion dans le champ de la pesanteur sur le mécanisme de formation de la couche F2 a été mis en valeur par Yonezawa (1.4, 1.5). En tenant compte de la diffusion, l'auteur a pu donner une explication cohérente des effets géomagnétiques dans la couche F2 sans faire intervenir les dérives électroniques. La théorie suggérée interprète également d'une manière convenable la distribution en latitude de la densité électronique maximum et son altitude. L'étude a également montré que la distribution de la densité électronique en couche de Chapman ne subit aucun changement du fait de la diffusion électron-ion et qu'une distribution initiale arbitraire est ramenée par diffusion à une distribution de Chapman.

Les théories proposées jusqu'ici pour expliquer la formation de la couche E ont été confrontées par Inoue (1.6) en faisant usage des résultats récents : sondages par fusées, observations d'éclipses solaires, recherches de physique solaire et essais de diverses réactions.

1.2. *Distribution. Variations saisonnières et diurnes.* — Les dérives verticales et horizontales d'électrons dans la région F2, dérives associées aux variations géomagnétiques, ont été étudiées par K. Maeda (1.7) ; dans cette étude, la distorsion géomagnétique de la couche F2 paraît résulter de telles dérives. D'après les recherches de Hirono et H. Maeda (1.8) sur la dépendance entre la variation géomagnétique de Sq à l'équateur magnétique et la dérive verticale des électrons dans la région F2, il apparaît que cette dérive verticale peut expliquer les caractéristiques dominantes de la région F2 aux faibles latitudes géomagnétiques. Les auteurs ont montré également que cette dérive est principale-

ment diurne. En connexion avec l'étude précédente, les effets de la gravitation et du gradient de pression d'ionisation ont été examinés par Hirono (1.9) ; l'auteur a montré que l'effet de dérive est appréciable, à moins que la densité en particules atmosphériques à une altitude de 300 km soit très inférieure à 10^{10} cm^{-3}. En procédant à l'étude détaillée des variations journalières de l'altitude et de la densité électronique dans la couche F2 (excepté à l'équateur), Shimazaki a montré (1.13, 1.14) que les différences constatées en fonction de la latitude et de la saison peuvent s'interpréter comme un effet des variations semi-diurnes de phase et d'amplitude de la vitesse de dérive. L'auteur a également établi que les désaccords entre le comportement réel de la couche E et le comportement prévu théoriquement par Chapman peuvent être attribués à la dérive verticale des électrons, dérive causée par le système des courants S*q*.

2. — *Système des vents et mouvements dans l'ionosphère*

2.1. *Système des vents.* — Les formules donnant la distribution mondiale de la conductivité électrique dans la haute atmosphère et la variation journalière de cette conductivité ont été établies par H. Maeda (2.1, 2.2) sur la base des données géomagnétiques journalières de Huancayo pour 1922 à 1933 inclus et de 62 stations pour 1932 à 1933.

En se basant sur les résultats qui précèdent, la dynamo-théorie a été appliquée mathématiquement par H. Maeda (2.3) et S. Kato (2.5) à une ionosphère de conductivité anisotrope variant avec l'heure du jour ; le système des vents et le champ électrostatique de la couche E ont été calculés d'après la solution obtenue. L'attention a été attirée sur le fait que le terme harmonique prédominant du vent est diurne. Un résultat analogue a été obtenu par Hirono et Kitamura (2.4) qui ont traité le problème mathématique de la dynamo-théorie au moyen d'un analyseur intégro-différentiel et par le calcul numérique. Les ordres de grandeur obtenus dans les études qui précèdent concordent avec les données expérimentales.

2.2. *Mouvements.* — Les mouvements des irrégularités à grande échelle dans la région E ont été déterminés par Obayashi (2.6, 2.7, 2.8) d'après les évanouissements d'ondes moyennes émises par 3 stations observées à des distances variant entre 350 et 420 km, du mois de juillet 1954 au mois d'août 1955.

En général, un vent dirigé vers l'ouest et d'une vitesse de 80 m/s environ est prédominant au coucher du Soleil ; le vent d'hiver au lever du Soleil est dirigé principalement vers l'est ; en période nocturne, la direction ouest-sud-ouest constatée au printemps et en automne, passe à l'ouest en hiver. Les dimensions des irrégularités sont estimées à 100 ou 200 km. D'après les enregistrements simultanés de *h't* sur 2,8 Mc/s en 3 stations (juillet et août 1955), Ogata (2.9, 2.10) a calculé des vitesses moyennes de dérive dans les régions E et F s'élevant respectivement à 50 m/s et 120 m/s.

3. — *Perturbations géomagnétiques et ionosphériques*

Les éléments *fo*F2 et *h'*F2 observés pendant les perturbations de F2 ont été analysés statistiquement par Sinno (3.1, 3.2) en termes de D_{st} (F2) et S_D (F2). Cette étude a fourni les résultats suivants :

a) S_D(*fo*F2) prédomine dans les premiers stades de développement des orages magnétiques tandis que D_{st}(*fo*F2) se développe relativement plus tard ; de plus, S_D(*fo*F2) est en retard de phase aux derniers stades de la perturbation.

b) La valeur moyenne de D_{st}(*fo*F2), calculée sur une période de deux jours à partir d'un commencement soudain est négative dans l'hémisphère d'un début brusque d'été et positive dans l'hémisphère d'hiver.

Cependant une zone aberrante se produit aux environs du 50e parallèle de l'hémisphère hivernal ; dans cette zone pratiquement aucune valeur positive de D_{st} (*fo*F2) n'est rencontrée. L'inattendu du fait réside dans la constatation qu'en hiver D_{st}(*fo*F2) n'est pas toujours proportionnelle à l'activité géomagnétique. La phase de S_d(F2) est en avance sur l'activité solaire.

Les perturbations ionosphériques associées aux baies géomagnétiques ont été étudiées par Kamiyama (3.3). Si le courant ionosphérique associé à une baie géomagnétique aux basses latitudes peut être attribué au champ électrique développé par les courants de la zone aurorale, l'augmentation (ou la diminution) de la densité électronique associée à la montée (ou la descente) de la région F2 peut s'expliquer par la dérive verticale et le gradient positif de température dans cette région.

Sato (3.4, 3.6, 3.7) s'est attaché à déterminer si D_{st}(F2) et

D_s(F2) peuvent réellement se déduire de la dérive verticale résultant des courants D_s supposés en circulation dans l'ionosphère et déductibles des observations géomagnétiques. D'après cette étude, une concordance satisfaisante a été obtenue entre les calculs et les mesures faites au voisinage de l'équateur magnétique ; la concordance est moins bonne aux basses latitudes. Nakata a suggéré que l'intensité des perturbations ionosphériques à début brusque est figurée approximativement par la valeur maxima de *f* min.

4. — *Couches* F1 ½, E*s*, E *et* D

L'étude statistique des données solaires obtenues à Tokyo pendant le dernier cycle d'activité (Kasuya, 4.1) a montré que la couche F1 ½ apparaît principalement pendant la journée ; avec un maximum au moment des équinoxes ; la corrélation entre la fréquence d'apparition de cette couche et le nombre de taches solaires est bonne.

Kobayaski (4.2, 4.3) a proposé un modèle des couches E et D qui rend compte de l'absorption des impulsions aux fréquences hautes et moyennes, de la variation de *fo*E suivant la distance zénithale du Soleil et de l'altitude de phase de la couche E à 150 kc/s. De ce modèle a été tiré un diagramme permettant de calculer pratiquement l'intensité de champ des ondes réfléchies par les couches E et F.

Les travaux de Matsushita ont conduit à l'hypothèse d'une couche E*s*, se déplaçant vers le bas, durant généralement plus de 3 heures, et provoquée par la descente de nuages ionisés. Le même auteur a étudié l'effet magnétique lunaire sur la couche E*s* équatoriale.

Une étude des évanouissements sélectifs sur les enregistrements *fct* a conduit Uyeda et Nakata (4.5) à certaines indications concernant la structure de E*s*.

D'après les auteurs, il existerait deux types de E*s*. Le premier type, à contours nets, apparaît ordinairement le jour et accompagne les évanouissements sélectifs des tracés *fct* ; le second type, moins bien délimité, est parcouru d'ondulations de dimensions supérieures à 3 km et apparaît principalement la nuit.

5. — *Ionosphère extérieure*

Les formules permettant d'établir la trajectoire théorique des atmosphériques sifflants (« whistlers ») ont été déduites par Maeda (K) et Kimura (5.1) du principe de Fermat. Ces calculs de trajectoires pour différentes latitudes géomagnétiques initiales et pour une distribution électronique appropriée dans l'ionosphère extérieure, montrent qu'en général le rayonnement ne suit pas les lignes de forces magnétiques et que, surtout aux basses latitudes, la trajectoire n'est pas symétrique par rapport à l'équateur magnétique. Cette théorie permet également d'interpréter d'autres faits d'observation. La théorie de Dungey a été perfectionnée par Kato (Y) et Akasofu (5.3, 5.9) qui ont étudié les micropulsations géomagnétiques produites par les oscillations hydromagnétiques de l'atmosphère extérieure. L'équation de dispersion des ondes hydromagnétiques dans l'ionosphère a été obtenue par Akasofu (5.8) ; au cours de cette étude, l'auteur a suggéré que les irrégularités descendantes observées sur les ionogrammes $h'f$ sont dues à des ondes de choc analogues aux ondes sonores retardées.

L'étude des p. s. c. faite par Y. Kato et Watanabe (5.5, 5.7) permet de supposer que l'origine des p. s. c. est extra-ionosphérique et que leurs variations journalières peuvent être attribuées à un effet d'écran ionosphérique. Les auteurs ont également étudié les oscillations extra-atmosphériques et montré la possibilité d'occurrence de macro-pulsations (5.6).

6. — *Effets d'Eclipse Solaire*

Une étude théorique de l'influence de l'éclipse solaire du 9 mai 1948 sur le géomagnétisme et la couche E a été faite par Nagata, Rikitake, Nakata et Yokoyama (6.1). Au cours de cette éclipse, la densité électronique de la couche E diminua sur une aire étendue, le minimum tombant aux environs de la moitié de la densité normale. La conductivité électronique totale fut calculée à partir de la diminution observée de la densité électronique. En utilisant cette donnée, les variations de distribution des courants d'altitude et du champ magnétique à la surface du globe furent calculées théoriquement, en admettant que les variations diurnes géomagnétiques d'origine solaire étaient dues au courant uniforme circulant dans la région E. La concordance entre les variations

calculées et les variations observées fut reconnue qualitativement et quantitativement satisfaisante.

Des mesures géomagnétiques effectuées à l'aide d'un nouveau variomètre magnétique visuel ont été faites par Y. Kato et ses collaborateurs à Ceylan, au voisinage de l'équateur géomagnétique, pendant l'éclipse solaire du 20 juin 1955.

7. — *Radiopropagation*

Il est établi que les prévisions relatives à la radiopropagation ne concordent pas toujours avec les conditions observées. Une importante amélioration a été obtenue dans ce domaine par Miya et Kanaya (7.1) qui ont tenu compte de l'effet de diffusion du sol. L'évidence et l'importance de cette diffusion ont été démontrées par l'observation fréquente de propagations extraorthodromiques (trajets différents du grand cercle) par Miya et Kanaya (7.2), Arima (7.3) Tabuchi (7.4) et Miya et al. (7.5). Un nouveau radiogoniomètre visuel à haute sensibilité avait été mis au point par ces derniers chercheurs en vue de ces mesures. L'efficacité des réceptions en diversité a été envisagée théoriquement par Nagakami et Nishio (7.7), tandis que des mesures comparatives entre trains d'impulsions et ondes entretenues HF étaient effectuées par Inoue et al. (7.8, 7.9) en vue d'élucider le mécanisme d'évanouissement.

Uyeda et al. (7.10), en se basant sur la mesure des trois composantes rectangulaires du champ, ont suggéré que les évanouissements sont associés à la courbure de l'ionosphère. Les caractéristiques d'atténuation aux moyennes fréquences, en fonction de la fréquence et de la distance, ainsi que les variations journalières ont été obtenues par Aono et al. (7.11).

En vue d'améliorer les prédictions des perturbations radioélectriques par une étude des troubles ionosphériques, les méthodes utilisées dans l'évaluation de l'intensité des champs à la réception ont été reconsidérées par Hakura (7.12) ; les relations entre l'intensité du champ et la récurrence à 27 jours de l'activité solaire et géomagnétique ont été étudiées par Mambo (7.13) et Sinne (7.14).

B. — Phénomènes de la surface solaire

1. — *Observations de base*

Les phénomènes suivants sont observés et publiés trimestriellement par l'Observatoire Astronomique de Tokyo (1.1) :

a) Groupes et nombre total de taches solaires, indice des flocculi du Calcium et des protubérances de l'hydrogène dans chaque quadrant ;

b) Cartes héliographiques des taches solaires, des flocculi d'hydrogène et des filaments ;

c) Heures du début, de la fin et du maximum, aire, intensité centrale, largeur de raie et importance des éruptions chromosphériques observées au spectro-hélioscope en Hα ;

d) Distribution de l'émission coronale autour du limbe solaire, observée au Mt Norikura ;

e) Emissions radiosolaires sur 3000, 200, 100 et 67 Mc/s (densité de flux et événements remarquables).

En dehors de ces publications, les caractéristiques des taches, plages, protubérances et éruptions sont publiées chaque mois (1.2) et un service d'information rapide en ce qui concerne les taches, les éruptions, la couronne et les données radioélectriques diffuse chaque jour par radio ces renseignements en utilisant les Ursigrammes ou les codes d'échange de l'A.G.I. (1.3).

Des données sur les taches, les protubérances et les éruptions observées à Ikomasan sont publiées mensuellement (1.4). L'éruption anormale observée le 23 février 1955 a coïncidé avec une augmentation inhabituelle du rayonnement cosmique (1.5).

2. — *Faisceaux corpusculaires*

Les mouvements de matière ionisée dans un champ magnétique ont été étudiés par Kawabata (2.1) ; la possibilité d'évasion d'un faisceau corpusculaire d'origine solaire a été mise en évidence. En s'appuyant sur une étude statistique, Hatanaka et al. (2.2) ont montré :

(*i*) que l'indice géomagnétique K atteint un maximum 10 jours environ après un minimum coronal au bord est, pendant la période d'activité solaire minima ;

(ii) qu'un indice K minimum est relevé 3 jours environ après le passage au méridien d'une grande tache ;

(iii) qu'un indice K maximum suit dans les 5 à 6 jours le passage d'une paire de taches caractérisée par un champ magnétique supérieur à 1000 gauss et un diamètre apparent inférieur à 40° ;

(iv) qu'il n'y a pas de relation entre l'indice K et les filaments de la chromosphère.

En se basant sur l'étude de la couronne Notuki et al. (2.3) ont montré :

(i) que la couronne arrête les faisceaux corpusculaires intenses en provenance du Soleil ;

(ii) que localement la couronne peut émettre un faisceau corpusculaire de faible énergie ;

(iii) que l'influence de la couronne est maxima lorsque les régions actives font face à la Terre.

La période de récurrence de 27 jours des perturbations géomagnétiques a été confirmée par Sinno (2.4) pendant la période d'activité solaire minimum de 1950 à 1953. Il a avancé que les perturbations géomagnétiques maxima observées au moment des équinoxes du printemps et d'automne étaient associées à la distribution d'intensité dans la couronne.

Les diminutions d'intensité du rayonnement cosmique ont été classées par Sekido et al. (2.5, 2.6, 2.7) en deux catégories suivant qu'elles sont accompagnées ou non d'orages géomagnétiques. La première catégorie est en relation avec les groupes de taches ou les éruptions dans leur voisinage ; la seconde catégorie ne présente aucune relation avec les taches. Il en a été déduit que l'orage magnétique est provoqué par un faisceau corpusculaire à caractère magnétique, l'autre effet d'absorption du rayonnement cosmique trouvant son origine dans un faisceau dépourvu de ce caractère.

3. — *Eclipse Solaire*

Les expéditions organisées pour l'observation de l'éclipse solaire du 20 juin 1955 ont été envoyées :

— à Ceylan par l'Observatoire Astronomique de Tokyo (Université de Tokyo), par l'Institut Astronomique de Kyoto et par l'Université de Tohoku.

— dans la baie de Kukuki au Sud-Vietnam par le Bureau Hydrologique.

Le temps couvert a empêché les observations à Ceylan tandis qu'à Kukuki elles ont pu être effectuées avec succès.

Des observations radioélectriques solaires sur 3000 et 4000 Mc/s ont été effectuées en trois lieux différents par l'Observatoire Astronomique et l'Institut de Recherche des Atmosphériques de Tokyo (3.4, 3.5). Des régions actives coïncidant avec les plages du Calcium ont pu être localisées en position et en surface au cours de cette éclipse.

C. — Lumière du Ciel Nocturne

Une étude photoélectrique de la lumière du ciel nocturne sur 5577 A° a été faite par Huruhata et al. (1) en deux endroits, Tokyo et Hokkaido, distants d'environ 1100 km. De ces mesures ont été tirées des cartes d'isophotes. La hauteur et les mouvements de la luminescence en ont été déduits ainsi que leurs relations avec f_oF2.

Un équipement destiné à analyser l'émission OH proche de l'infra-rouge et permettant un balayage en photométrie pour l'A.G.I. a été développé par Ogawa et al. (2) et par Huruhata et al. (3).

D. — Sommaires des travaux présentés a la XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I.

A.1. — *Théorie de l'Ionosphère*

N° 1. — Une nouvelle théorie de formation de la couche F2, par T. Yonezawa (Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux, n° 325).

Le rôle important de la diffusion électron-ion dans la formation de la couche F2 est souligné. En tenant compte de la diffusion électron-ion dans le champ de gravité, et des mouvements verticaux d'électrons et d'ions à une vitesse supposée exponentiellement croissante avec l'altitude, les distributions verticales de la densité électronique ont été calculées et discutées pour l'état stationnaire. Les distributions en latitude des maxima de densité électronique ainsi que l'altitude du maximum ont également été déduites et comparées aux observations. La concordance est raisonnable, au moins pour ce qui concerne les caractères principaux.

N° 2. — Structure dynamique de la couche ionosphérique F2 déduite des variations journalières (n° 20), par T. Shimazaki (Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux).

Des calculs numériques ont été effectués pour déterminer l'effet des divers mouvements non uniformes engendrés par la diffusion, les variations thermiques et les marées sur les variations journalières de la couche F2. Le problème a été résolu de manière à ce que toutes les 24 heures la même

distribution de densité électronique soit obtenue, nonobstant les mouvements apériodiques d'origines diverses.

La comparaison entre les variations calculées et les variations observées montre que le modèle de Bradbury est, sous tous les aspects, supérieur à celui de Chapman.

L'importance de la dérive verticale semi-diurne non uniforme, avec le gradient en altitude de la phase et de l'amplitude, est nettement soulignée.

N° 3. — Difficultés d'expliquer la formation de l'Ionosphère, par Y. INOUE (Institut Technique de Recherche, Agence de la Défense Nationale, n° 35).

Les théories proposées jusqu'ici pour expliquer la formation de la couche E sont critiquées. Les arguments de cette critique sont basés sur les mesures par fusées-sondes, les variations de la couche E pendant les éclipses solaires, les données récentes de la physique solaire et les résultats expérimentaux relatifs aux processus de diverses réactions. Il est établi que toutes les théories actuelles de formation sont incomplètes. Une nouvelle explication est donc nécessaire.

A.3. — *Perturbations Ionosphériques et Géomagnétiques*

N° 4. — Perturbations ionosphériques de F2 associées aux orages géomagnétiques par T. SATO (Institut Géophysique, Université de Kyoto, n° 28).

Essai d'explication des perturbations ionosphériques de F2 associées aux orages géomagnétiques par la dérive verticale électronique. L'étude concerne des états perturbés particuliers. Les résultats montrent que les perturbations de F2 dans la zone équatoriale, ainsi que la grande majorité des perturbations aux latitudes moyennes, peuvent être considérées comme résultant de la dérive verticale électronique.

N° 5. — Mesure de l'importance des perturbations ionosphériques à début brusque, par Y. NAKATA (Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux, n° 26).

On évalue l'importance des SID d'après les maxima extrapolés relevés pour f min sur les enregistrements panoramiques de *ft*.

A.4. — *Couches* F1 1/2, E, E*s et* D

N° 6. — Occurrences de la couche F1 1/2, par I. KASUYA (Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux, n° 24).

L'analyse statistique des données ionosphériques de routine obtenues à Tokyo (Kokubunji) pendant le dernier cycle solaire, a montré que les variations annuelles, saisonnières et diurnes affectent la période de récurrence de la couche intermédiaire F1 1/2 à la latitude moyenne de Tokyo. La couche F1 1/2 se manifeste principalement en période diurne et atteint un maximum aux équinoxes, maximum particulièrement accentué à la fin du printemps pendant les années de forte activité solaire. Il existe une nette corrélation entre la fréquence d'occurrence et le nombre de taches solaires.

N° 7. — Couche Es séquentielle, par S. MATSUSHITA (Institut Géophysique, Université de Tokyo, n° 30).

Un type particulier de couche Es appelée « séquentielle » a été étudié sur les ionogrammes obtenus par 16 stations ; ce phénomène semble animé d'un mouvement généralement descendant et dure plus de 3 heures. Ce type d'Es apparaît vers 200 km en hiver et descend à 180 km en été, le plus souvent vers 20 à 30° de latitude géomagnétique Nord. Le moment d'apparition et la vitesse de descente apparente de Es dépendent de la latitude géomagnétique.

Il semble que la couche Es séquentielle soit ou bien un nuage ionisé, ou bien une distorsion des contours d'ionisation le long d'un gradient.

A.5. — *Ionosphère extérieure*

N° 8. — Calcul du trajet de propagation des atmosphériques sifflants, par K. MAEDA et I. KIMURA (Institut d'Electronique Appliquée, Université de Kyoto, n° 34).

Une méthode d'approximation reposant sur le principe de Fermat pour déterminer le trajet de propagation des « whistlers » a été établie. En partant d'une distribution appropriée des densités électroniques extra-ionosphériques, les trajets calculés s'écartent sensiblement des lignes de force magnétiques et sont généralement dissymétriques par rapport à l'équateur magnétique. La trajectoire est d'autant plus intérieure que la fréquence est plus élevée.

N° 9. — Ondes Hydromagnétiques dans l'Ionosphère, par S. AKASOFU (Institut Géophysique de l'Université de Tohoku, n° 33).

Etude des ondes hydromagnétiques dans l'ionosphère et l'atmosphère extérieure. L'équation de dispersion des ondes d'Alfven est établie ; il est indiqué que des types variés de micropulsations géomagnétiques et de bruits ionosphériques affectent le spectre des ultra-basses fréquences et des fréquences audibles. Les ondes d'Alfven à amplitude finie sont également étudiées. L'auteur assimile à des ondes de choc acoustiques retardées les « cusps » descendants des ionogrammes.

A.7. — *Propagation radioélectrique*

N° 10. — Déviations remarquables dans la propagation ionosphérique, par K. MIYA, M. ISHIKAWA et S. KANAYA (Compagnie Kokusai Denshin Denwa, n° 31).

Deux déviations latérales remarquables de propagation à longue distance sont examinées en détail. L'une d'elles est causée par la diffusion vers l'avant par la surface terrestre, tandis que l'autre s'observe sur les ondes d'antipodes.

N° 11. — Perturbations de la propagation radioélectrique, par K. SINNO (Observatoire radioélectrique d'Hiraiso, Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux, n° 27).

En général, les perturbations dans la propagation radioélectrique sont excitées par les orages géomagnétiques.

Ces orages sont répartis en deux groupes, le premier à récurrence de 27 jours, le second sans récurrence définie.

Les perturbations résultant du premier type sont les plus sérieuses. Elles se manifestent le plus souvent pendant le passage au méridien central solaire d'une région calme, tandis que les perturbations erratiques sont associées à des régions actives.

On en déduit que les orages en relation avec les régions M ont une influence prépondérante sur la propagation.

N° 12. — Quelques résultats relatifs à des mesures de propagation obtenues par balayage de fréquence sur une distance Nord-Sud d'environ 1000 km par Y. Aono et I. Kuriki (Laboratoires de Recherches Radio, Ministère des Services Postaux, n° 25).

Des mesures de retard à incidence oblique ont été faites par balayage entre 2 et 32 Mc/s le long d'un trajet Nord-Sud de 1000 km, un système pilote d'ondes pulsées à propagation circumterrestre a été utilisé parallèlement.

Pour comparer ces résultats à ceux obtenus au cours de sondages ionosphériques à incidence verticale au point milieu du trajet, une étude statistique a été développée relativement aux MHF dans les couches F2, E*s* et E, avec une attention spéciale sur la différence de fréquence entre l'onde ordinaire et extraordinaire dans F2. Le travail se termine par une brève étude de *f*min et quelques considérations sur l'importance du « nose ».

N° 13. — Propagation au-dessus de terrains irréguliers, par K. Furutsu (Laboratoires de Recherches Radioélectriques, Ministère des Services Postaux).

La formule donnant l'intensité du champ au-dessus d'un terrain irrégulier est établie pour des propriétés électriques et d'altitude discontinues du terrain le long du trajet de propagation.

La formule n'implique aucune restriction concernant la fréquence et peut être appliquée par conséquent aux cas de diffraction par les collines ou les montagnes sur tout intervalle de fréquence.

RÉFÉRENCES

RIRJ : *Rapport sur les recherches ionosphériques au Japon* (*R.R.I.J.*).

JGG : *Journal de Géomagnétisme et de Géo-électricité* (*J.G.G.*).

JRRL : *Journal des Laboratoires de Recherches Radioélectriques* (*J.R.R.L.*).

QRRRL : *Revue Trimestrielle des Laboratoires de Recherches Radioélectriques* (Textes japonais et résumés anglais).

A. — Ionosphère, géomagnétisme et propagation radioélectrique

1. — *Théorie de l'Ionosphère*

1.1. T. Yonezawa. — *RIRJ*, **9** (1955), 17.

1 2. T. Yonezawa. — *JRRL*, **2** (1955), 125.

1.3. T. Yonezawa. — *JRRL*, **2** (1955), 281.
1.4. T. Yonezawa. — *JRRL*, **3** (1956), 1.
1.5. T. Yonezawa. — *JRRL*, **4** (1957), 1.
1.6. Y. Inous. — Not yet published. See nº 3 of D of this report.
1.7. K. Maeda. — *RIRJ*, **9** (1955), 71.
1.8. M. Hirono, H. Maeda. — *RIRJ*, **9** (1955), 86.
1.9. M. Hirono. — *RIRJ*, **9** (1955), 95.
1.10. S. Akasofu. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **6** (1955), 150.
1.11. H. Maeda. — *JGG*, **7** (1955), 75.
1.12. S. Akasofu. — *Science Rep Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7** (1955), 45.
1.13. T. Shimazaki. — *JRRL*, **3** (1956), 17.
1 14. T. Shimazaki. — *RIRJ*, **10** (1956), 124.
1.15. T. Shimazaki. — *JRRL*, **4** (1957), 37.

2. — *Système des vents et mouvements dans l'ionosphère*

2.1. H. Maeda. — *RIRJ*, **9** (1955), 148.
2.2. H Maeda — *RIRJ*, **10** (1956), 49
2.3. H. Maeda. — *JGG*, **7** (1955), 121.
2.4. M. Hirono, T. Kitamura. — *JGG*, **8** (1956), 9.
2.5. S. Kato. — *JGG*, **8** (1956), 24.
2.6. T. Obayashi. — *JRRL*, **2** (1955), 59.
2.7. T. Obayashi. — *RIRJ*, **9** (1955), 105.
2.8. T. Obayashi. — *JRRL*, **2** (1955), 413.
2.9. Y. Ogata. — *JRRL*, **3** (1956), 135.
2.10. Y. Ogata. — *RIRJ*, **10** (1956), 91.

3. — *Perturbations ionosphériques et géomagnétiques*

3.1. K. Sinno. — *JRRL*, **2** (1955), 69.
3.2. K. Sinno. — *RIRJ*, **9** (1955), 166.
3.3. N. Kamiyama. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7** (1956), 125.
3.4. T. Sato. — *RIRJ*, **10** (1956), 35.
3.5. H. Kamiyama, T. Sato. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5 (1956), 41.
3.6. T. Sato. — *JGG*, **8** (1956), 129.
3.7. T. Sato. — *JGG*, **9** (1957), 1.
3.8. Y. Nakata. — Not yet published. See nº 5 of § D of this report.

4. — *Couches* F1 1/2, E *et* D

4.1. I. Kasuya. — Not yet published. See nº 6 of § D of this report.
4.2. T. Kobayashi. — *JRRL*, **2** (1955), 399.

4.3. T. KOBAYASHI. — *JRRL*, **3** (1956), 279.

4.4. S. MATSUSHITA. — *JGG*, **7** (1955), 91.

4.5. S. MATSUSHITA. — *JGG*, **8** (1956), 156.

4.6. H. UYEDA, Y. NAKATA. — *JRRL*, **3** (1956), 119.

5. — *Ionosphère extérieure*

5.1. K. MAEDA, I. KIMURA. — *RIRJ*, **10** (1956), 105.

5.2. Y. KATO, T. WATAMBE. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **6** (1955), 95.

5.3. Y. KATO, S. AKASOFU. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7** (1956), 103.

5.4. Y. KATO, T. TAMAO. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7** (1956), 147.

5.5. Y. KATO, T. WATANABE. — *RIRJ*, **10** (1956), 69.

5.6. Y. KATO, T. WATANABE. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **8** (1956), 1.

5.7. T. WATANABE. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **8** (1956), 11.

5.8. S. AKASOFU. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **8** (1956), 24.

5.9. S. AKASOFU. — *RIRJ*, **10** (1956), 227.

6. — *Effets d'éclipses solaires*

6.1. T. NAGATA, Y. NAKATA, T. RIKITAKE, I. YOKOYAMA. — *RIRJ*, **9** (1955), 121.

6.2. Y. KATO, Z. ABE, A. SAKURAI. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7**, Supplement (1956), 15.

6.3. Y. KATO, J. OSSAKA — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7**, Supplement (1956), 21.

6.4. Y KATO, K YOKOTO. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7**, Supplement (1956), 30.

6.5. Y. KATO, M. OKUDA. — *Science Rep. Tohoku Univ.*, Ser. 5, **7**, Supplement (1956), 37.

6.6. M. OTA, S. MASHIZUME. — *JGG*, **8** (1956), 76.

7. — *Propagation radioélectrique*

7.1. K. MIYA, S. KANAYA. — *RIRJ*, **9** (1955), 1.

7.2. K. MIYA, S. KANAYA. — *RIRJ*, **10** (1956), 1, and *K. D. D. Technical Journal*, nº 10 (1956), 18.

7.3. S. ARIMA. — *K. D. D. Technical Journal*, nº 10 (1956), 14.

7.4. S. TABUCHI, M. TACHIBANA, M. NOMURA. — *K. D. D. Technical Journal*, nº 10 (1956), 22.

7.5. K. Miya, T. Sasaki, M. Ishikawa, S. Matsushita. — *Jour. Inst. Elec. Comm. Eng. Japan*, **40** (1957), 429 ; *RIRJ*, **11** (1957), 1.

7.6. I. Kasuya. — *JRRL*, **1** (1954), 29, **2** (1955), 7 ; *RIRJ*, **9** (1955), 45.

7.7. M. Nakagami, M. Nishio. — *Jour. Inst. Elec. Comm. Eng. Japan*, **38** (1955), 782.

7.8. R. Inoue, N. Wakai, H. Sugiuchi. — *QRRRL*, n° 3 (1955), 230.

7.9. R. Inoue, M. Ose, N. Wakai. — *QRRRL*, **2** (1956), 138 ; *JRRL*, **4** (1957), 77.

7.10. H. Uyeda, Y. Ogata, K. Uchikura, Y. Arima, H. Obayashi. — *JRRL*, **2** (1955), 143.

7.11. Y. Aono, K. Muramatsu, K. Yoshikawa, M. Takada, J. Sato. — *QRRRL*, **2** (1956), 165.

7.12. Y. Hakura, M. Miyamoto. — *JRRL*, **3** (1956), 307.

7.13. M. Mambo. — *QRRRL*, 2 (1956), 27.

7.14. K. Sinno. — *JRRL*, 3 (1956), 155 ; *QRRRL*, **2** (1956), 161.

7.15. Y. Uesugi, I. Kasuya, J. Orimo. — *JRRL*, **3** (1956), 265 ; *QRRRL*, **2** (1956), 115.

7.16. I. Kasuya, I. Sawada, I. Yamashita. — *QRRRL*, **1** (1955), 359.

7.17. K. Miya. — *K. D. D. Technical Journal*, n° 10)1956), 9.

7.18. N. Hokkyo. — *JGG*, **8** (1956), 1.

B. — Phénomènes solaires

1. — *Matériaux de base*

1.1. Tokyo Astr. Obs. — *Bulletin of Solar Phenomena*, publ shed quarterly s nce 1949.

1.2. Tokyo Astr. Obs. — *Monthly Bulletin of Solar Phenomena*, s nce 1937. (*Tokyo Astr. Eulletin*, n° 174 (1937) ; 2nd ser., n° 19 (1948) ; *Mimeograph*, s nce 1949).

1.3. A. H. Shapley. — First Supplement to the Draft Manual for World Days and Commun cat ons, March 1957.

1.4. Ikomasan Solar Obs. of Kyoto Un v. — *Monthly Report*, s nce1947 ; *Mimeogrph and Publications*, **1** (1956), n° 1.

1.5. M. Notuki, T. Hatanaka, W. Unno. — *Publ. Astr. Soc. Japan*, **8** (1956), 52.

2. — *Les courants corpusculaires*

2.1. K. Kawabata. — *Publ. Astr. Soc. Japan*, **7** (1955), 40.

2.2. T. Hatanaka, Z. Susmoto, A. Tsuchiya. — *RIRJ*, **9** (1955), 51.

2.3. M. Notuki, Y. Nakagomi, M. Fukatsu. — *JIRJ*, **9** (1955), 215.

2.4. K. Sinno. — *RIRJ*, **10** (1956), 250.

2.5. Y. Sekido, M. Wada, I. Kondoh, K. Kawabata. — *RIRJ*, **9** (1955), 174.

2.6. Y. Sekido. — *RIRJ*, **9** (1955), 181.
2.7. Y. Sekido. — *RIRJ*, **9** (1955), 182.

3. — *Eclipses solaires*

3.1. Astr. Soc. of Japan. — *Astronomical Herald*, **48** (1955), 51, 119
3.2. K. Saito, S. Nata, Z. Suemoto, M. Shimizu, M. Nuruhata, M. Tanaka, W. Unno, K. Takakubo. — *Tokyo Astr. Bull.*, 2nd Ser., nº 83 (1956).
3.3. Pr vate Commun cat on, M. Utida. — *Tokyo Astr. Bull.*, 2nd Ser., nº 82 (1956).
3.4. T. Hatanaka, K. Akabane, F. Moriyama, H. Tanaka, T. Kakimum. — *RIRJ*, **9** (1955), 195.
3.5. T. Hatanaka, K. Akabane, F. Moriyama, H. Tanaka, T. Kakimum. — *Publ. Astr. Soc. Japan*, **7** (1955), 161.

C. Lumière du Ciel Nocturne

1. M. Huruhata, H. Tanabe, T. Nakamura. — *RIRJ*, **9** (1955), 136.
2. M. Ogawa, M. Nakamura, A. Hashizume. — *Science of Light*, **5** (1956), 139.
3. M. Huruhata, T. Nakamura, H. Tanabe. — *Tokyo Ast. Bull.* II, nº 94 (1957).

Nº 228. — Rapport de la Sous-Commission Nationale IIIc

par I. Koga, *Membre Officiel*

(*Traduction*)

Etant donné que les fréquences étalon émises au Japon ne sont pas reçues en Europe, des signaux horaires spéciaux sont transmis par la station d'émission de Oyama, située à environ 70 km au nord de Tokyo.

Depuis juin 1956, le signal des secondes a été transmis régulièrement pendant 10 minutes à 12 h. 20,18 h. 20, et 21 h. 20 T. U. tous les mercredis et vendredis .Les indicatifs et les fréquences porteuses sont donnés ci-dessous :

§ JAG 3	18,570 kc/s
JAG 6	17,597.5
JAO 3	15,945
JAS 32	15,880

§ JAU 4	15,460
JAG 5	12,070
JAO 5	11,012.5
§ JAG 4	10,200
JAO 2	8,175
§ JAQ	7,510

Parmi ces dix programmes, on choisit celui qui convient le mieux à la saison et à l'heure de la journée. Les programmes signalés plus haut et précédés par le signe § sont les plus utilisés. Parfois deux émissions sont faites en même temps.

Les signaux horaires sont produits par l'Observatoire Astronomique de Tokyo à Mitaka, situé à la frontière ouest de Tokyo, et les émissions sont également contrôlées à Mitaka.

Deux points importants sont à mentionner concernant le signal des secondes. (1) Le temps de propagation du signal sur le trajet Mitaka-Oyama par câble et Oyama-Mitaka par radio est de $25{,}3 \pm 0{,}7$ millisecondes. Mais parfois le retard s'élève à 30 et même à 45 millisecondes, bien qu'il soit prouvé que le temps de propagation du signal par câble de Mitaka à Oyama est d'une fraction de milliseconde.

Grâce à l'enregistrement photographique des signaux reçus, on a trouvé que l'irrégularité du temps de propagation citée plus haut est due au fait que l'on doit négliger l'onde directe quand elle est faible, par rapport à l'onde de diffusion arrière.

Par conséquent, les enregistrements photographiques sont très utiles pour distinguer l'onde directe de l'onde réfléchie ou d'une autre onde anormale quelconque.

Les fréquences étalon japonaises sont souvent reçues convenablement à Hawaï et à Tokyo.

Des mesures faites à chacune de ces deux stations, on a pu déduire une valeur précise du temps de propagation. Soient en effet T_1 et T_2 les instants d'émission du signal aux deux stations (fig. 1), et considérons les temps de propagation A, B, C, D, comme l'indique la figure ; alors les instants où chaque onde de Hawaï et de Tokyo atteignent la station réceptrice de Tokyo, sont respectivement T2 + A et T1 + C. Par conséquent l'intervalle de temps entre les deux signaux est :

$$a = (T2 + A) - (T1 + C) \qquad (1)$$

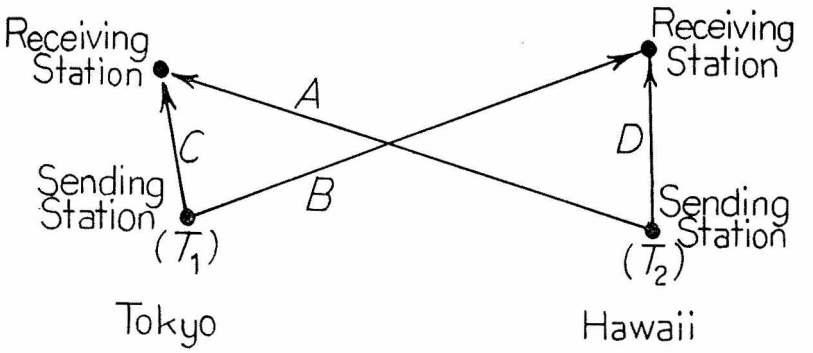


Fig. 1.

De même l'intervalle de temps entre les deux signaux à la station réceptrice de Hawaï est :

$$b = (T1 + B) - (T2 + D) \tag{2}$$

De ces deux relations on déduit que :

$$a + b = A - C + B - D = (A + B) - (C + D) \tag{3}$$

D'autre part, si nous admettons que l'altitude de l'ionosphère est uniforme de Tokyo à Hawaï au même instant, le temps de transmission τ du signal de Tokyo à Hawaï est donné par l'équation suivante (voir fig. 2) :

$$\tau = 4n \frac{R}{V} \sqrt{\left(1 + \frac{H}{R}\right) \sin^2 \frac{\theta}{4n} + \left(\frac{1}{2} \frac{H}{R}\right)^2} \tag{4}$$

où

n : est le nombre de réflexions,

H : l'altitude de l'ionosphère,

R : le rayon de la Terre et

V : la vitesse propagation de l'onde radioélectrique dans l'espace libre.

Les courbes de la figure 3 montrent la relation entre H et τ pour différentes valeurs de n. Pour une altitude ionosphérique fixe, il aurait été logique de trouver les différents points expérimentaux de cette figure au voisinage des courbes. Les résultats obtenus sont cependant très ambigus.

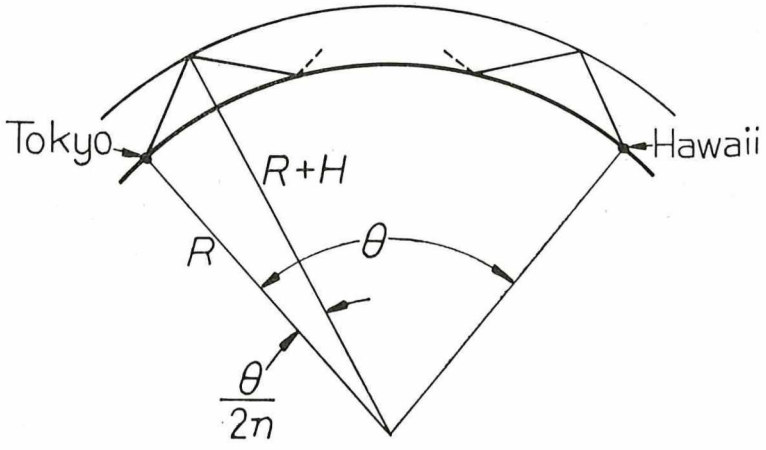


Fig. 2.

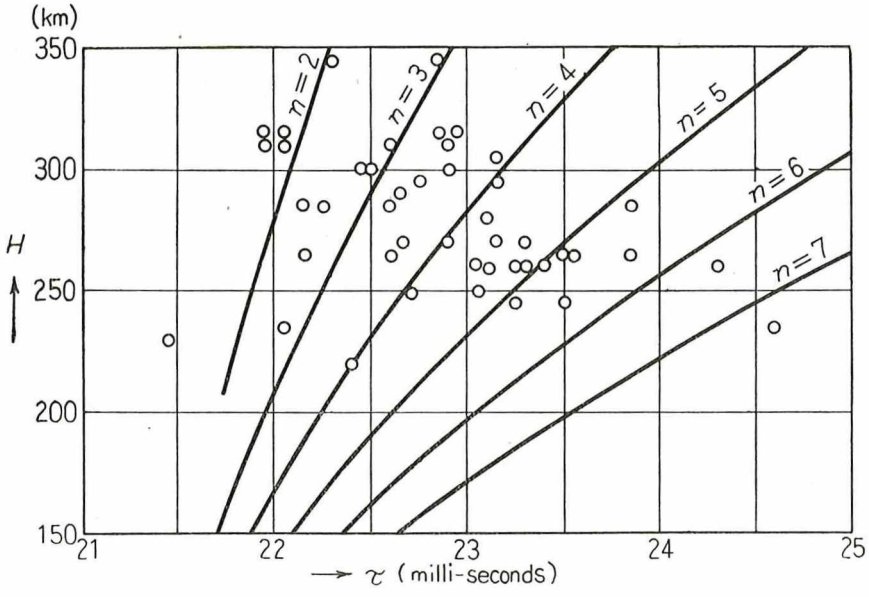


Fig. 3.

En conclusion, l'hypothèse d'une latitude uniforme entre Hawaï et Tokyo doit être loin de la vérité. Par conséquent, afin de déterminer le temps de transmission, il paraît nécessaire :

a) d'utiliser les données d'observation obtenues simultanément aux deux stations ;

b) il convient de tenir compte du fait que :

$$b - a = 2(T2 - T1) \qquad (5)$$

et de ce que la régularité du signal des secondes est satisfaisante à présent, le signal étant contrôlé aux deux stations par une horloge à quartz ; il est donc évident que $(b - a)$ doit être une constante pendant une période de temps considérable ; ce fait constituerait une raison suffisante pour rejeter les données de caractère irrégulier, sur le signal reçu.

c) Après avoir prouvé que $(b - a) =$ constante, $\frac{1}{2}(a + b)$ donnerait le temps de transmission réel du signal à cet instant. Ce point sera étudié prochainement ; si l'on obtient des résultats intéressants, ceux-ci seront rapportés à l'Assemblée Générale.

Maroc

N° 169. — Rapport du Comité National à la Commission III

Depuis la XIe Assemblée Générale à La Haye, les événements survenus au Maroc ont quelque peu perturbé l'exécution des programmes qui avaient été élaborés.

Cependant, si certaines études ont été retardées et même parfois suspendues, les sondages ionosphériques n'ont subi aucune interruption importante et leur continuité a pu être sauvegardée.

D'autre part, les programmes antérieurement dressés ont pu, au cours de l'année 1956, être reconsidérés et certains ont pu même recevoir un commencement de réalisation. L'Année Géophysique Internationale sera donc abordée, au Maroc, avec des moyens inférieurs à ce qui était escompté en 1954, mais néanmoins avec des espoirs de progrès.

Ionosphère. — A Casablanca, la station de sondage a poursuivi les enregistrements.

Elle a été équipée de façon à satisfaire au mieux aux cadences de sondages accélérées réclamées pour l'Année Géophysique Internationale. Cependant, des limitations sont à craindre pour manque de personnel.

A Rabat, le Laboratoire Ionosphérique est en voie d'équipement progressif.

L'enregistrement du champ de la station de radiodiffusion d'Allouis (6200 kc/s) est en cours depuis janvier 1956. Cette liaison est sensible aux évanouissements et ceux observés sont signalés dans les Ursigrammes ; ils sont également confrontés avec les renforcements d'atmosphériques sur 27 kc/s. Cet enregistrement a permis, à plusieurs reprises, de préfigurer les alertes de l'Année Géophysique, des accélérations de sondages ayant été opérées sur indication d'un évanouissement brusque.

La variation diurne du champ de la station fait l'objet d'une étude continue.

Elle montre que les jours calmes, l'absorption à incidence oblique est, sur cette fréquence, proportionnelle à $(\cos Z)^n$, Z étant la hauteur zénithale solaire au point milieu du trajet et « n » un exposant dont la valeur moyenne a été trouvée, en 1956, égale à 0,74.

Des sondages à incidence oblique ont été effectués entre Fribourg et Rabat sur des fréquences de l'ordre de 17 Mc/s, aux fins de contrôle des prévisions ionosphériques. De plus, les différences de longueur des trajets multiples suivis par les ondes ont été mesurées et trouvées, dans la plupart des cas, en accord avec une propagation optique.

Cependant, de part et d'autre de la période nocturne de coupure, les rayons haut et bas apparaissent. Une étude plus approfondie du phénomène nécessiterait un sondage vertical au voisinage du milieu du trajet. Des abaques ont été construits en vue de cette étude.

La publication des cartes solaires de l'Observatoire de Meudon, des Solar-Data du C.R.P.L., des mesures du rayonnement radioélectrique du soleil par l'Observatoire Royal de Belgique, ont permis de dresser dès janvier 1956, des tableaux de comparaison entre les événements solaires et les anomalies ionosphériques observées à Casablanca.

Des observations intéressantes ont été tirées de ces tableaux, telles que l'association des pointes d'Es diurne avec les éruptions chromosphériques.

L'accroissement de l'ionisation de la région E la nuit, sous forme de couche épaisse vers 150 km d'altitude, a pu être associée

avec une bonne corrélation aux accroissements de l'activité magnétique.

Certaines ascensions brusques de la région F, ayant tendance à se produire vers 05 h. 00, et 21 h. 00, ont pu être classées comme phénomènes de marées, quoique les causes de leur manifestation n'aient pu être encore déterminées.

La suggestion faite dans le rapport du Comité Marocain à la XIe Assemblée Générale, quant à la publication dans les bulletins de sondages des anomalies observées à chaque station, est ici renouvelée.

Il ne semble pas qu'il y ait d'autre moyen pour obtenir une vue synoptique des anomalies de l'ionosphère, dans le but de discriminer les phénomènes locaux des phénomènes mondiaux.

Les indices d'ionisation des régions E et F ont été déterminés chaque mois par une méthode graphique. Les courbes, pour chacune des régions, représentent un assez bon parallélisme. En ce qui concerne la région E l'exposant « n » de la formule $fo = fm(\cos Z)^n$ varie de façon erratique autour d'une moyenne égale à 0, 32 ce qui indiquerait un gradient de température positif. Quant à la région F l'exposant « n » représente une variation saisonnière marquée, avec une moyenne de 0,22 ce qui indiquerait un gradient de température légèrement négatif mais tendant en hiver à monter au-dessus de 0,25, correspondant à l'isothermie.

Aucun gradient de température négatif n'ayant été observé au cours des sondages par fusée, à l'altitude de la région F1, il y a lieu de rechercher les causes, autres que la température, pouvant rendre « n» inférieur à 0,25.

Nouvelle-Zélande

N° 158. — Rapport du Comité National

(Traduction)

1. — Programme du Collège Universitaire de Canterbury

a) Observations des météores par radar

Un programme considérable a été accompli à la station de campagne de Springston, concernant les observations des météores

par radar. Une surveillance radar des pluies météoriques de l'hémisphère sud a été réalisée et répétée en utilisant un appareillage plus sensible en vue d'étudier l'influence des petits météores (grande vitesse) (1, 2, 3).

On a étudié les mesures par radar des vitesses des météores et des recherches ont été effectuées sur les facteurs troublant la détection des météores par les méthodes radar.

b) Observations d'aurores par radar

Une partie des équipements radar de cette station est maintenant utilisée pour l'étude des aurores australes, et ce travail sera poursuivi pendant l'A.G.I.

c) Etudes ionosphériques

Un équipement de sondage vertical par impulsions, de haute sensibilité, travaillant sur 1,75 Mc/s a été construit pour les recherches ionosphériques sous la région E.

Les résultats des travaux effectués pendant les six premiers mois, ont été publiés (4) et un travail ultérieur doit être publié sous peu (5). Les recherches continuent et une liaison expérimentale avec le Laboratoire de Physique du Dominion doit être effectuée en vue de l'étude de la diffusion avant des ondes de très haute fréquence, liaison dans laquelle la station de Springston se trouvera au point milieu du trajet suivi.

RÉFÉRENCES

1. Ellyett, Roth. — *Australian Journal of Physics,* **8**, p. 390, 1955.
2. Ellyett, Keay. — *Australian Journal of Physics,* **9**, p. 471, Dec. 1956.
3. Ellyett, Fraser. — *Australian Journal of Physics,* **8**, p. 273, 1955.
4. Gregory, J. — *Australian Journal of Physics,* **9**, p. 324, 1956.
5. Gregory, J. — A paraître dans *J. Geophysical Research* in Sept. 1957.

2. — Programme de l'Observatoire Géophysique (D.S.I.R.)

a) Stations de sondage vertical

Les trois stations néo-zélandaises permanentes de sondage ionosphérique ont été rééquipées en vue de l'A.G.I. ; une quatrième station supplémentaire a été créée à Scott Base, Mc Murdo Sound.

Celles de Ragatonga, Godley Head (Christchurch) et Scott Base sont déjà équipées d'une nouvelle ionosonde panoramique à grande puissance (10 kW), travaillant dans la gamme de fréquence 1-22 Mc/s, la durée de balayage est de 7 secondes.

Campbell Island est équipé d'un appareil J.28 reconstruit et modifié. Les enregistrements de ces stations seront conformes aux recommandations de l'A.G.I.

b) Physique ionosphérique

Un travail considérable a été réalisé au sujet des altitudes réelles et des densités électroniques des couches ionosphériques. Une méthode de calcul des altitudes réelles à partir des altitudes virtuelles, méthode tenant compte de l'influence du champ magnétique terrestre, a été développée et appliquée aux conditions ionosphériques à Christchurch. Ce travail fut utilisé pour composer une image d'un jour caractéristique.

Des développements ultérieurs ont été réalisés à partir de cette représentation relativement simple, en particulier quant à la région F. Les résultats de ce travail ont été publiés (1, 2, 3, 4, 5).

c) Orages ionosphériques

Des travaux ont porté sur l'origine et le comportement des perturbations géomagnétiques à début brusque et sur leur valeur indicative comme agents précurseurs de perturbations ionosphériques. Ces travaux ont été publiés (6).

RÉFÉRENCES

1. King, G. A. M. — Electron Distribution in the Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **5**, p. 245, 1954.
2. King, G. A. M. — Electron Distribution in the Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **8**, p. 184, 1956.
3. King, G. A. M., Cummack, C. H. — Electron Distribution in the Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **8**, p. 270, 1956.
4 King, G. A. M., Cummack, C. H. — The Structure of the F2 Layer. *N. Z. Specialist Conference on Radio Research*, Aug. 1955.
5. King, G. A. M., Cummack, C. H. — F2 Layer in the Ionosphere. *A.N.Z.A.A.S. Conference 32nd Meeting*, Jan. 1957.
6. Beagley, J. W., Bullen, J. M. — Ionospheric Currents and Geomagnetic Sudden Commencements. *N. Z. Specialist Conference on Radio Research*, Aug. 1955.

3. — Programme du Laboratoire de Physique du Dominion

a) Propagation d'ondes de très basse fréquence

Des observations portant sur la variation diurne de phase dans les transmissions sur 16 kc/s émises par G. B. R. Rugby et captées en Nouvelle Zélande ont été effectuées. On a tenté d'expliquer ces transmissions en se basant sur un mode de propagation par ondes guidées.

Un travail concernant les anomalies brusques de phase dans les transmissions sur 16 kc/s pendant l'éruption solaire du 23 février 1956 a été publié (1).

b) Fréquences maxima utilisables

Des enregistrements, continus pendant plus de quatre années, des signaux émis par la station WWVH et captés en Nouvelle Zélande sur 15 Mc/s ont été effectués. L'hypothèse d'un mécanisme de transmission par sauts multiples consistant en trois réflexions ionosphériques successives a été trouvée plus compatible avec les données à incidence verticale que le mécanisme conventionnel de transmission par diffusion avant, supposé implicitement dans les prévisions des fréquences maxima utilisables par la méthode du point de contrôle. Cette première hypothèse est renforcée par l'observation d'une grande cohérence de phase des signaux reçus (2, 3).

c) Aurores et Lumière du Ciel Nocturne

(programme effectué en collaboration avec l'Observatoire Carter)

Pendant l'A.G.I., les aurores australes seront étudiées à l'aide des moyens suivants :

a) Observations des fréquences maxima utilisables et de l'absorption ionosphérique à l'aide de transmissions par impulsions partant de Mc Murdo Sound, Antarctique, et captées en six emplacements largement dispersés de chaque côté de la zone aurorale sud (bande de 12 à 24 Mc/s) ;

b) Observations radar sur 55 Mc/s effectuées à Invercargill (52° S géomagnétiques) ;

c) Cameras du ciel global ;

d) Cameras de parallaxe, sur 180 km de base, pour la détermination des hauteurs des formes aurorales ;

e) Spectrographie (utilisation d'un spectrographe de surveillance américain et d'un spectrographe à haute dispersion) ;

f) Observations visuelles faites en de nombreux endroits.

d) *Mouvements ionosphériques*

Des observations mensuelles par la méthode des récepteurs peu espacés, dans la bande des 2 Mc/s ont été poursuivies depuis septembre 1952. Une étude de l'interprétation des enregistrements d'évanouissements suivant les modèles d'interférences au sol a été effectuée. Diverses méthodes de détermination de la vitesse des mouvements ont été examinées (4, 5, 6, 7).

La correspondance entre le modèle au sol et les événements se produisant dans l'ionosphère a été également étudiée (8).

RÉFÉRENCES

1. Allan, A. H., Crombie, D. D., Penton, W. A. — Long path VLF frequency variations associated with the Solar Flare of 23 February 1956. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **10**, p. 110, 1957.
2. Allcock, G. M. — The prediction of maximum usable frequencies for radio communication over a transequatorial path. *Proc. I.E.E.*, **103** B, p. 547, 1956.
3. Allan, A. H. — Variations of received frequency of WWVH. *J.I.E.E.*, **1** (New Series), p. 650, 1955.
4. Court, G. W. G. — Ionospheric wind determination from spaced radio receiver fading records. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **7**, p. 333, 1955.
5. Chappell, D. W. G., Henderson, C. L. — The determination of the horizontal velocity of ionospheric movements from fading records from spaced receivers. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **8**, p. 163, 1956.
6. Court, G. W. G., Gilfillan, E. S. — A determination of ionospheric winds for a 24 hour period. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **8**, p. 169, 1956.
7. Barber, N. F. — A correlation treatment of fading signals. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **8**, p. 318, 1956.
8. Drummond, J. E. — The connection between ionospheric patterns and field strengths reflected on the ground. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **9**, p. 282, 1956.

4. — Programme du Collège Universitaire d'Auckland et de l'Office Néo-Zélandais des Postes

Le Collège Universitaire d'Auckland a effectué, à la station de Recherches de Seagrove, une série d'observations sur les portées

et les angles verticaux d'arrivée des signaux émis sur ondes courtes par des stations très éloignées.

Un radio-interféromètre tournant a été réalisé et utilisé pour mesurer les variations lentes de ces angles d'arrivée, ainsi qu'un nouveau radiogoniomètre automatique pour l'observation des fluctuations rapides. On a étudié la question de l'effet antipodal dans la propagation à longue distance (1).

L'Office Néo-Zélandais des Postes, en collaboration avec la station de Recherches de Seagrove a accompli une série d'observations sur des transmissions spéciales par impulsions partant de Slough (Royaume Uni) et également sur des transmissions en provenance d'Osaka (Japon). Des observations furent effectuées à Seagrove (angles d'arrivée), à Wellington (niveau du signal et forme de l'impulsion) et à Invergargill (portée et forme de l'impulsion).

Ce travail a été publié (2).

RÉFÉRENCES

1. Whale, H. A. — An estimate of the size of the Antipodal area in short wave propagation. *J. Atmos. Terr. Phys.*, **9**, p. 159, 1956.

2. *N. Z. Post Office Research Report*, nº 12.

Pays-Bas

Nº 167. — Rapport du Comité National

Compte-rendu sur la période mai 1954 — mai 1957

1. — *Sondages ionosphériques à incidence verticale*

A la station ionosphérique de De Bilt on a effectué toutes les heures et demi-heures les mesures ordinaires de *h'f* à l'aide d'un sondeur panoramique d'une puissance de 10 kW, qui a été construit par la Section géophysique de l'Institut royal météorologique néerlandais (K.N.M.I.). Les valeurs enregistrées ont été publiées dans les bulletins mensuels (1).

Le laboratoire de radio-électricité des P.T.T. a construit trois sondeurs panoramiques d'une puissance de 10 kW, destinés respectivement à la station-A.G.I. de Paramaribo (Surinam),

à la station-A.G.I. de Hollandia (Nouvelle-Guinée néerlandaise) et à la station de la K. N.M.I. à De Bilt (pour des recherches spéciales).

Un sondeur de grande puissance fonctionnant à petite vitesse a été installé dans la station ionosphérique des P.T.T. à Leidschendam. A Leidschendam fut construite une installation expérimentale pour enregistrer la hauteur de la réflexion ionosphérique à l'aide de compteurs décimaux et d'un téléimprimeur. Pour les rapports signal-bruit pas trop mauvais, on a atteint une précision d'environ 0.5 km. En outre on a connecté électroniquement le condensateur d'accord d'un sondeur ionosphérique à un téléimprimeur afin que l'opérateur puisse faire enregistrer les fréquences critiques pendant le saut de fréquence. Jusqu'ici une connexion électronique assurant l'enregistrement des échos par le téléimprimeur n'a pas encore été réalisée. Des expériences ont été faites en ce qui concerne l'enregistrement d'ionogrammes sur bandes magnétiques au lieu de films.

Cette méthode semble être pratique parce qu'elle crée la possibilité d'établir des Ursigrammes tenus à jour jusqu'au tout dernier moment. On étude la possibilité de faire des prévisions ionosphériques à l'aide d'une calculatrice électronique du type IBM 650.

2. — *Mesures d'absorption*

Des mesures ordinaires d'absorption ont été effectuées à De Bilt. Les détails sur la méthode appliquée, ainsi que sur l'influence des réflexions du sol, les fadings à cadence rapide et à cadence lente et les effets de polarisation, ont déjà été publiés, en même temps que quelques résultats expérimentaux (2).

Les valeurs des mesures journalières effectuées régulièrement à midi sont publiées dans le *Monthly Bulletin* (1).

3. — *Polarisation à incidence verticale*

Durant plus d'une année la Section « I.R.A. » des P.T.T. a effectué à la station radio-émettrice de Kootwijk sur 2290 Mc/s et 3572 Mc/s des observations de la polarisation d'ondes radio-électriques à réflexion verticale.

La réduction des résultats n'est pas encore terminée, mais selon toute probabilité ils seront en accord avec la théorie de Budden.

4. — *Polarisation et liaisons radio-électriques à longue distance*

En coopération avec le laboratoire de la R. C. A., on a étudié la réception de signaux émis par Kootwijk sur 18.210 Mc/s, tant à polarisation circulaire que linéaire.

Il n'a pas été constaté de différence notable.

5. — *Les effets « Doppler » à incidence verticale*

A l'Ecole technique supérieure de Delft fut perfectionné l'équipement utilisé pour la mesure des effets « Doppler » d'une onde à fréquence fixe et à réflexion verticale. Sous peu les mesures seront reprises.

6. — *Bruit sur ondes longues*

A la station radio-réceptrice des P.T.T. à Nederhorst den Berg (NERA) sont enregistrées de façon continue les perturbations atmosphériques dans les directions nord/est-sud/ouest et nord/ouest-sud/est ; on se sert à cette fin de deux antennes fermées travaillant sur 25 kc/s.

7. — *Mesures du « drift » ionosphérique*

Le « drift » dans l'ionosphère est mesuré régulièrement à Kootwijk et à NERA à l'aide de récepteurs peu espacés sur 2290 et 3572 Mc/s ; ces mesures sont effectuées simultanément avec des mesures analogues à Breisach près de Strasbourg.

On envisage de procéder également à des mesures du « drift » à De Bilt ; l'appareillage nécessaire à cet effet a déjà été construit.

8. — *Diffusion vers l'avant*

En coopération avec le service radio des P.T.T. néerlandais deux liaisons expérimentales (à savoir Kootwijk-sud de la France et Kootwijk-Rome) ont été essayées sur une fréquence de 51.3 Mc/s.

9. — *Variations géo-électriques*

Les variations géo-électriques sont enregistrées à Witteveen, Kootwijk, Paramaribo et Hollandia (3).

Le rapport entre les variations géo-magnétiques et géo-électriques a été étudié à la station magnétique de la K.N.M.I. située à Witteveen (4).

10. — *Détails divers*

La section « I.R.A. » des P.T.T. néerlandais a également effectué des recherches sur les sujets ci-après : des mesures d'intensité de champ deW.W.V. et de liaisons transatlantiques, les effets Dellinger, la propagation ionosphérique, les échos d'ondes radioélectriques autour de la terre et les codes d'Ursigrammes. A De Bilt ont été effectuées des mesures continues d'intensité de champ de M.S.F. (Angleterre). Les résultats de quelques recherches faites sur les variations géo-magnétiques causées par des éruptions solaires ont été publiés dans le Bulletin nº 12 *h* de l'I.A.T.M.E. (5). Les détails sur les recherches que la Section géophysique du K.N.M.I. a effectuées sur l'Electrojet équatorial en prenant en considération la déviation de l'axe di-pôle de la terre, ont également été publiés (6).

RÉFÉRENCES

1. *Monthly Bulletin on Ionospheric, Geomagnetic, Solar-Noise, Long Wave Atmospheric-Noise and Cosmic-Ray Data*, issued by the Royal Netherlands Meteorological Institute. — This Bulletin contains data on *fo* and *h'* of E, E2, E*s*, F1 and F2, the factors M 3000 and M 1500 of F2, the factors M 1500 of F1, the values *yp* and *hp* of F2, the absorption index A, the geomagnetic character figures K from the Observatory Witteveen, the Ionospheric disturbance index I, the cosmic ray figures from the Physics Laboratory of Amsterdam and Solar Radio Noise data of the station NERA (Netherlands P.T.T.).

2. C. J. VAN DAATSELAAR. — Ionosferische absorptie waarnemingen op het K.N.M.I., *Tijdschrift Nederlands Radio Genootschap*, 21, 49-63, 1956 (Avec sommaire en anglais).

3. A. H. DE VOOGT. — The use of earth-potential measurements for magnetic-ionospheric storm-indication. *Journ. Atm. and Terr. Phys.*, 5, 108-110, 1954.

4. J. G. SCHOLTE, J. VELDKAMP. — Geomagnetic and Geoelectric Variations. *Journ. Atm. and Terr. Phys.*, 6, 33-45, 1955.

5. J. BARTELS, J. VELDKAMP. — Geomagnetic Indices K and C, 1953, *I.A.T.M.E. Bulletin*, nº 12 h.

6. J. VELDKAMP, J. G. SCHOLTE. — Some remarks on the Equatorial Electrojet, as revealed by the analysis of Solar Flare Effects. *Ind. Journ. Meteor. and Geophys.*, 5, 203-212, 1954.

Pologne

N° 206. — Rapport du Comité National à la Commission III

(*Traduction*)

Dans le champ des recherches ionosphériques, les sujets suivants ont été considérés en Pologne :

1. Observation des possibilités de réception des signaux de haute fréquence aux longues distances, en dérogation à la fréquence maximum utilisable (1).
2. Etude des cas de concentration anormale d'énergie électromagnétique par l'ionosphère.
3. Observations de la propagation ionosphérique sur les trajets extra-orthodromes (2).
4. Etude des évanouissements (3).
5. Etude des méthodes de prévision ionosphérique à court terme (4).

RÉFÉRENCES

1. S. Jasinski, S. Manczarski. — Recherches sur la probabilité de réception des ondes courtes aux grandes distances aux fréquences inférieures à la fréquence maximum utilisable moyenne, et aux fréquences supérieures à celle-ci. *Prace Instytutu Lacznosci*, 2, 1956, pp. 52-68 (en polonais).
2. S. Manczarski, S. Jasinski. — Radiocommunications ionosphériques sur les trajets extraorthodromes. *Rapport préliminaire*, Varsovie, 1955.
3. S. Manczarski. — Diffusion ionosphérique des ondes et son intérêt pratique. *Prace Instytutu Lacznosci*, 3, 1956, pp. 44-90 (en polonais).
4. S. Jasinski. — Prévision à court terme des orages ionosphériques et des perturbations des radiocommunications. *Prace Instytutu Lacznosci*, 1, 1954, pp. 1-19 (en polonais).

Royaume-Uni

N° 124. — Rapport du Comité National à la Commission III

(W. J. G. Beynon)

(*Traduction*)

Ce rapport résume les travaux effectués au Royaume-Uni de juin 1954 à mars 1957. Référence à certains sujets (physique des

météores, observation des radiosources, observation radioélectrique des aurores) a été faite dans le rapport à la Commission V.

1. — Sondages ionosphériques a incidence verticale

a) *Observations continues de h'(f).* — Ces observations ont été poursuivies à Slough, Inverness, Singapore, Ibadan, Port Stanley et Port Lockroy. Les observations de Khartoum ont été suspendues en 1955 vu les difficultés de personnel en cette station.

b) *Mesures d'absorption.* — Des mesures continues d'absorption ont été faites à Slough, Singapore, Ibadan et Port Stanley, et une description de l'appareillage utilisé en ces stations a été publiée (1). Les mesures d'absorption ionosphérique à incidence verticale sur la fréquence de 2 Mc/s ont été analysées en vue de confirmer l'hypothèse d'une couche E de Chapman (2). On peut montrer théoriquement que quand une onde de haute fréquence est réfléchie par une couche de Chapman en présence du champ magnétique terrestre, une absorption importante a lieu au voisinage du niveau de réflexion (3), et les mesures d'absorption faites sur deux fréquences pendant toute la durée d'un cycle undécennal solaire sont venues confirmer ce phénomène (4). Une étude des différences auxquelles on peut s'attendre entre les mesures d'absorption faites en deux stations séparées de quelques centaines de kilomètres a été faite. En tenant compte des sources d'erreur connues, on peut considérer que les résidus observés pendant les mois d'été sont trop petits pour être significatifs mais que les différences réelles se présentent probablement en hiver (5).

2. — Prévisions ionosphériques

Avant 1955, des prévisions ionosphériques sous forme de cartes où le globe terrestre était subdivisé en quatre zones donnaient les fréquences maxima utilisables. En 1955 un nouveau système de présentation a été introduit ; dans ce système, les lignes d'égale fréquence critique sont tracées pour une heure donnée sur une carte unique. Douze cartes pour chaque heure paire (temps universel) sont préparées actuellement (6).

3. — Analyse des résultats des observations ionosphériques

Des méthodes ont été développées pour une détermination rapide des courbes de distribution électronique à partir des enregis-

trements de $h'(f)$, en tenant compte du champ géomagnétique (7). Ces distributions électroniques ont été calculées (en négligeant l'effet du champ) pour un ensemble de jours magnétiquement calmes en différents lieux, saisons et heures du jour (8), et les informations résultantes ont été utilisées pour suggérer une explication théorique des processus de production et de disparition des électrons dans les couches F1 et F2 (9, 10). Une étude des hauteurs vraies de réflexion sur des couches ayant une distribution électronique parabolique a été faite, et des expressions générales convenables en ont été déduites pour le cas de sections paraboliques contiguës et de couches intermédiaires de divers types (11). Certaines perturbations de la couche F2 peuvent être envisagées comme des redistributions de l'ionisation sur un intervalle d'altitude, et une technique permettant de reconnaître les variations de ce type a été mise au point (12).

L'examen de la densité électronique maximum dans la couche F2 à diverses latitudes magnétiques a montré que le creux équatorial de midi, détecté antérieurement, se comble au coucher du Soleil et est remplacé vers la fin de la soirée par une crête équatoriale (13).

La théorie de la formation et des variations d'une couche ionisée, suivant Chapman, a été modifiée pour les conditions quasi-stationnaires envisagées dans la couche E (14). Une comparaison entre le comportement observé de la couche E et les prévisions de cette théorie améliorée a mis clairement en évidence l'effet du système des courants horizontaux S_q de la couche E (15, 16). L'ionosphère, en fait, se comporte comme une dynamo, et ce résultat fournit une explication raisonnable d'un certain nombre d'anomalies de la couche E décrites antérieurement (17). L'influence motrice du système S_q sur les caractéristiques de la couche E se reconnaît le plus simplement quand on fait l'étude des variations diurnes des hauteurs équivalentes aux latitudes élevées et basses, mais l'analyse des résultats a montré aussi qu'un courant S_q dirigé de l'ouest à l'est tend à élever la valeur de la densité électronique de crête N_m, alors qu'un courant S_q dirigé de l'est à l'ouest tend à la réduire.

Il en résulte que N_m augmente aux basses latitudes, est inchangé à la latitude du foyer du courant S_q, et diminue aux latitudes plus élevées. Cette tendance de N_m à être relativement forte aux basses latitudes explique pourquoi les lieux géographiques à N_m constant, aux équinoxes, ne sont pas distribués sur des cercles

centrés sur le point sub-solaire, mais sur des ellipses dont le grand axe est dirigé de l'est à l'ouest. Elle explique également pourquoi le maximum à midi de N_m ne coïncide pas avec le point sub-solaire aux solstices, mais se trouve toujours plus rapproché de l'équateur.

L'influence du système des courants S_q sur la densité électronique maximum dans la couche E normale a été mise en évidence, et l'on a montré que les données sur la couche E peuvent être utilisées aux fins de localiser la position moyenne des foyers du système de courants (18).

4. — Irrégularités ionosphériques et mouvements horizontaux

Des rapports résumant l'état de nos connaissances sur les irrégularités et les mouvements horizontaux de l'ionosphère ont été publiés (19, 20), et une étude détaillée des applications de la théorie de la diffraction aux ondes réfléchies par une ionosphère irrégulière a été faite (21, 22). La prise en considération de certains points de détail intervenant dans l'analyse des enregistrements d'évanouissements en des stations de réception éloignées (23, 24, 25, 26) a mis en évidence le fait que les délais dans le temps doivent être considérés comme variables même si la vitesse de dérive est constante. On a montré que les irrégularités de la région F responsables de la « scintillation » des radiosources sont allongées dans la direction du champ géomagnétique, alors que celles responsables des évanouissements des ondes réfléchies sont quasi isotropes et n'accusent pas d'orientation préférentielle (27, 28).

On a établi expérimentalement que les « sursauts » d'intensité des ondes de haute fréquence réfléchies à incidence verticale par l'ionosphère sont causés par des focalisations ; les détails de ce phénomène ont été investigués pour la région E (29) et la région F (30). Une comparaison entre les dérives ionosphériques mesurées par différentes méthodes a montré que les irrégularités à grande échelle responsables de la focalisation se meuvent avec les mêmes vitesses que les irrégularités à petite échelle responsables des évanouissements (31). L'évanouissement des ondes de fréquence comprises entre 16 et 2400 kc/s propagées sur différentes distances, a été étudié (32). Un instrument pour enregistrer automatiquement les délais entre caractéristiques des évanouissements radioélectriques a été construit et mis au point (33).

L'effet des irrégularités ionosphériques sur les observations radiogoniométriques a été étudié (34, 35, 36).

5. — Propagation des ondes longues et très longues

Des travaux théoriques sur la réflexion des ondes longues et très longues par l'ionosphère, à incidences verticale et oblique, en présence du champ géomagnétique incliné, ont été effectués partiellement par des méthodes analytiques (37) et partiellement par le calcul numérique (38, 39). On a montré que la méthode théorique consistant à déterminer la réponse de l'ionosphère à une impulsion peut être envisagée utilement (40). Les variations d'amplitude et de phase d'une onde de 16 kc/s, réfléchie à incidence aigüe, ont été étudiées en fonction de l'heure du jour et de la saison (41).

6. — Propagation ionosphérique a incidence oblique

Une étude de synthèse concernant la propagation radioélectrique à longue distance sur les fréquences supérieures à 30 Mc/s a été publiée (42), et une série étendue d'observations sur la propagation des ondes de haute fréquence (27,41 et 89 Mc/s) par diffusion avant ionosphérique sur des distances de 935 et 1185 km a été faite (43-44). Il a été suggéré que cette propagation est au moins partiellement due à des sursauts d'ionisation dans la région E, produits par des décharges orageuses dirigées vers le haut (45), mais le fait que ces décharges donneraient lieu à des groupes de courts sursauts uniformément répartis dans le temps reste à établir (46). D'autres études de la réception de signaux dans la bande de 23-27 Mc/s, sur des distances de 900 à 1900 km, ont également indiqué que des communications peuvent être maintenues pendant de longues périodes sur ces fréquences, aussi bien en été qu'en hiver (47).

La propagation ionosphérique aux hautes fréquences peut être étudiée par les techniques de « diffusion-arrière ». Des détails ont été publiés sur les équipements développés pour ces études (48, 49), ainsi qu'une description des mesures déjà faites (50). Il a été mis en évidence que, pour certains trajets de propagation et dans certaines conditions ionosphériques, la diffusion arrière de signaux par la région F2 à partir du sol jusqu'en des points nettement transhorizontaux peut produire de sérieuses interférences avec les signaux reçus normalement par diffusion avant sur la région E (51).

Une comparaison a été faite entre les performances des circuits radiotélégraphiques à haute fréquence et celles prédites à partir des sondages ionosphériques (52). Une étude des angles d'arrivée de signaux impulsifs transmis à de grandes distances a été faite (53). La composante rapide de la variation d'intensité du signal d'émetteurs lointains dans la bande 6-18 Mc/s s'est montrée en excellent accord avec l'hypothèse d'une distribution de Rayleigh (54). Dans les expériences décrites dans (54), on n'a trouvé aucune différence significative entre les réceptions par diversité spatiale ou de polarisation.

Des expériences sur une distance de 740 km ont montré que l'évanouissement d'amplitude des échos correspondants satisfait à la loi de réciprocité dans 99 % des cas (55, cf. également 47). On observe quelquefois que les performances de circuits transéquatoriaux de radiocommunication sur haute fréquence diffèrent considérablement dans les deux directions. Les résultats obtenus suggèrent que cette asymétrie des circuits pourrait être due à une réduction du rapport signal-bruit dans une direction, par suite de l'activité orageuse dans la direction du faisceau principal de l'antenne réceptrice (56).

7. — Influence des phénomènes solaires sur l'ionosphère

a) Observations ionosphériques au cours d'éclipses solaires. — Les effets des éclipses de Soleil sur l'ionosphère ont été décrits (57) et un certain nombre de publications donnant les résultats d'observations ionosphériques au cours d'éclipses solaires dans la période 1952-1955 ont été résumés (58-69). L'éclipse du 30 juin 1954 a eu lieu durant la période du minimum solaire mais les observations ionosphériques, aussi bien à Slough qu'à Inverness indiquèrent un léger éclaircissement du disque solaire au limbe équatorial ainsi qu'un léger assombrissement aux pôles, chacun d'eux représentant un écart d'environ 5 % à l'uniformité (59, 60). Les observations ionosphériques au cours des éclipses du 25 février 1952 et du 20 juin 1955 ont montré également que la distribution des sources de radiation ionisante pour la couche E et la couche F n'est pas uniforme sur le disque solaire. Une relation probable entre sources ionisantes isolées et aires brillantes sur la raie coronale 5303 A a été mise en évidence. Des contributions traitant des effets observés dans la région F2 au cours des éclipses de 1940, 1947, 1952, 1954 et 1955 ont été publiées (62, 63). Des mesures

radiogoniométriques, faites à incidences verticale et oblique pendant l'éclipse du 30 juin 1954, montrèrent que la surface effective réfléchissante de la couche F2 était inclinée vers l'éclipse d'une quantité compatible avec la géométrie de phénomène (64). Des mesures d'absorption ionosphérique à l'occasion de l'éclipse du 25 février 1952 indiquèrent une distribution de la radiation ionisante sur le disque solaire en bon accord avec ce qui avait été trouvé pour les couches E et F1 au cours de cette même éclipse (65). Des détails sur les effets d'éclipse observés le 30 juin 1954 sur l'amplitude et la phase des ondes longues et moyennes à incidences verticales et oblique ont été publiés (66).

L'interprétation des mesures ionosphériques pendant les éclipses solaires, et en particulier l'estimation de la brillance relative des sources localisées, dépend de la valeur adoptée pour le coefficient effectif de recombinaison (67). De nouvelles estimations des coefficients effectifs de recombinaison pour les couches E et F1 ont été déduites d'observations récentes d'éclipses (68, 69).

b) *Indice d'activité solaire.* — Les prévisions ionosphériques requièrent l'établissement d'un indice d'activité solaire étroitement lié à l'intensité de la radiation ionisante. Dans le passé, le nombre relatif de taches R a été utilisé dans ce but, mais les mesures d'éclipses ionosphériques ont montré qu'il n'y a pas de relation directe entre les taches et les sources de radiation ionisante. Récemment, un nouvel indice d'activité solaire reposant sur les mesures à long terme des fréquences critiques de la région F2 en trois stations espacées (Slough, Huancayo et Watheroo) a été établi (70). Certains effets ionosphériques exceptionnels observés à l'occasion de la grande éruption chromosphérique du 23 février 1956 ont été décrits (71, 72) et une revue des recherches récentes sur les radiations corpusculaires du Soleil a été publiée (73).

8. — Théorie

On a montré que le théorème de réciprocité s'applique aux ondes tombant obliquement dans le méridien magnétique sur une ionosphère stratifiée en couches horizontales (74). Une méthode pour calculer les rayons électromagnétiques dans l'ionosphère au moyen de calculateurs digitaux a été décrite (75) et appliquée aux ondes

incidentes sur une distribution parabolique de densité électronique, pour un domaine de longueurs d'onde, d'angles d'incidence et d'angles du champ magnétique imposé (76). Ces résultats ont été comparés aux calculs qui négligent les effets du champ magnétique, en vue d'une meilleure détermination de la fréquence maximum utilisable. La suggestion qu'il existe une « quatrième condition de réflexion » a été critiquée (77).

L'influence du champ magnétique terrestre sur la turbulence ionosphérique a été envisagée (78). On a montré que la diffusion joue probablement un rôle important sur la forme de la couche F, particulièrement la nuit, même à l'équateur où elle peut également être responsable du renforcement des irrégularités ionosphériques (80). Une courte revue des mathématiques impliquées dans la propagation ionosphérique des ondes a été faite (81).

Le phénomène de l'atténuation des ondes radioélectriques par des réflexions ionosphériques partielles et par la diffraction a été examiné théoriquement, et un théorème d'équivalence mettant en relation les propagations à incidence oblique et à incidence verticale a été établi (82).

Dans les calculs théoriques relatifs aux observations de $h'(f)$, les valeurs de l'indice de réfraction « de groupe » sont requises ; des tables de ce paramètre ont été calculées (83).

D'autres contributions théoriques sont citées dans les références (3, 7, 14, 21, 22, 28 et 37 à 40).

9. — Sujets divers

Une méthode appliquant un genre spécial de modulation de fréquence a été développée en vue de détecter de faibles échos ionosphériques par la région D sur la fréquence de 1,4 Mc/s (84, 85).

Les mesures nocturnes d'absorption ont été utilisées pour estimer la variation de la fréquence critique de la couche E normale dans ces conditions (86).

Une étude de la couche E sporadique sur une période de plusieurs années a suggéré l'existence d'une stratification subsidiaire d'ionisation à faible coefficient de réflexion, qui est presque toujours présente (87).

Une méthode a été décrite pour calibrer une ionosonde en corrigeant les erreurs d'altitude provenant de la distorsion de l'impulsion d'écho par les circuits du récepteur (88).

RÉFÉRENCES

1. Piggott, W. R. — Ionospheric absorption measuring equipment. *Wireless Engineer*, 1955, **32**, 164-169.
2. Beynon, W. J. G., Davies, K. — A study of vertical incidence ionospheric absorption at 2 Mc/s. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 40-52.
3. Whitehead, J. D. — The absorption of radio waves in an ionospheric layer. *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1956, **9**, 276.
4. Whitehaed, J. D. — The absorption of short radio waves in the ionosphere. *Journ. Atmos. and Terr. Physics* (en cours de publication).
5. Piggott, W. R. — On the variations of ionospheric absorption at different stations. *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1955, **7**, 244-246.
6. Naismith, R. — An improved chart for ionospheric forecasting in the British zone. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, nº 4, 503-4.
7. Budden, K. G. — A method for determining the variation of electron density with height from curves of equivalent height against frequency. *Phys. Soc. Physics of the Ionospheric, Camb. Conf. Report*, 1954, 332-9.
8. Schmerling, E. R., Thomas, J. O. — The distribution of electrons in the undisturbed F2 layer of the ionosphere. *Phil. Trans.*, 1956, **248**, 609.
9. Ratcliffe, J. A., Schmerling, E. R., Setty, G. S. G. K., Thomas, J. O. — The rates of production and loss of electrons in the R region of the ionosphere. *Phil. Trans.*, 1956, **248**, 621.
10. Ratcliffe, J. A. — The formation of the ionospheric layers F1 and F2. *Journ. Amos. and Terr. Physics*, 1956, **8**, 260.
11. Beynon, W. J. G., Thomas, J. O. — The calculation of the true heights of reflection of radio waves in the ionosphere. *Journ. Amos. and Terr. Physics*, 1956, **9**, 184-200.
12. Piggott, W. R. — On the interpretation of the apparent ionization distribution in the ionosphere. *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1954, **5**, 201.
13. Appleton, E. V. — The anomalous equatorial belt in the F2 layer. *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1954, **4**, 349.
14. Appleton, E. V., Lyon, A. J. — Ionospheric layer formation under quasi-stationary conditions. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 20-39.
15. Appleton, E. V., Lyon, A. J., Pritchard, A. G. — The detection of the S*q* current system in ionospheric radio sounding. *Journ. Atmos. and Terr. Physics*, 1955, 292.
16. Appleton, E. V., Lyon, A. J., Turnbull, A. G. — Distortion of the E layer of the ionosphere by electrical currents flowing in it. *Nature*, 1955, **176**, 897-9.
17. Appleton, E. V. — Proceedings of Mixed Commission on the Ionosphere (Fourth Meeting), Brussels, 1955, 14-22.

18. BEYNON, W. J. G., BROWN, G. M. — Region E and the *Sq* current system. *Nature*, 1956, **177**, 583-4.

19. BRIGGS, B. M., SPENCER, M. — Horizontal movements in the ionosphere. *Report Progress in Physics*, 1954, XVII, 245.

20. RATCLIFFE, J. A. — A survey of existing knowledge of irregularities and horizontal movements in the ionosphere. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, p. 88.

21. RATCLIFFE, J. A. — Some aspects of diffraction theory and their application to the ionosphere. *Phys. Soc. Repts. Prog. Phys.*, XIX, 1956, 188.

22. BRAMLEY, E. N. — The diffraction of waves by an irregular refracting medium. *Proc. Roy. Soc. A*, 1954, **225**, 515.

23. RATCLIFFE, J. A. — The analysis of fading records from spaced receivers. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1954, **5**, 173.

24. NEWSTEAD, G. — The determination of the velocity of winds from spaced fading experiments. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1954, **5**, 182.

25. BRIGGS, B. H., SPENCER, M. — The variability of time shifts in measurements of ionospheric movements. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 123.

26. BRIGGS, B. H., PAGE, E. S. — An empirical study of random functions which arise in the interpretation of ionosphere movements. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, p. 119.

27. SPENCER, M. — The shape of irregularities in the upper ionosphere. *Proc. Phys. Soc. B*, 1955, **68**, 493.

28. PHILLIPS, G. J., SPENCER, M. — The effects of anisometric amplitude patterns in the measurement of ionospheric drifts. *Proc. Phys. Soc. B.*, 1955, **68**, 481.

29. LANDMARK, B. — The fading of radio waves reflected from the E layer *Journ. Atmos. and Terr. Phys.* (en cours de publication).

30. WHITEHEAD, J. D. — The focussing of short radio waves reflected from the ionosphere. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **9**, 269.

31. JONES, I. L., LANDMARK, B., SETTY, C. S. G. K. — Movements of ionospheric irregularities observed simultaneously by different methods. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.* (en cours de publication).

32. BOWHILL, S. A. — The fading of radio waves of frequencies between 16 and 2400 kc/s. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **8**, 129.

33. PHILLIPS, G. J. — An apparatus for recording time-delays between radio fading characteristics. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1955, **6**, 124.

34. BRAMLEY, E. N. — Some aspects of the rapid directional fluctuations of short radio waves reflected at the ionosphere. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, nº 4, 533-540.

35. Bramley, E. N. — Some comparative directional measurements on short radio waves over different transmission paths. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, nº 4, 544-9.

36. Bain, W. C. — On the rapidity of fluctuations in CW Radio Bearings. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, nº 4, 541-543.

37. Heading, J. — The reflection of vertically-incident long radio waves from the ionosphere when the earth's magnetic field is oblique. *Proc. Roy. Soc. A.*, 1955, **231**, 414.

38. Budden, K. G. — The numerical solution of differential equations governing reflection of long radio waves from the ionosphere. I. *Proc. Roy. Soc. A.*, 1955, **227**, 516.

39. Budden, K. G. — The numerical solution of differential equations governing the reflection of long radio waves from the ionosphere. II. *Phil. Trans.*, 1955, **248**, 45.

40. Bowhill, S. A. — The transient response of the ionosphere at low frequencies. *Phys. Soc. The Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 308.

41. Straker, T. W. — The ionospheric propagation of radio waves of frequency 16 kc/s over short distances. *I.E.E. Mono.*, 114, Jan. 1955.

42. Bray, W. J., Hopkins, H. G., Kitchen, F. A., Saxton, J. A. — A review of long-distance radio-wave propagation above 30 Mc/s. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, nº 1, 87-95.

43. Bray, W. J., Saxton, J. A., White, R. W., Luscombe, G. W.— VHF Propagation by ionospheric scattering and its application to long-distance communication. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1956, **103**, Part B, 236-57.

44. Saxton, J. A. — Ionospheric scattering at VHF. *Wireless World*, 1956, **62**, nº 1, 36-40.

45. Isted, G. A. — Irregularities in the E region caused by atmospheric electricity. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere. Camb. Conf. Rep.*, 1954, 150-162.

46. Briggs, B. H. — Observations of short bursts of signal from a distant 50 Mc/s transmitter. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **8**, 171.

47. Naismith, R. — Oblique transmission by the meteoric E layer. *Wireless Engr.*, 1956, **33**, 159-162.

48. Shearman, E. D. R., Martin, L. T. J. — Back-scatter ionospheric sounder. *Wireless Engr.*, 1956, **33**, 190-201.

49. Shearman, E. D. R. — The technique of ionospheric investigations using ground back-scatter. *Proc. Inst. Elect. Engrs.* 1956, **103**, Part B, 210-223.

50. Shearman, E. D. R. — A study of ionospheric propagation by means of ground back-scatter. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1956, **103**, 203-9.

51. Crow, D. A., Kitchen, F. A., Isted, G. A., Millington, G. — A disturbing factor in very high frequency communications via ionospheric forward scatter. *Nature*, **178**, 1280-3.

52. Humby, A. M., Minnis, C. M., Hitchcock, R. J. — Performance characteristics of high frequency radio-telegraph circuits. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1955, **102**, Part B, 513-28.

53. Wilkins, A. F., Minnis, C. M. — Arrival angles of H. F. Waves. *Wireless Engineer*, 1956, **33**, 47-53.

54. Grisdale, G. L., Morris, J. G., Palmer, D. S. — Fading of long-distance radio signals and a comparison of space — and polarisation — diversity reception in the 6-18 Mc/s range. *Proc. Inst. Elect. Engr*, 1957, **104**, Part B, 39-51.

55. Meadows, R. W. — An experiment to test the reciprocal radio transmission conditions over an ionospheric path of 740 km. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1956, **103**, Part B, 224-6.

56. Humby, A. M., Minnis, C. M. — Asymmetry in the performance of high-frequency radiotelegraph circuits. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1956, **103**, 553-8.

57. Ratcliffe, J. A. — (*a*) A survey of solar eclipses and the ionosphere. (*b*) Concluding summary « Solar Eclipses and the Ionosphere ». *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special Supplement, 1956, Vol 6, 1-13.

58. Minnis, C. M. — Ionospheric behaviour at Khartoum during the eclipse of 25th February 1952. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1955, **6**, 91-112, *Corrigendum loc. cit.*, 1955, **7**, 172.

59. Minnis, C. M. — The response of the ionosphere to the solar eclipse of 30th June 1954, in Great Britain. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **9**, 201-9.

60. Minnis, C. M. — Brightening of the solar limb in the far ultra-violet. *Nature*, 1955, **176**, 652.

61. Minnis, C. M. — The origin of the E and F1 layers. « Solar Eclipses and the Ionosphere ». *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special Supplement, 1956, Vol. 6, 158-163.

62. Minnis, C. M. — The F2 layer during eclipses of 1952, 1954 and 1955. « Solar Eclipses and the Ionosphere ». *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special Supplement, 1956, Vol. 6, 81-4.

63. Thomas, J. O., Robbins, A. R. — Movements in the F2 layer of the ionosphere during some solar eclipses. « Solar Eclipses and the Ionosphere ». *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special Supplement, 1956, Vol. 6, 94-101.

64. Bramley, E. N. — Tilts in the Ionosphere during the Solar Eclipse of 30th June, 1954. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **8**, 98-104.

65. Piggott, W. R. — Absorption measurements during an eclipse. « Solar Eclipse and the Ionosphere » *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special *Supplement*, 1956, Vol. 6, 106-115.

66. WEEKES, K. — Some observations of the lower ionosphere during the solar eclipse of 30th June 1954. « Solar Eclipse and the Ionosphere ». *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Special Supplement, 1956, Vol. 6, 116-123.

67. MINNIS, C. M. — Interpretation of ionospheric measurements made during solar eclipses. *Nature*, 1956, **178**, 33-4.

68. MINNIS, C. M. — The effective recombination coefficients in the E and F1 layers during the solar eclipse of 25th February 1952. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **9**, 36-44.

69. MINNIS, C. M. — The effective recombination coefficients in the E and F1 layers « Solar Eclipse and the Ionosphere » Special Supplement. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, Vol. 6, 204-11.

70. MINNIS, C. M. — A new index of solar activity based on ionospheric measurements. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1955, **7**, 310-21.

71. MINNIS, C. M., BAZZARD, G. H., BEVAN, H. C. — Ionospheric Changes associated with the solar event of 25rd February, 1956. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **9**, 233-4.

72. BELROSE, J. S., DEVENPORT, M. H., WEEKES, K. — Some unusual radio observations made on 23rd February 1956. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **8**, 281.

73. NEWTON, H. W., PIGGOTT, W. R. — Observational aspects of solar corpuscular radiation. *VIIIth Report of Commission for the study of Solar and Terrestrial Relationships*, 1955, 101-11.

74. BUDDEN, K. G. — A reciprocity theorem on the propagation of radio waves via the ionosphere. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 1954, **50**, 4, 604.

75. HASELGROVE, J. — Ray theory and a new method for ray tracing. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 355.

76. HASELGROVE, J. — Ray tracing in the ionosphere. *Proc. Phys. Soc.* (en cours de publication).

77. BUDDEN, K. G. — The non-existence of a « Fourth Reflection Condition » for radio waves in the ionosphere. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report*, 1954, 320.

78. DUNGEY, J. W. — The influence of the geomagnetic field on turbulence in the ionosphere. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, **8**, 39, 1956.

79. DUNGEY, J. W. — The effect of ambipolar diffusion in the night-time F layer. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, **9**, 90, 1956.

80. DUNGEY, J. W. — Convective diffusion in the equatorial F region. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, **9**, 304, 1956.

81. BUDDEN, K. G. — The mathematics of wave propagation through the ionosphere. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Rep.*, 1954, 216.

82. APPLETON, E. V., BEYNON, W J. G. — An ionospheric attenuation equivalence theorem. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1955, **6**, 141-8.

83. Shinn, D. H. — Tables of group refractive index for the ordinary ray in the ionosphere. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report,* 1954, 402-6.

84. Gnanalingam, S. — An apparatus for the detection of weak ionospheric echoes. *Proc. Inst. Elect. Engrs.*, 1954, **101**, Part 3, 72.

85. Gnanalingam, S., Weekes, K. — D-region echoes observed with a radio wave of frequency 1.4 Mc/s. *Phys. Soc. Physics of the Ionosphere, Camb. Conf. Report,* 1954, 63.

86. Piggott, W. R. — The measurement of normal E layer critical frequencies at night. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1955, **7**, 341-2.

87. Naismith, R. — A subsidiary layer in the E region of the ionosphere. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1954, **5**, 73.

88. Lyon, A. J., Moorat, A. J. G. — Accurate height measurements using an ionospheric recorder. *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*, 1956, **8**, 309-17.

Suède

N° 215. — Rapport du Comité National à la Commission III

(Sven Gejer)

(*Traduction*)

Recherches par sondage ionosphérique vertical

Les trois stations permanentes de sondage ionosphérique vertical, Kiruna (Institut de Recherche de la Défense Nationale), Lulea (Régie Royale des Télécommunications) et Uppsala (Institut de Recherche de la Défense Nationale) sont en service permanent depuis plusieurs années.

Durant l'Année Géophysique Internationale 1957/1958 une quatrième station de sondage vertical fonctionnera à Lycksele (Institut de Recherche de la Défense Nationale).

Ces quatre stations ionosphériques suédoises en service durant l'A.G.I. sont situées dans la zone de longitude centrée sur 10° E et d'une largeur de $\pm$ 10°, conformément à la résolution du C.S.A.G.I., Bruxelles 1953.

Une station ionosphérique à l'Institut Technologique Chalmers est en fonctionnement pour des recherches spéciales.

En vue de suivre le plus complètement possible les recommandations formulées par le C.S.A.G.I., des mesures ont été prises pour améliorer les installations.

L'équipement de Kiruna a été installé dans le nouveau bâtiment de l'Académie Suédoise des Sciences et le matériel de Lulea est en cours de renouvellement.

A Uppsala et Lycksele, de nouvelles ionosondes seront mises en service au début de 1957 ; elles couvriront un domaine de fréquences s'étendant de 330 kc/s à 22 Mc/s ; leur puissance sera de 50 à 100 kW et leur période de balayage de 20 secondes ou de 3 minutes.

Recherches par sondage ionosphérique oblique

A partir de l'été 1957, des émetteurs d'impulsions à fréquences fines sur 3 et 8 Mc/s sont prévus à Kiruna ; les enregistrements se feront à Stockholm. Ces recherches fourniront des informations sur les propriétés réfléchissantes des couches sporadiques.

Enregistrements des intensités de champ

Des enregistrements continus des intensités de champ sont effectués par l'Administration Royale des Télécommunications à la station de réception de Enköping. Ces enregistrements concernent les stations suivantes :

1° L'émetteur étalon WWV de Washington, sur 5, 10, 15 et 20 Mc/s. La distance est d'environ 6700 km. Le trajet passe par la zone aurorale. Les conditions de réception de WWV pendant l'année 1956 sont données par la figure 1. Les interférences des autres stations ne sont pas prises en considération. Il est à signaler que l'intensité de champ de l'émetteur étalon de Rugby, MSF, dépasse en général celle de WWV sur 5 Mc/s.

Les réceptions sur 15 Mc/s sont troublées par WWVH et par JJY pendant certaines heures diurnes. D'autres interférences se manifestent également de la part d'émetteurs de radiodiffusion et de stations fines de radiotélégraphie, notamment sur 10 et 15 Mc/s.

2° Porteuse Son-Télévision de Londres, 41,5 Mc/s.
Distance approximative : 1500 km.

3° Porteuse Son-Télévision de Sutton Coldfield, 58,25 Mc/s.
Distance approximative : 1500 km.

Les enregistrements de l'intensité de champ de Wrotham (Radiodiffusion en modulation de fréquence) sur 91,4 Mc/s (93,5 Mc/s

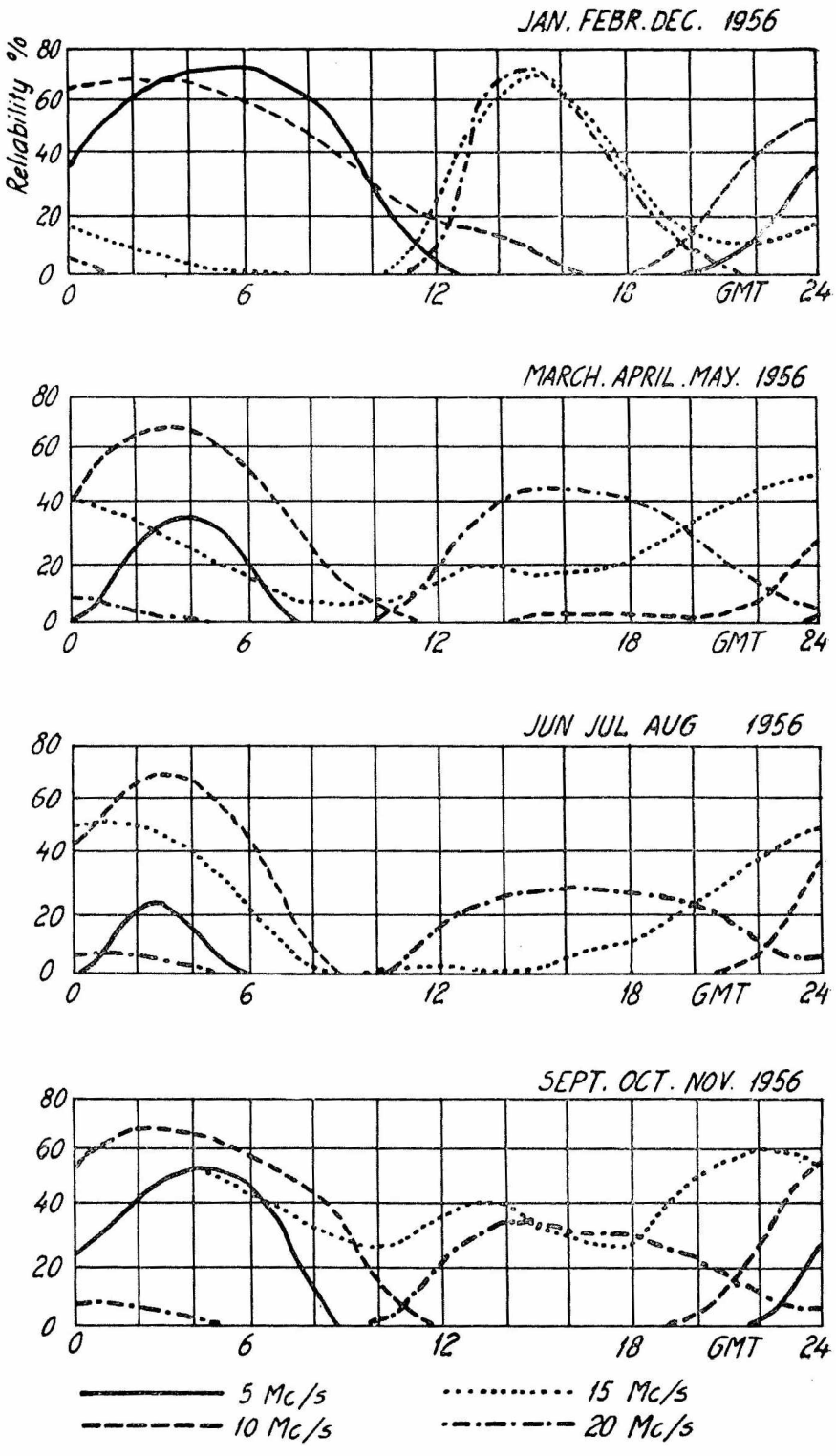


FIG. I. — Diagrammes montrant la qualité de la réception de l'émetteur étalon WWV à Enköping à Stockholm, Suède.

Les interférences dues à d'autres stations ne sont pas prises en considération.

depuis le 24 janvier 1956) ont été abandonnés en Mars 1957. En effet, aucun signal n'avait été reçu depuis 1953 et encore, pendant cette année, la réception n'avait duré que quelques minutes. Les résultats relatifs aux stations de Londres (41,5 Mc/s) et Sutton Coldfield (58,25 Mc/s) ont été considérés de la façon suivante :

1° Les intervalles de temps durant lesquels l'intensité de champ dépasse 5 μV ont été additionnés par périodes de 1 mois ;

2° Pour chaque mois, le pourcentage de la distribution de champ a été calculé pour les différentes heures.

En période d'été le signal reçu a pour origine les réflexions sur la couche E sporadique. Pendant les années 1953-1956 ce type de signal a atteint sa valeur minima durant les étés 1954 et 1955, les durées de réception étant nettement plus fortes pendant les étés 1953 et 1956. Cette tendance est attribuable au cycle undécennal d'activité solaire.

Durant les mois d'hiver 1956-1957 les émissions ont été souvent enregistrées avec un maximum à la réception entre 12 h et 16 h. (T. U.). Des réflexions sur les couches ordinaires F2 sont plus que probablement responsables de ce genre de propagation.

L'Institut de Recherche de la Défense Nationale a obtenu a Kiruna des enregistrements d'émissions aux basses fréquences à une distance de 200 km.

L'Institut s'intéresse également à la propagation des ondes longues. L'attention principale a été centrée sur les enregistrements de phase et d'amplitude d'émissions de stations du réseau Decca danois, utilisé pour la navigation dans la partie orientale de la Mer du Nord et le sud ouest de la Baltique. Les quatre stations émettent sur des fréquences comprises entre 71 et 128 kc/s environ.

Ces investigations seront poursuivies et étendues en vue d'inclure des trajets dont les points de réflexions se situent près de la zone aurorale.

Recherches Aurorales

Des caméras du ciel global ont été construites à l'Observatoire Ionosphérique d'Uppsala. Dix-sept de ces caméras ont été mises en station de manière à constituer un réseau dans le secteur européen compris dans la Zone Aurorale ou à proximité de cette zone.

Trois de ces caméras fonctionnent dans la zone arctique. Un grand nombre de films d'aurore ont été obtenus durant les trois derniers hivers. Une étude synoptique des Aurores a été entreprise sur la base des enregistrements aux caméras du ciel global et des observations visuelles.

Une étude théorique sur la réflexion des ondes radioélectriques par les différentes formes aurorales est en cours.

Des recherches plus poussées sont faites relativement à la réflexion des ondes radioélectriques en présence d'aurores, plus spécialement en ce qui concerne les réflexions dues aux régions sporadiques dans l'intervalle de fréquences 330 kc/s-22 Mc/s.

Communications pendant l'Année Géophysique Internationale 1957-1958

Grâce à l'amabilité du Directeur Général de l'Administration Suédoise des Télécommunications, un centre national de communications a été établi à Stockholm pendant l'A.G.I. et des installations Télex ont été gracieusement mises à la disposition de certains observatoires suédois. Ce centre est en service depuis le début de 1957 et des valeurs horaires relatives à certaines données ionosphériques des stations suédoises sont transmises par télex aux centres régionaux de Paris, Darmstadt et Nera.

Des observations fournies par la station ionosphérique finlandaise de Nurmijärvi sont également retransmises vers le centre régional.

Les travaux suivants ont été effectués dans le cadre de la Commission III à l'Observatoire de Propagation des Ondes Radioélectriques, au Laboratoire de Recherches Electroniques de l'Université de Technologie Chalmers, Gothenburg, Suède.

Travaux expérimentaux

L'enregistreur panoramique ionosphérique de l'Observatoire de Kiruna a fonctionné au Laboratoire de Recherches Electroniques jusqu'à fin Octobre 1955. Depuis le 1er janvier 1956, les Laboratoires de Recherche de la Défense Nationale se sont chargés de ces observations.

Le radar enregistreur d'aurores de l'Observatoire de Kiruna a fonctionné durant avril 1955. Un nouvel appareillage a été

réalisé à l'Observatoire d'Onsala et sera éventuellement déplacé à Kiruna pendant les prochaines périodes d'activité aurorale maxima.

Les irrégularités de l'ionosphère polaire ont été étudiées depuis 1955 par l'observation des scintillations ionosphériques des radio-sources du Cygne et de Cassiopée, observations faites à Onsala sur 150 et 33 Mc/s.

Une grande base d'interféromètre est en construction pour les mesures de scintillation.

Travaux théoriques

Le rapport final donnant les résultats des mesures au cours de l'éclipse solaire de 1954 est terminé et en cours de publication. Une étude théorique du comportement de la couche E pendant une éclipse solaire a définitivement montré que les observations ionosphériques d'éclipse présentent peu d'intérêt, à moins que l'éclipse soit totale ou quasi-totale. Un rapport préliminaire sur les scintillations des radio-sources traite d'un effet très particulier, et régulièrement récurrent, le « rate step effect ». Les causes de cet effet ne sont pas encore connues, mais doivent être en relation fondamentale avec la formation d'irrégularités ou paquets ionosphériques dans l'ionosphère polaire et aurorale.

Le problème de la stabilité du courant annulaire auroral extra-terrestre a été discuté et envisagé théoriquement par N. Wax (Guggenheim Fellow au Laboratoire de Recherches Electroniques 1954-1956).

La réflexion des signaux radioélectriques par les milieux ionisés mobiles a été étudiée théoriquement ; des applications en ont été faites à l'ionosphère et à la couronne solaire.

Un rapport final relatif aux mesures d'échos auroraux a été établi à Kiruna. La grande majorité des échos observés doit être attribuée aux aurores.

BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages qui suivent ont été publiés, ou sont en cours de publication, dans des revues scientifiques ou techniques :

1. R. Lindquist. — Résultats préliminaires d'investigations des conditions de propagation aux très basses fréquences. RVK-1957 (présenté à l'U.R.S.I. sous le n° 104).

Résumé. — Une série de mesures d'intensité de champ dans la bande des basses fréquences (70-130 kc/s) ont débuté en juillet 1956 sur une distance de 600 km. Les résultats préliminaires donnent un coefficient de réflexion inférieur à 0,01 pendant les jours d'été et variant entre 0,4 et 0,7 pendant les nuits d'été. Un changement soudain de la phase de l'onde de ciel indiquant une diminution soudaine de l'altitude de réflexion a été observé vers 60 km d'altitude au lever du Soleil. Les effets associés aux évanouissements brusques ont été étudiés et accusent une augmentation (jusqu'à 0,16) du coefficient de réflexion.

L'allure d'enregistrements simultanés sur deux fréquences suggère que les nouvelles couches réfléchissantes formées pendant l'évanouissement brusque apparaissent à une altitude fine indépendante de la période du jour et de la saison. Les effets d'une tempête cosmique sont mentionnés.

2. O. E. H. Rydbeck. — E-skiktets deformation under en total solförmörkelse (Déformation de la couche E pendant une éclipse solaire totale). RVK-1957. En Suédois.

3. O. E. H. Rydbeck. — Radiovågors reflexion från en drivande jonosfär (Réflexion d'ondes radio par une ionosphère mobile). RVK-1957. En Suédois.

4. O. E. H. Rydbeck. — Fasintegralmetoden och Riccati-ekvationen (Méthode de l'intégrale de phase et équation de Riccati). RVK-1957. En Suédois.

5. W. Stoffregen. — Variation de *fEs* pendant les éclipses solaires. *Nature*, Vol. 176, p. 610, 1955.

6. W. Stoffregen. — Recherche aurorale par caméra du ciel global pendant la troisième année Géophysique 1957-1958. *Tellus*, Vol. 7, n° 4, 1955.

7. W. Stoffregen. — L'Eclipse Solaire du 30 juin 1954. Rapport préliminaire. Eclipses Solaires et l'Ionosphère (Supplément spécial du *J.A.T.P.*, Vol. 6, 1956).

8. N. Wax. — Note sur le projet d'étude d'un radar auroral. *Rapport du Laboratoire de Recherches Electroniques*, n° 40 ; *Transactions de l'Université Chalmers de Technologie*, **182**, 1957.

9. O. E. H. Rydbeck, H. Wilhelmsson. — Investigation théorique des variations de densité électronique de l'ionosphère pendant une éclipse solaire. *Rap. Lab. de Rech. Elec.*, n° 31, *Trans. de l'Univers. Chal. de Techn.*, **149**, 1954.

10. O. E. H. Rydbeck. — Etude théorique du comportement de la couche E pendant une éclipse solaire. Eclipses Solaires et Ionosphère, Pergamon Press, Londres, 1956.

11. B. A. Lindblad. — Observations Visuelles et Radar combinées de l'Essaim des Perséides. I. Observations en 1953 (Dissertation). *Rap. Lab. Recher. Electr.*, n° 36, 1956.

12. N. Wax. — Sur l'hypothèse du courant annulaire. *Rap. Lab. Rech. Electr.*, n° 41 ; *Trans. Univ. Chalmers de Techn.*, **171**, 1956.

13. S. Olving, J. Meos. — Sur l'origine des échos radar associés aux aurores (en cours de publication).

Résumé. — Une analyse des échos d'aurore sur 10 m de longueur d'onde, analyse réalisée par l'Observatoire de Propagation des Ondes Radio de Kiruna pendant le premier trimestre de 1953, a montré que les échos ne peuvent être dissociés des aurores boréales. On en conclut que le mécanisme prédominant d'écho est en relation étroite avec des formes aurorales ionisées et normalement invisibles. Ces formes sont supposées dirigées le long des lignes de force géomagnétiques. Il est par conséquent très probable que la puissance diffusée reçue présente un maximum accentué lorsque l'onde radar coupe perpendiculairement la distribution ionisée de l'aurore, en supposant que le récepteur et l'émetteur se trouvent au même endroit. Il n'est possible d'obtenir cette perpendicularité à Kiruna que dans une zone très étroite, si l'altitude minima où la diffusion a lieu est de l'ordre de 90 km.

Cependant le maximum aigu typique d'activité visible d'une aurore se situe dans la région E, qui présente normalement une couche épaisse ionisée (14). Quel que soit le mécanisme détaillé de la diffusion, il paraît important de remarquer que la diffusion a lieu dans un milieu — la couche E aurorale — dont l'indice de réfraction est légèrement inférieur à l'unité. Ceci force le faisceau radar à s'infléchir légèrement vers le bas, en fournissant immédiatement une vaste région où les conditions de perpendicularité sont obtenues dans la couche, pour des fréquences critiques raisonnablement basses.

14. O. E. H. Rydbeck, K. Nygard. — Observations Ionosphériques pendant l'Eclipse Solaire du 30 juin 1954 (en cours de publication).

15. O. E. H. Rydbeck. — Propagation et Réflexion d'ondes électromagnétiques sur des milieux ionisés mobiles (en cours de publication).

16. T. Orhaug, H. Hvatum. — Observations des scintillations de radio sources aux latitudes élevées (en cours de publication).

Résumé. — Les observations de scintillation des radiosources sur 33 et 150 Mc/s, effectuées à l'Observatoire Chalmers de Propagation des Ondes Radioélectriques à Gothenburg, ont montré une forte variation dans le degré de scintillation, variation dépendant du temps sidéral (rate-step). Ce « rate-step » a été uniquement observé sur 33 Mc/s. Un échantillon d'enregistrement de scintillation sur 33 Mc/s, montrant le phénomène de « rate-step », est joint au rapport.

Tchécoslovaquie

N° 172. — Rapport du Comité National à la Commission III

Recherches théoriques

Les travaux théoriques concernant l'ionosphère ont été élaborés avant tout à l'Institut Astronomique Tchécoslovaque à Ondrejov.

La distribution de la densité électronique, relative à la hauteur, a été calculée (1, 2, 3) en tenant compte du fait que seulement une partie de l'énergie du photon définie avec précision est utilisée à la séparation des particules, tandis que le reste de l'énergie doit être transformée en énergie cinétique de ces deux particules ionisées. L'augmentation de la température au maximum de l'ionisation cause une raréfication du gaz ainsi que des ions et des électrons. Dans une région de l'atmosphère suffisamment rare la couche ionosphérique peut être divisée en deux parties à cause de la température.

L'idée de cette théorie mena à établir une seule formule (4, 5) utilisable pour déterminer le comportement diurne de la fréquence critique, et valable pour n'importe quelles conditions géographiques, saisonnières ou solaires. Il en résultat une méthode rapide, capable de prédire immédiatement les meilleures conditions pour les communications utilisant les ondes courtes.

Une analyse des paramètres de la formule de prévision aida à découvrir d'autres propriétés de la couche F (6, 7).

Pour les prévisions ionosphériques une formule fut établie pour la prédiction de l'activité solaire (8, 9).

Les travaux relatifs à la trajectoire des ondes radioélectriques provenant des sources cosmiques sont cités parmi les rapports de la commission de radioastronomie (10, 11). Néanmoins une étude courte (12) qui s'occupe de la propagation des ondes métriques autour de la terre à longue distance n'est pas sans intérêt pour les communications à longue distance. D'après cette étude une onde radioélectrique peut se propager perpétuellement le long de la partie inférieure d'une couche ionosphérique tant que la structure de la couche ne change pas. Un changement de la structure ionosphérique force cependant l'onde à se propager en oscillant entre deux niveaux voisins. Un plus grand changement de la structure ou un nuage plus ionisé peut dévier l'onde de la direction horizontale jusqu'à ce qu'elle atteigne la surface de la terre. Cette propagation autour de la terre à longues distances peut être effectuée théoriquement dans une large zone spectrale qui s'étend des ondes longues jusqu'au huitième multiple de la fréquence critique.

Les recherches relatives à la couche E sporadique ont déterminé sa variation diurne, saisonnière ainsi que l'influence exercée par les météores (13, 14, 15, 16).

RÉFÉRENCES

1. E. Chvojkova. — Ueber die Entstehung der F1-Schicht. *Bull. Astr. Czech.*, 4 (1953), 101.
2. E. Chvojkova. — Ionospheric layers during photoionisation. I. Theory of bifurcation. *Bull. Ast. Czech.*, 7 (1956), 33. II. Secondary Influences. *Bull. Astr. Czech.*, (sous presse).
3. E. Chvojkova. — Rocket research and theory of bifurcation. *Bull. Astr. Czech.* (sous presse).
4. E. Chvojkova. — Methode der ionosphärischen Prognosen. *Publ. Astr. Inst.*, 26.
5. E. Chvojkova. — Prediction of diurnal curves of critical frequenices $f_F{}^c/t/$, $f_F{}^c/t/$ of MUF and LUF. C.C.I.R. Plen. Assembly 1956, Doc. 219 and Doc. 980.
6. E. Chvojkova. — Eigenschaften der F-Schicht aus der Prognosenformel. I. Temperaturabnahme während der Nacht. *Bull. Astr. Cz.*, 7 (1956), 89
7. E. Chvojkova. — Eigenschaften der ionosphärischen F-Schicht. II. *Bull. Astr. Czech.*, 7 (1956), 99.
8. E. Chvojkova. — Predictions of solar activity for several cycles. *Bull. Astr. Czech.*, 3 (1954), 21.
9. E. Chvojkova. — Prediction of solar activity C.C.I.R. Plen. Ass. 1956, Doc. 518, 218.
10. E. Chvojkova. — Refraction of radiowaves in an ionised medium. I. Waves crossing a radially symmetric layer. *Bull. Astr. Cz.* (sous presse).
11. E. Chvojkova, E. Vokalova. — *Ibid.* II. Table of refraction in a quasi-parabolic layer. *Bull. Astr. Czech.* (sous presse).
12. E. Chvojkova. — Ueber den Weltumlauf der Radiostrahlen. *Bull. Astr. Czech.*, 5 (1954), 104, 110, C.C.I.R., 1956, Doc. 122, 922.
13. L. Neuzil. — De l'influence des Perséides sur l'ionisation de la couche E. *Bull. Astr. Czech.*, 2 (1951), 22.
14. L. Neuzil. — Variations diurnes et annuelles de la couche sporadique E. *Bull. Astr. Czech.*, 2 (1951), 138.
15. L. Neuzil. — Influences météoriques sur la couche sporadique *Es*. *Bull. Astr. Czech.*, 3 (1952), 40.
16. L. Neuzil. — Fluctuations de courte durée de la fréquence critique de la couche sporadique *Es*. *Bull. Astr. Czech.*, 5 (1954), 79.
17. E. Chvojkova, F. Link. — Echos lunaires sur 20 Mc/s et structure de l'ionosphère. *Bull. Astr. Czech.*, 5 (1954), 99.
18. E. Chvojkova. — Notes complémentaires aux échos lunaires sur 20 Mc/s *Bull. Astr. Czech.* (sous presse).

Résumé du discours du Dr. D. F. Martyn, Président de la Commission III,

à la séance d'ouverture de la XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I.

Le Dr Martyn compare l'ionosphère à un ensemble de miroirs situés à des altitudes différentes, chacun d'eux étant capable de réfléchir des ondes radioélectriques de longueur différente.

La première réunion technique de la Commission III sera consacrée au miroir le plus bas, situé à une altitude inférieure à 100 km ; la communication d'introduction à cette séance sera faite par le Prof. A. H. Waynick, dont le laboratoire de Pennsylvania State College a été responsable de tant de progrès récents dans ce domaine.

Les miroirs ionosphériques ne sont pas symétriques par rapport à la Terre, encore moins par rapport à l'équateur. Ces miroirs se présentent à des altitudes plus grandes à l'équateur magnétique et accusent généralement une dépendance considérable vis-à-vis de la latitude géomagnétique. La discussion à ce sujet sera introduite par Sir Edward Appleton, qui en a fait d'importantes études dans les années qui ont suivi la guerre.

Les miroirs ionosphériques sont sujets à des perturbations associées à l'activité solaire. Au moment d'un phénomène d'activité, leur altitude et leur pouvoir réfléchissant se modifient d'une manière complexe dépendant de la latitude, de la longitude et de la saison. Comme de notables contributions à nos connaissances dans ce domaine ont été fournies par le Japon, la séance consacrée à cette étude sera introduite par le Prof. K. Maeda.

Les miroirs ionosphériques se meuvent verticalement et horizontalement. Le Prof. L. G. H. Huxley introduira la séance consacrée à ces mouvements, qui ont été étudiés d'une manière extensive en Australie.

Les miroirs ionosphériques sont imparfaits ; leur surface est irrégulière et les ondes radioélectriques y sont diffusées ; l'origine

de ces irrégularités n'a été explorée qu'imparfaitement. Le Prof. H. G. Booker introduira la séance consacrée à ce sujet, auquel il a apporté des contributions notables.

La grande éruption chromosphérique solaire du 23 février 1956 a affecté profondément, et d'une manière non usuelle, les miroirs ionosphériques. Une discussion de ces effets sera ouverte par M. A. H. Shapley ; celui-ci décrira les occurrences exceptionnelles associées à cette éruption.

Les miroirs ionosphériques ont posé de sérieux problèmes à l'expérimentateur radioélectricien au sol, en ce sens qu'il était difficile de « voir » les objets les surplombant. Il était également important de savoir comment ces miroirs sont constitués, et dans quels gaz atmosphériques ils sont plongés. Un progrès significatif a été accompli dans les années qui suivirent la guerre, par l'utilisation de fusées portant des instruments de mesure de différentes espèces, directement dans les miroirs et au-dessus d'eux. Le Naval Research Laboratory des Etats-Unis a accompli beaucoup de ces recherches, et le Dr Friedmann, de ces laboratoires, introduira la séance qui leur est consacrée.

Depuis de nombreuses années, il a été reconnu que les « atmosphériques » sont des impulsions électromagnétiques rayonnées par les éclairs d'orage. Ces atmosphériques sont spécialement intenses sur les ondes longues qui sont confinées entre la Terre et le miroir le plus bas. Un type particulier d'atmosphériques donne un son musical descendant, appelé à ce titre « sifflement ». Depuis la guerre, il a été découvert à Cambridge (Royaume Uni) que les « sifflements » sont dus aux éclairs orageux et que leurs propriétés musicales exceptionnelles proviennent du fait qu'ils ont pénétré tous les miroirs ionosphériques et qu'ils ont voyagé pendant des milliers de kilomètres au-dessus d'eux, guidés par les lignes de force incurvées du champ magnétique terrestre. Ce sujet est considéré comme d'importance par les Commission III, IV et V ; une séance conjointe leur sera consacrée, sous la présidence de M. J. A. Ratcliffe, dans le laboratoire duquel beaucoup de propriétés de ces sifflements ont été élucidées.

Compte Rendu des Séances

Réunion des Membres Officiels :

Vendredi 23 août 1957

Présents : Dr D. F. Martyn (*Président*),
Dr Y. Aono (pour le Prof. K. Maeda),
Dr O. Burkard,
Dr W. Dieminger,
Dr D. C. Ellyett (pour M. J. Burtt),
Père F. E. Galdon (pour le Dr J. Elias),
Dr S. Gejer,
M. A. Haubert,
Dr M. G. Morgan
Dr M. Nicolet,
Dr I. Ranzi (pour le Prof. M. Boella),
Dr W. J. G. Beynon, secrétaire,
M. D. Lépéchinsky, secrétaire.

1. — *Sous-Commissions.*

Les propositions du Comité Exécutif au sujet des Sous-Commissions sont examinées. Il est décidé de dissoudre à la fin de l'Assemblée Générale toutes les Sous-Commissions actuelles de la Commission III.

Des modifications et additions sont proposées au projet des règles pour les Sous-Commissions reçues du Comité Exécutif.

2. *Situation des remplaçants des Membres Officiels des Commissions.*

On est d'accord pour demander au Comité Exécutif d'éclaircir la situation des remplaçants des membres officiels des Commissions.

3. — *Organisation de symposia entre les Assemblées Générales.*

On examine la proposition du Comité Exécutif pour l'organisation de symposia environ tous les ans sur des sujets déterminés appartenant au domaine d'une ou de plusieurs Commissions. La Commission marque son accord de principe sur cette proposition, mais estime, étant donné les lourdes charges supportées par les chercheurs engagés dans l'A.G.I., qu'il n'est pas désirable d'organiser avant 1959 des symposia sur des sujets intéressant ces chercheurs. Toutefois, la Commission convient que l'U.R.S.I. devrait faire connaître rapidement ses projets pour l'organisation de symposia après la fin de l'A.G.I. ; elle convient que les sujets touchant aux résultats de l'A.G.I. devraient être transmis pour avis au Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.

Réunions Scientifiques

Les procès-verbaux des différentes séances ont été séparés en deux parties :

I. — Discussion sur les questions ionosphériques.

II. — Questions administratives.

I. — Discussion sur les questions ionosphériques

Huit réunions ont eu lieu et une liste des sujets considérés, ainsi que le nom des personnes qui les ont introduits, est donnée ci-dessous :

« L'ionosphère inférieure », Professeur A. H. Waynick ;

« Distorsion géomagnétique dans l'ionosphère », Sir Edward Appleton ;

« Orages ionosphériques », Professeur Kenichi Maeda ;

« Mouvements ionosphériques », Professeur L. G. H. Huxley ;

« Diffusion ionosphérique », Professeur H. G. Booker ;

« Phénomènes géophysiques associés à l'éruption solaire du 23 février 1956 », M. A. H. Shapley ;

« Etudes de la haute atmosphère à l'aide des fusées », Dr Friedmann ;

« Sifflements et phénomènes associés à très basse fréquence » M. J. A. Ratcliffe (Réunion commune avec les Commissions IV et V).

II. — Questions administratives.

Les questions administratives ont été discutées au cours de trois séances et les procès-verbaux en sont donnés ci-dessous :

Lundi 26 août 1957.

1. — *Sous-Commissions.*

(i) La Commission a reçu les propositions du Comité Exécutif au sujet des Sous-Commissions et décide que les quatre Sous-Commissions de la Commission III seront dissoutes à la fin de la présente Assemblée. Il est aussi décidé que les propositions pour le maintien d'une Sous-Commission, ou pour la formation de nouvelles Sous-Commissions seront faites à la Commission, avant d'être soumises à l'Assemblée Générale.

(ii) Rapports des Sous-Commissions :

a) *Sous-Commission IIIa* : « Sondages ionosphériques et dépouillement des données ». — Le Président de la Sous-Commission (M. A. H. Shapley) expose que cette Sous-Commission a été constituée à Sydney en 1952, mais qu'elle n'a pas fonctionné de façon satisfaisante et que son travail a été, en fait, pris en charge par le Comité U.R.S.I.-A.G.I.

b) *Sous-Commission IIIb* : « Interaction des ondes radioélectriques ». — Le rapport de M. Picault, qui a été distribué avec les documents de la Commission III, est approuvé.

c) *Sous-Commission IIIc* : « Etude de la durée de propagation des signaux radioélectriques ». — Aucun rapport n'a été reçu de cette Sous-Commission, mais un membre de la Sous-Commission (Professeur Koga) a présenté un memorandum.

d) *Sous-Commission IIId* : « Nomenclature magnéto-ionique ». — M. Ratcliffe (*Président*) expose que les résultats obtenus par cette Sous-Commission ont été publiés dans le *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.* La Commission approuve le Rapport et suggère que, après approbation par l'Assemblée Générale, il soit soumis par le Secrétaire Général de l'U.R.S.I. aux principales revues de radio et de géophysique.

Il est aussi décidé d'inviter le Professeur L. G. H. Huxley à préparer un document donnant les formules en unités rationalisées, en vue de le publier en même temps que le rapport primitif.

e) Sous-Commission permanente des Ursigrammes. — Le Dr Lépéchinsky (représentant le R. P. Lejay) présente un rapport sur les activités de la Sous-Commission des Ursigrammes.

(iii) Règlements des Sous-Commissions. — La Commission a discuté des propositions concernant les Règlements des Sous-Commissions, reçues du Comité Exécutif, et a suggéré certaines modifications.

2. — *Statut des représentants.*

La Commission étudie les statuts des représentants des Membres officiels et renvoie la question au Comité Exécutif pour examen.

3. — *Groupes de Travail.*

(i) Indice ionosphérique de l'Activité Solaire. — La Commission a reçu de la Commission Mixte de l'Ionosphère une proposition d'étudier un indice ionosphérique de l'activité solaire et a désigné les membres dont les noms suivent pour étudier la question et faire un rapport, au cours de la présente Assemblée : Dr W. J. G. Beynon (*Président*), Dr D. H. Menzel, M. A.H. Shapley.

(ii) C.C.I.R. Vœu nº 26 : *Stations de Sondages ionosphériques après l'A.G.I.* — Le groupe de Travail, constitué comme suit, a été désigné pour étudier cette question : M. D. K. Bailey (*Président*), M. A. H. Shapley, M. F. T. Davies, Dr Y. Aono, Dr D. Lépéchinsky, Dr W. Dieminger.

(Une autre décision concernant les problèmes du C.C.I.R. figure dans le § 4).

Mardi 3 septembre 1957.

4. — *Problèmes soumis à la Commission III par le C.C.I.R.*

Une discussion importante a eu lieu sur la meilleure méthode de traiter les problèmes soumis à la Commission III par le C.C.I.R. Il a finalement été décidé que la Commission III désignerait un Comité constitué du Président de la Commission et des deux Secrétaires. Ce Comité fonctionnera entre les Assemblées Générales et aura pleins pouvoirs pour traiter tous les problèmes que le C.C.I.R. soumettra à la Commission III, en consultant les personnes

compétentes lorsque ce sera nécessaire, et, chaque fois que ce sera possible, il s'efforcera de fournir aux problèmes en question une réponse valable. Le rapport de ce Comité sera communiqué au Comité U.R.S.I.-C.C.I.R. pour être transmis au C.C.I.R.

Il a été décidé qu'une note serait insérée dans le *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.* pour attirer l'attention sur cette décision.

5. — *Proposition concernant un Service Ionosphérique International Permanent.*

La Commission a discuté la proposition concernant la création d'un Service Ionosphérique International Permanent. Ce sujet a été proposé par le R. P. LEJAY et une recommandation pour que la Commission III étudie cette question a aussi été soumise par la Commission Mixte de l'Ionosphère. Le R. P. LEJAY attire l'attention sur le fait que, avec l'augmentation énorme du volume des données ionosphériques pendant l'A.G.I., il est devenu opportun d'organiser le rassemblement et la diffusion des données sur des bases internationales, d'une façon semblable à celle déjà mise au point pour certaines autres données géophysiques.

Le Rapporteur de l'Ionosphère du C.S.A.G.I. (Dr BEYNON) indique de quelle façon les quatre Centres des Données Ionosphériques de l'A.G.I. ont été organisés et déclare qu'en fait un Comité Consultatif pour la gestion de ces Centres a été nommé.

Ce Comité Consultatif, composé de représentants de ces quatre Centres ainsi que du Rapporteur du C.S.A.G.I. comme Président, semble constituer le noyau duquel pourrait naître après l'A.G.I., un Service Ionosphérique International.

La Commission estime que le Comité Consultatif du C.S.A.G.I. pour les Centres des Données Mondiales Ionosphériques constitue l'organisme approprié pour étudier le fonctionnement des Centres des Données Ionosphériques après l'A.G.I. et que l'U.R.S.I. devrait exprimer à cet organisme l'intérêt qu'elle porte à la création d'un Service Ionosphérique International après la fin de l'A.G.I.

Mercredi 4 *septembre* 1957.

6. — *Rapports des Groupes de Travail.*

(i) INDICE IONOSPHÉRIQUE DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE. — Le Président (Dr BEYNON) expose que le Groupe de Travail a eu une discussion préliminaire sur ce problème et propose qu'une Sous-

Commission soit créée pour l'étudier plus à fond. La Commission donne son accord pour la formation d'une Sous-Commission composée des membres suivants : Dr W. J. G. Beynon (*Président*), Dr D. H. Menzel, M. A. H. Shapley, Professeur C. W. Allen, et M. C. M. Minnis.

La Commission autorise la Sous-Commission à publier des indices provisoires dès qu'elle se mettra d'accord à leur sujet.

(ii) C.C.I.R. Vœu nº 26 : *Stations de sondages ionosphériques après l'A.G.I.* — Le Rapport de ce Groupe de Travail est présenté par M. D. K. Bailey et donné dans l'Annexe I de ces procès-verbaux.

7. — *Sous-Commissions.*

La Commission donne son accord aux décisions suivantes concernant les Sous-Commissions :

(i) Sous-Commission III*a* : *Sondages Ionosphériques et Dépouillement des données.* — Il est entendu que la majorité du travail de cette Sous-Commission a généralement été effectué par le Sous-Comité des Sondages Mondiaux du Comité U.R.S.I.-A.G.I. (voir § 1 (ii) (*a*)). Dans ces conditions, la Commission III recommande que la Sous-Commission III a soit temporairement dissoute ; cette proposition devra être reconsidérée à la prochaine Assemblée Générale.

(ii) Sous-Commission III*b* : *Interaction des ondes.* — La Commission recommande que cette Sous-Commission soit dissoute dès maintenant.

(iii) Sous-Commission III*c* : *Etude de la durée de propagation des signaux radioélectriques.* — La Commission a considéré que le travail de cette Sous-Commission présentait un intérêt pour certaines études de l'A.G.I. et que cette Sous-Commission devrait être maintenue.

(iv) Sous-Commission III*d* : *Nomenclature magnéto-ionique.* — Cette Sous-Commission ayant terminé son travail, la Commission recommande sa dissolution (voir § 1 (ii) (*d*)).

(v) Proposition pour une nouvelle Sous-Commission III*e* sur « les Indices Ionosphériques de l'Activité Solaire ». — La Commission donne son accord pour l'institution d'une nouvelle

Sous-Commission avec les membres et les attributions donnés au § 6 (i) ci-dessus.

8. — *Proposition pour un Rapport Spécial de l'U.R.S.I.*

La Commission a discuté des sujets possibles pour des Rapports Spéciaux de l'U.R.S.I. et il a été admis de proposer à l'Assemblée Générale qu'un Rapport Spécial sur « les Observations radioélectriques des Aurores » soit préparé par un Comité composé des membres suivants : Dr J. H. Chapman (*Président*), Professeur A. C. B. Lovell, Dr A. M. Peterson, M. Owren, Professeur H. G. Booker, Dr Ellyett et Dr L. Harang,

9. — *Propositions concernant les Symposia et un Groupe d'Etudes Mixte.*

(i) Symposia. — La Commission a reçu du Comité Exécutif la proposition d'organiser des Sympopsia à raison d'un par an approximativement, et elle propose les deux sujets suivants :

a) L'ionosphère extérieure.

b) Phénomènes géophysiques associés à l'éruption solaire du 23 février 1956.

(ii) Groupe d'Etudes Mixte. — A la suite de discussions principalement sur la diffusion et les mouvements ionosphériques, la Commission considère que, pour que certains problèmes ionosphériques progressent vers une solution, une collaboration immédiate est nécessaire entre les chercheurs dans les domaines de l'électromagnétisme, de l'hydromagnétisme et de la mécanique des fluides. La Commission recommande donc que, dans un proche futur, les chercheurs travaillant dans ces domaines soient invités à participer à un Groupe d'Etudes Mixte, qui aurait à examiner ces problèmes. Elle estime que cette sorte de problème ne constitue pas un sujet approprié pour un Symposium classique, mais qu'il serait préférable que des spécialistes dans les domaines nommés ci-dessus se réunissent pendant quelques semaines pour travailler sur ces problèmes.

Il est décidé de formuler immédiatement des propositions pour la création d'un tel Groupe d'Etudes Mixte (voir Résolution 10).

10. — *Résolutions.*

Neuf Résolutions formulées par la Commission Mixte de l'Ionosphère lors de sa réunion à New-York en août 1958 ont été présentées à cette séance et adoptées par la Commission III (voir p. 180).

Réunion du Comité Spécial pour les Sondages Ionosphériques à l'échelle mondiale

Boulder, 29 août 1957

Etaient présents :

Les membres du Comité Spécial, les conseillers principaux et les membres du Comité Spécial antérieur pour les hautes latitudes (MM. Y. Aono, K. Rawer, A. Haubert, R. W. Knecht, J. W. Wright, K. Davies) ainsi que des observateurs de différentes nationalités.

Trois points principaux ont été discutés.

I. — Travaux futurs du Comité Spécial

Les changements apportés à la suite de la recommandation précédente du Comité Spécial avaient pour objet la politique générale et les détails concernant le dépouillement et la précision. Afin que ces changements soient aussi efficaces que possible, il paraît utile que le comité poursuive les activités comme organisme moniteur pendant l'A.G.I. Les points suivants ont été notés comme présentant un intérêt spécial :

1. Application générale des nouvelles règles, utilisation des symboles caractéristiques et des lettres, précision de lecture.

Matériel : tables publiées, feuilles de données, diagrammes « *f*-plots ».

2. « Sens commun » dans les cas où un jugement personnel s'impose au cours du dépouillement spécialement pour *fo*F1, *fo*Es et « type » de E*s*.

Matériel : ionogrammes des journées mondiales, etc.

3. Précision :

— du temps des enregistrements ;

— des marques de fréquence ;

— du balayage de fréquence (invariabilité de l'échelle, vitesse de la caméra et continuité),

— des marques d'altitude (fréquence, ligne de base).

Certains de ces caractères peuvent être vérifiés par *a*) l'utilisation des ionogrammes, *b*) par des méthodes statistiques.

a) Les ionogrammes peuvent être utilisés pour contrôler le balayage de fréquence, la ligne de base (altitude zéro), le balayage d'altitude.

b) Des méthodes statistiques appropriées ont trait, par exemple, à la distribution de probabilité des lectures numériques, aux effets solaires contrôlés, aux effets de lever du Soleil, à la variation saisonnière, etc...

Matériel : ionogrammes des journées mondiales, feuilles de données, médianes mensuelles.

Ce matériel devrait être accessible au moins aux Centres mondiaux de données.

Il a été recommandé que les membres et les conseillers principaux soient des spécialistes de sujets différents et de méthodes différentes.

Au cas où des imprécisions ou des erreurs substantielles seraient décelées, l'organisation en question devrait en être informée par le président du Comité Spécial pour les Sondages à l'échelle mondiale.

Un rapport spécial sur les contrôles de la précision sera préparé par J. W. Wright et R. M. Gallet.

La recommandation suivante est présentée à la Commission III :

A. Les ionosondes devraient être adaptées et contrôlées régulièrement de manière à ce qu'un maximum de précision technique soit atteint.

B. Les ionogrammes devraient être effectués de telle sorte que des méthodes plus précises de dépouillement leur soient applicables dans l'avenir, compte tenu des méthodes actuellement utilisées.

II. — Expérience concernant les nouvelles règles de dépouillement

D'une manière générale toutes les organisations représentées ont une expérience suffisante de ces nouvelles règles et les appli-

quent régulièrement aux observations courantes. Quelques difficultés mineures sont signalées, spécialement pour Es (cf. par III). Aono pense que l'échange des diagrammes « *f*-plots » sous la forme originale (copies sur papier) est préférable à celui des microfilms 35 mm. On signale que Turner doit faire certains commentaires sur la précision des médianes.

III. — Détails concernant les règles de dépouillement

Le texte de Bruxelles, d'après lequel la couche F2 correspond toujours à la stratification la plus élevée de la région F1, doit être précisé de manière à s'appliquer dans le cas ou F2 disparaît derrière F1. La trace F ne peut être confondue avec F1 .Le texte adopté à Bruxelles n'avait en vue que des stratifications telles que F1.5.

Les questions de détail suivantes sont mises à l'ordre du jour de la prochaine séance :

Knecht : Détermination de *h'*E, *fo*E, *fo*Es en présence de Es équatoriale,

Knecht : Détermination de *fb*Es, *fo*Es en présence d'un vide sur l'axe des fréquences,

Aono : Détermination de *fb*Es lorsque la composante extraordinaire s'abaisse à des fréquences inférieures,

Haubert : Utilisation des lettres lorsqu'aucun recouvrement n'est observé,

Haubert : Valeurs médianes qualifiées par E ou D,

Rawer : Détermination de *fo*Es, *fb*Es lorsqu'aucune trace Es n'est présente,

Rawer : Médiane dans ce cas,

Rawer : Précision de *fo*F1 et dernière décimale à utiliser.

Commentaires sur le vœu N° 26 du C.C.I.R.

STATIONS DE SONDAGE IONOSPHÉRIQUE APRES L'A.G.I.

Rapport d'un Groupe de Travail

---

1. Dans le vœu n° 26 de la VIIe Assemblée Plénière en 1956 à Varsovie, le C.C.I.R. a attiré l'attention sur l'intérêt de maintenir en activité après l'A.G.I. certaines des stations ionosphériques établies ou maintenues en activité seulement pour le programme de l'A.G.I. L'objectif à poursuivre, du point de vue du C.C.I.R., est d'améliorer les prévisions de propagation.

2. Du point de vue de l'U.R.S.I., le maintien après l'A.G.I. de certaines stations de sondage ionosphérique de l'A.G.I. serait également désirable pour compléter les connaissances sur la morphologie et les perturbations ionosphériques.

3. Sous beaucoup d'aspects, les objectifs cités plus haut peuvent être considérés comme identiques.

4. En conséquence, l'U.R.S.I. recommande que le plus grand nombre possible des stations suivantes soient maintenues en activité, de préférence au rythme d'un sondage toutes les 15 minutes pendant une période dépassant au moins d'un an le prochain minimum du cycle d'activité solaire.

Arctique	*Antarctique*	*Région Equatoriale*	*Stations complémentaires*
Alert	Pôle Sud	Natal	Tamanrasset
Thule	Little America	Talara	St. Johns
Svalbard	Terre Adélie	Bogota	Mexico City
Tromsö	Baie de Halley	La Paz	Concepcion

Arctique	*Antarctique*	*Région Equatoriale*	*Stations complémentaires*
Bukhta Tikhaya	Syowa (Showa)	Djibouti	Tahiti
Baie de Tiksi	et/ou Mawson	Kodaikanal	Sao Paulo
Providenie		Bangui	Tucuman
		Davao (1)	Iles Kerguelen
			Iles Macquarie
			Ile Marion

(1) Cet emplacement n'est pas définitif. Il est entendu que le Gouvernement des Philippines prévoit une station de l'A.G.I. au sud de Manille, à peu près sur l'équateur magnétique.

Résumé des remarques du Dr. D. F. Martyn, Président de la Commission III,

à la séance de clôture de la XIIe Assemblée Générale

Le Dr Martyn fait le résumé des séances techniques et administratives de la Commission III, énonce les recommandations concernant les Sous-Commissions et les Rapports Spéciaux de l'U.R.S.I., et celles au sujet des Symposia et d'un Groupe d'étude mixte.

Le texte complet, des Résolutions et des Recommandations de sa Commission est donné pp. 180-184.

Résolutions et Recommandations

Les neufs Résolutions suivantes formulées par la Commission Mixte de l'Ionosphère à sa Réunion de New-York (août 1957) ont été adoptées par l'U.R.S.I. à sa XIIme Assemblée Générale, à Boulder.

1. *Systèmes de courants ionosphériques* :

(i) La Commission Mixte de l'Ionosphère espère que de nouvelles déterminations des systèmes de courant électriques Sq et SD seront effectuées à partir des magnétogrammes obtenus pendant l'A.G.I.

(ii) La Commission Mixte de l'Ionosphère invite l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aérologie (I.A.G.A.)à étudier la possibilité de déterminer la latitude des foyers des systèmes de courant Sq suivant une ou plusieurs longitudes, pendant le plus grand nombre de jours possible durant l'A.G.I.

2. *Paramètres de la Région E.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère insiste sur ses résolutions antérieures concernant la nécessité d'avoir des relevés et des marquages horaires précis pour les paramètres de la région E.

Elle recommande que les enregistrements des traces de la région E sur les ionogrammes soient effectués avec des échelles de fréquences dilatées.

Elle recommande de plus qu'on accorde une attention spéciale à la mesure de h'E dans les stations situées près de l'équateur magnétique.

3. *Phénomènes de marées ionosphériques.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère attire l'attention sur la nécessité d'étudier pendant l'A.G.I. les oscillations lunaires dans les couches E et E sporadique à l'aide des paramètres h'E, fE et h'Es.

4. *Echelles de fréquence et de hauteur des Ionogrammes.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que pendant l'A.G.I. le Sous-Comité des Sondages Mondiaux de l'U.R.S.I. soit chargé de vérifier les échelles relatives et absolues des hauteurs et des fréquences.

5. *Mesures des mouvements ionosphériques horizontaux.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande la plus étroite coopération entre les stations qui étudient les mouvements horizontaux afin d'élucider le comportement mondial de tels mouvements.

6. *Profils de la densité électronique en fonction de la hauteur* (N, *h*). — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que les organismes qui entreprennent le calcul des profils N, *h* échangent les ionogrammes étudiés et les profils calculés correspondants, de façon à assurer la concordance des résultats obtenus par différentes méthodes.

7. *Etudes au moyen de fusées aux latitudes aurorales.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande qu'un programme plus complet de recherches à l'aide de petites fusées soit exécuté aux latitudes aurorales pour étudier les rayonnements corpusculaires et autres à des altitudes inférieures à 90 km.

8. *Irrégularités ionosphériques.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que les groupes qui observent les irrégularités ionosphériques qui se déplacent rapidement soient encouragés à poursuivre ce travail et à échanger leurs résultats. Il est aussi fortement conseillé que les études de tous les mouvements ionosphériques soient organisées sur des bases locales ou régionales.

9. *Nomenclature.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande :

(i) que l'ionisation totale par colonne unité contenue dans la partie d'une région ionisée située au-dessous de son maximum d'ionisation soit désignée par « contenu électronique au-dessous du maximum » de la région.

(ii) que l'actuelle terminologie concernant les « sifflements » (« nose-whistlers » etc.), soit considérée comme provisoire et que

l'étude d'une terminologie plus appropriée soit immédiatement entreprise.

(iii) que la lettre A soit utilisée pour désigner l'ionisation aurorale résultant directement ou indirectement, de l'arrivée dans l'atmosphère terrestre des particules solaires, et que les subdivisions de cette ionisation soient indiquées de la façon suivante :

A*a* ionisation aurorale due aux particules atomiques primaires ;

A*e* ionisation aurorale due aux électrons ;

A*x* ionisation aurorale due aux rayons X ;

A*u* ionisation aurorale due au rayonnement ultra-violet ;

A*r* ionisation aurorale due au photodétachement par le rayonnement rouge.

L'Assemblée Générale a également adopté les Résolutions suivantes :

10. *Proposition pour un Groupe d'Etudes Mixte.* — Reconnaissant les relations mutuelles qui existent dans l'ionosphère entre l'électromagnétisme, l'hydromagnétisme et la mécanique des fluides, la Commission III recommande qu'un encouragement soit donné à une étude en commun par des chercheurs en mécanique des fluides et en géophysique, dans le but, d'une part, d'encourager les spécialistes en mécanique des fluides à résoudre des problèmes non résolus en géophysique, et, d'autre part, d'appliquer à la géophysique les connaissances déjà acquises en mécanique des fluides.

11. *Expériences satellites et fusées.* — La Commission III de l'U.R.S.I. recommande aux pays qui en font partie d'entreprendre à l'aide des satellites et des fusées, l'étude de l'atmosphère et des régions de l'espace avoisinantes, et souligne l'intérêt d'une collaboration entre les nations qui participent à de telles recherches.

12. *Analyse des Données de l'A.G.I.* — Pour que le Programme de l'A.G.I. soit pleinement réalisé, il est nécessaire de prendre des dispositions pour que des études approfondies des données soient effectuées par des spécialistes qualifiés. L'U.R.S.I. insiste fortement pour que les organismes gouvernementaux qui ont financé la mise en œuvre du programme de l'A.G.I., allouent maintenant les fonds nécessaires aux scientifiques qui désireront analyser les résultats obtenus.

13. *Symposia.* — La Commission III de l'U.R.S.I. accueille avec satisfaction et fait sienne la proposition du Comité Exécutif d'organiser des Symposia sur des sujets spéciaux de la science radioélectrique à des intervalles approximatifs d'une année ; compte tenu cependant, du fait que la plupart des scientifiques et des organisations qui s'occupent de l'ionosphère assument une lourde charge de par leurs activités dans l'A.G.I. jusqu'à la fin de 1958, et par conséquent n'ont pas le temps de préparer avec succès de tels symposia, il est proposé qu'aucun symposium sur des sujets concernant la Commission III ne soit tenu avant le milieu de 1959.

14. *Etudes théoriques des profils de la densité électronique en fonction de la hauteur.* — Tout en reconnaissant les progrès énormes qui ont été faits dans le calcul des profils de la densité électronique en fonction de la hauteur, l'U.R.S.I. recommande cependant que le problème théorique, dans son sens le plus large (compte tenu de l'anisotropie et des chocs des électrons), de la détermination de la répartition électronique en fonction de la hauteur, soit étudié plus à fond.

Fait partie de ce problème la question de préciser quelles données mesurables au sol sont nécessaires pour une détermination théorique à solution unique de la distribution.

Une telle étude générale serait également précieuse en vue d'une étude plus approfondie de la troposphère.

15. *Sous-Commissions.* — La Commission III recommande :

(i) de supprimer la Sous-Commission III*a* sur les Observations Ionosphériques et la Réduction des Données, la Sous-Commission III*b* sur l'Interaction des Ondes, et la Sous-Commission III*d* sur la Nomenclature Magnéto-ionique.

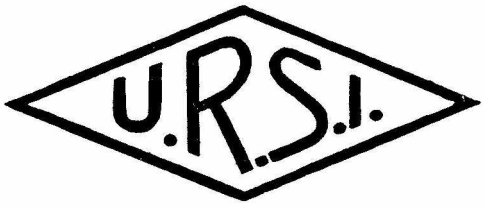
(ii) d'inviter la Sous-Commission III*c* sur l'Etude du Temps de Propagation des Signaux Radioélectriques à poursuivre ses travaux sous la présidence du Prof. M. Boella et avec les mêmes membres.

(iii) de constituer une nouvelle Sous-Commission III*e* sur les Indices Ionosphériques de l'Activité Solaire sous la présidence du Dr W. J. G. Beynon et avec comme membres le Dr D. H. Menzel, M. A. H. Shapley, le Professeur C. W. Allen et M. C. M. Minnis.

16. *Rapport spécial.* — La Commission III recommande la rédaction d'un Rapport Spécial sur les « Observations Radioélectriques des Aurores » par un Comité composé comme suit : Dr J. H. Chapman (*Président*), Professeur A. C. B. Lovell, Dr A. M. Peterson, M. Owren, Professeur H. G. Booker, Dr Ellyett et Dr L. Harang.

17. — L'U.R.S.I. exprime sa haute considération au Central Radio Propagation Laboratory du National Bureau of Standards pour la manière dont il a assisté la recherche scientifique sur l'ionosphère et les sujets connexes dans les centres du monde entier, par son habile rassemblement des données et par son empressement amical à fournir ces données aux chercheurs de bonne foi des autres pays. L'U.R.S.I. émet l'avis que la rédaction et la publication des Séries-F du Laboratoire constituent un élément important de progrès pour les connaissances de base de l'ionosphère et pour l'étude des facteurs qui influencent ces variations.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 4

Commission IV

Perturbations Radioélectriques d'origine terrestre

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 4 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION IV

Perturbations radioélectriques d'origine terrestre

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
Composition de la Commission	5
Liste des rapports et communications présentés a la Commission	7
Rapport d'une Sous-Commission	9
Collaboration avec le C.C.I.R.	48

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 49
Australie 50
E. U. A. 51
France 57
Japon 63
Maroc 70
Nouvelle-Zélande 71
Pologne 72
Royaume-Uni 73
Suède 80
Suisse 83

Rapport du Président a la Séance Plénière d'Ouverture 85

Compte Rendu des Réunions 87

Exposé des Travaux de la Commission 99

Recommandations 101

Composition de la Commission

Président : Prof. R. A. Helliwell, Stanford University, Stanford, Calif., U. S. A.

Président sortant : M. J. A. Ratcliffe.

Vice-Président : M. F. H. Dickson, Signal Corps, Radio Propagation Agency, Fort Monmouth, N. J., U. S. A.

Secrétaires : M. G. Foldès, Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux, France.

M. F. Horner, Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Bucks, England.

Allemagne : Dr A. Ehmert, Max-Planck Institut für Physik und Ionosphäre, Weissenau, Kreis Ravensburg.

Australie : Dr G. H. Munro, C.S.I.R.O., Radio Research Board, Sydney Section, c/o Electrical Engineering Department, The University, Sydney, N.S.W.

Autriche : Prof. Dr J. Fuchs, Ramperstorfferstrasse 2, Wien V.

Belgique : Prof. E. Lahaye, Directeur de l'Institut Royal Météorologique, 3, avenue Circulaire, Bruxelles, 18.

Canada : M. J. C. W. Scott, Defence Research Telecommunications Establishment, (Radio Physics Laboratory), Defence Research Board, Shirley Bay, Ottawa, Ont.

Danemark : Prof. J. Rybner, Royal Technical University, Øster Voldgade, 10, op. G, Copenhagen, K.

Espagne : Ing. Prof. E. Novoa Gonzalez, Directeur, Escuela Oficial de Telecomunication Conde Penalver, 19, Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : Mr. Wm. Q. Crichlow, National Bureau of Standards, Boulder, Col.

Finlande : Ph. D. V. Rossi, Chief of the Aerological Department, Meteorological Office, Helsinki.

France : M. R. RIVAULT, La Plaine, Poitiers (Vienne) France.

Grèce :

Inde : M. S. V. Chandrasckhar AIYA, Principal L. D. College of Engineering, Ahmedabad 9.

Italie : Prof. A. NIUTTA, Via Colai di Rienzo 52, Roma.

Japon : Dr Atsushi KIMPARA, Director, Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, Ichida-cho, Toyokawa-shi, Aichi-ken.

Maroc : M. LEGRAND, Chef du Centre de Réception Radioélectrique, avenue Biarnay, Rabat.

Norvège : M. N. J. SÖBERG, Chief Radio Engineer, Board of Telegraphs, Kongenst. 21, Oslo.

Nouvelle-Zélande : M. J. G. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : M. Ir. J. BLOEMSMA, Mient, 551, La Haye.

Pologne :

Portugal :

Royaume-Uni : M. F. HORNER, Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Bucks, England.

Suède : Prof. H. NORINDER, Head, Institutet för Högspänningsforskning, Uppsala.

Suisse : Prof. Dr Ing. J. LUGEON, Directeur de la Station Centrale Suisse de Météorologie, Kräbühlstrasse, 58, Zurich 7/44.

Tchécoslovaquie :

Union Sud Africaine : M. F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Laboratory of the C.S.I.R., Box 10319, Johannesburg, Tvl.

U.R.S.S. : Prof. N. M. IZYUMOV, c/o Académie des Sciences, Moscou.

Yougoslavie : Prof. Ing. A. DAMIANOVITCH, Faculté d'Electrotechnique, 6, Stevana Sremca, Beograd 2.

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

A = Texte original anglais
F = Texte original français

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I. (F).
3	Chœurs crépusculaires périodiques, H. E. DINGER (A).
4	Calcul des coefficients de réflection ionosphérique d'après la forme des atmosphériques, A. G. JEAN, L. J. LANGE, J. R. WAIT (A).
36	Variations du champ dues aux décharges d'éclairs et mécanisme de la décharge, N. KITAWAGA (A).
37	Mécanismes de l'éclair et radiation d'atmosphériques, H. ISIKAWA (A).
38	La forme des atmosphériques en Extrême-Orient, A. KIMPARA (A).
39	Quelques résultats de mesures simultanées du bruit atmosphérique en haute fréquence, A. KIMPARA, H. SHINKAWA, T. FUJITA, Y. AONO, Y. TAKI, F. MINOZUMA (A).
40	Mesure de la distribution statistique des amplitudes du bruit atmosphérique en haute fréquence, T. ISHIDA (A).
41	Une investigation des atmosphériques sifflants du Japon, A. KIMPARA, A. IWAI, J. OUTSU (A).
115	Etude des formes de variations du champ électrique au cours de décharges orageuses entre nuages, B. A. P. TANTRY, R. S. SRIVASTAVA, S. K. KHASTGIR (A).
125*	Rapport du Comité National Britannique à la Commission IV, F. HORNER (A).
126	Bruit radioélectrique atmosphérique entre 10 kc/s et 30 kc/s, J. HARWOOD (A).
127	Relation entre le bruit radioélectrique atmosphérique et les éclairs, F. HORNER (A).

N°	Titres et Auteurs
141*	Rapport du Comité National Suisse à la Commission IV, Prof. J. LUGEON (F).
151	L'utilisation d'un magnétophone dans l'étude de la structure du bruit atmosphérique, C. CLARKE (A).
159*	Rapport du Comité National Néo-zélandais à la Commission IV, (A).
170*	Rapport du Comité National Marocain à la Commission IV, (F).
193*	Rapport du Comité National Allemand à la Commission IV, A. EHMERT (A).
200*	Rapport du Comité National Japonais à la Commission IV, A. KIMPARA (A).
211*	Rapport du Comité National Français à la Commission IV (F).
216*	Rapport du Comité National Suédois à la Commission IV, H. NORINDER (A).
224*	Rapport du Comité National Australien à la Commission IV (A).
229	Forme des variations et séquence temporelle des décharges d'éclair multiples, H. NORINDER, B. VOLLMER (A).
230	Pré-décharges en relation avec les décharges d'éclair subséquentes, H. NORINDER, E. KNUDSEN (A).
231	Décharges d'électricité atmosphérique à partir de rafales de neige éloignées et de fronts d'occlusion, H. NORINDER, E. KNUDSEN (A).
239	Caractéristiques du canal d'éclair et émission radioélectrique correspondante, M. M. NEWMAN (A).
240*	Rapport du Comité National Polonais à la Commission IV (A).
254*	Rapport d'une Sous-Commission (A).
267	Résultats récents dans l'étude du mécanisme de la décharge d'éclair, H. NORINDER (A).
292	Sifflements et phénomènes associés, R. A. HELLIWELL (A).
298*	Rapport de la Commission IV des E. U. A. (A).

N° 254 — Rapport du Sous-Comité

sur « Les caractéristiques les plus immédiatement mesurables du bruit radioélectrique d'origine terrestre à partir desquelles l'interférence sur les divers systèmes de communications peut être déterminée »

par William Q. Crichlow

(*Traduction*)

Table des Matières

		Pages
I.	Introduction	9
II.	Caractéristiques mesurées du bruit radioélectrique	11
III.	Corrélation entre les paramètres mesurés du bruit et les performances des systèmes de communications	33
IV.	Prédiction des niveaux et caractéristiques du bruit	36
V.	Mesures recommandées	41
VI.	Spécifications concernant les instruments de mesure du bruit	43
VII.	Traitement et présentation des données	46

I. — Introduction

Un sous-comité a été constitué à la XIe Assemblée Générale pour étudier « les caractéristiques les plus immédiatement mesurables du bruit radioélectrique d'origine terrestre à partir desquelles l'interférence sur les divers systèmes de communication peut être déterminée ». Ce sous-comité fut délégué pour traiter le sujet par correspondance et pour soumettre un rapport à la XIIe Assemblée Générale. Des contributions ont été reçues de représentants de l'Union Sud-Africaine, du Royaume-Uni, du Japon, de la France et des Etats-Unis d'Amérique. Comme Président du

sous-comité, j'ai essayé de rendre compte de ces contributions ; j'ai inclus au présent rapport une discussion additionnelle des travaux effectués aux Indes, au Canada et en Australie.

La limitation fondamentale à la réception des signaux radioélectriques est le bruit avec lequel ils interfèrent. L'étude détaillée des caractéristiques d'interférence avec ce bruit doit donc être faite. Deux motifs essentiels pour obtenir des informations sur le niveau et les caractéristiques du bruit peuvent être invoqués. Le premier concerne les systèmes radioélectriques existants, pour lesquels il est nécessaire de déterminer le signal le plus faible fournissant encore des communications satisfaisantes en présence du bruit. Le second motif concerne le fait que des circuits améliorés peuvent être conçus en vue de minimiser l'influence du bruit sur la réception. La solution de ces deux problèmes de base est rendue extrêmement difficile par la nature variable du niveau du bruit et de ses caractéristiques.

Bien que des bruits appartenant à de multiples catégories interfèrent avec les réceptions, cette étude a été dirigée plus particulièrement vers le bruit atmosphérique, source principale des parasites aux fréquences inférieures à quelque 30 Mcs. Ce type de bruit engendré par les orages à l'échelle mondiale présente un caractère extrêmement erratique et varie dans de larges limites, en fonction de nombreuses variables dont les principales sont la position géographique, la fréquence radioélectrique, l'heure du jour, et la saison. Certaines variations sont systématiques ; d'autres ont un caractère aléatoire et doivent être traitées statistiquement. Il est avantageux d'envisager les variations sur des intervalles de durées diverses. Considérons d'abord les variations à court terme.

Sur des intervalles de plusieurs minutes jusqu'à environ une heure, les propriétés statistiques du bruit atmosphérique demeurent pratiquement constantes. Ces propriétés ont été décrites par plusieurs investigateurs sous la forme de distributions d'amplitudes en fonction du temps, mode de présentation le mieux approprié lorsqu'il s'agit de rechercher l'interférence causée par un type particulier de bruit sur les systèmes actuels de communication, et d'imaginer de nouveaux systèmes à utiliser en présence de ce type.

D'heure en heure pendant la journée, le niveau de bruit aussi bien que la forme de la distribution subissent des modifications, suite au changement des conditions de propagation et de la fré-

quence des orages, mais heureusement ces caractéristiques tendent à évoluer d'une manière prévisible. Aux fréquences basses, le niveau du bruit nocturne est élevé parce que la propagation s'effectue par l'ionosphère depuis les orages à grande distance. Pendant la journée, l'absorption ionosphérique est élevée ce qui réduit le bruit des orages lointains, de sorte que la contribution principale provient des orages locaux. Ceux-ci tendant à prédominer aux heures de l'après-midi, le niveau de bruit est renforcé durant cette période. Par conséquent le niveau du bruit est maximum la nuit, minimum le matin, et s'élève modérément l'après-midi. Aux hautes fréquences, la forme de la courbe journalière tend à s'inverser parce que l'ionosphère favorise la propagation seulement aux heures diurnes.

De jour en jour, à une heure donnée, les variations du niveau de bruit reçu évaluent conformément aux conditions de propagation et à l'activité orageuse. Ces variations de jour en jour peuvent être avantageusement traitées comme les variations diurnes, au moyen des distributions amplitude-temps.

Une tendance saisonnière systématique, influencée par l'absorption ionosphérique et par le lieu et la fréquence des orages est également observée. Les centres orageux localisés l'été dans l'hémisphère nord passent sous l'équateur l'hiver. Mais l'absorption ionosphérique plus forte en été réduit l'effet de l'activité orageuse accrue. Toutefois, le bruit reçu tend à être le plus intense en été et le moins intense en hiver aux latitudes tropicales et tempérées.

Le niveau de bruit reçu varie avec la fréquence parce que la radiation des orages et l'efficacité de propagation sont fonctions de la fréquence. En général le niveau du bruit décroît avec la fréquence croissante.

Les variations du niveau de bruit dépendent de la position géographique. Les niveaux les plus élevés se rencontrent à l'équateur, les plus faibles dans les régions polaires. Ces niveaux sont influencés par la topographie, le climat, et les conditions de propagation. Il existe également des variations en fonction de l'activité solaire.

II. — Caractéristiques mesurées du bruit atmosphérique

Ce paragraphe résume les mesures faites récemment en différents pays. Celles-ci, très variées, ont été classées par types.

A. — *Mesures subjectives*

Toutes les mesures subjectives rapportées ont été faites par la méthode de Thomas, dans laquelle un signal télégraphique local à vitesse faible est mélangé au bruit et réduit manuellement jusqu'à ce que l'intelligibilité du signal tombe à 95 %.

1. *Royaume-Uni.* — La station de Recherches Radioélectriques a continué ses mesures en haute fréquence (2-20 Mc/s) en plusieurs stations distribuées mondialement. Quelques-unes de ces stations ont procédé également à des mesures en basse fréquence (15-500 kc/s).

2. *France.* — Les mesures faites par la méthode de Thomas ont été comparées aux mesures de la tension enveloppe moyenne ; l'accord fut obtenu à 3 de près.

3. *Japon.* — Des mesures de ce type ont été faites par la Compagnie Kokusai Densin Denwa dans l'intervalle de 5 à 15 Mc/s, et également sur la bande de radiodiffusion (voir fig. 1).

4. *Australie.* — Mesures de Thomas faites à Rockbank et à Pearce sur l'intervalle de 2,5 à 50 Mc/s.

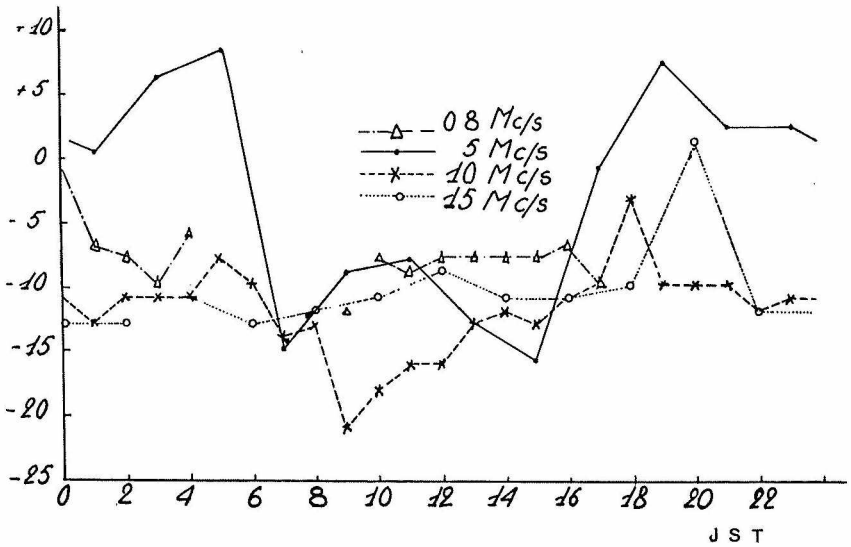


Fig. 1. — Intensité du champ du bruit atmosphérique mesurée par la méthode de Thomas.

5. *Etats-Unis d'Amérique.* — Mesures de Thomas faites pendant plusieurs années par U. S. Signal Corps à Balboa (zone du Canal de Panama) sur la bande 2,5-20 Mc/s.

B. — *Mesures des valeurs moyennes*

La valeur moyenne de la tension enveloppe a été mesurée extensivement dans tous les pays représentés au comité :

1. *Union Sud-Africaine.* — Mesures faites par le Laboratoire de Recherches des Télécommunications à des fréquences de 100 kc/s, 500 kc/s et 8 Mc/s ; niveaux enregistrés sur film. La bande passante était d'environ 5 kc/s, et la tension de contrôle automatique du gain était enregistrée d'une manière continue. Les constantes de temps étaient respectivement 0,5 sec. pour la charge et 1,5 sec. pour la décharge ; par conséquent les valeurs enregistrées sont légèrement plus fortes que les valeurs moyennes véritables pour beaucoup de types d'atmosphériques.

2. *Royaume-Uni.* — Mesures de la tension enveloppe moyenne effectuées à la station de Recherches Radioélectriques à des fréquences de 10 kc/s et 30 kc/s avec une largeur de bande de 300 c/s. Une estimation optimum des valeurs moyennes à différentes heures du jour pour différentes saisons a été faite à partir des données obtenues (voir Table 1).

TABLE 1

Intensité moyenne de l'enveloppe du bruit en $\mu V/m$ dans une bande passante de 300 c/s

Fréquence	Saison	Heures du jour					
		00-04	04-08	08-12	12-16	16-20	20-24
10 kc/s	Déc., janv., fév.	65	55	35	35	60	80
	Mars, avril, mai	80	45	45	65	80	90
	Juin, juillet, août	160	100	110	200	200	180
	Sept, oct., nov.	140	110	70	110	160	180
30 kc/s	Déc., janv., fév.	30	22	13	11	16	30
	Mars, avril, mai	40	18	16	25	25	45
	Juin, juillet, août	70	35	40	70	55	70
	Sept., oct., nov.	50	40	22	35	35	50

3. *France.* — Enregistrement du niveau moyen du bruit effectué aux fréquences suivantes en kc/s : 187, 60, 27, 12,5, 8,6, 5,3, 4,3, 2,3 ; largeurs de bande de l'ordre de 100 c/s. Une constante de temps de l'ordre de la minute était appliquée soit mécaniquement, soit électriquement. Les résultats de mesure sur 27 kc/s en 1954 et 1955 sont décrits par la figure 2.

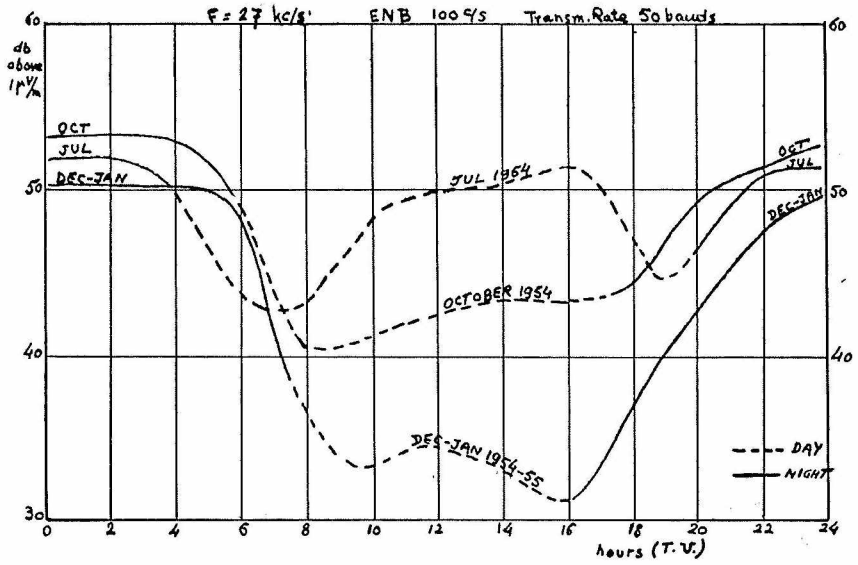


Fig. 2. — Intensité de champ minimum des réceptions d'atmosphériques par radiotélétypes.
Niveaux moyens mensuels pour 1954-1955, Paris

4. *Japon.* — Mesures du bruit moyen effectuées par le Bureau Régulateur des Radiocommunications et par NHK sur les fréquences de 5, 10 et 15 Mc/s avec une bande passante de 1,78 kc/s. Les constantes de temps du détecteur pour la charge et la décharge étaient de 10 μs, celle du mètre 600 ms.

5. *Etats-Unis d'Amérique.* — Enregistrements continus pendant plusieurs années exécutés par le National Bureau of Standards à Front Royal (Virginie) et à Boulder (Colorado) sur l'intervalle de 135 kc/s à 20 Mc/s. Des largeurs de bande de 200 c/s à 1000 c/s ont été utilisées. Les constantes de temps de charge et décharge étaient de l'ordre de 3 min.

Des enregistrements similaires ont été faits à l'Université de Floride sur l'intervalle de 15 à 530 kc/s avec une bande passante de 1000 c/s.

Des mesures de ce type ont encore été effectuées par la Commission Fédérale des communications, le U. S. Signal Corps et l'U. S. Air Force.

C. — *Quasi-crêtes*

Des mesures de quasi-crêtes ont été faites en plusieurs pays en utilisant des constantes de temps uniformes de 10 millisecondes pour la charge et d'environ 600 millisecondes pour la décharge. En général ces mesures et celles des moyennes ont été réalisées au moyen du même équipement.

1. *Japon.* — Mesures effectuées par NHK et le Bureau Régulateur des Radiocommunications en 10 emplacements convenablement distribués sur le territoire ; ces mesures furent faites chaque saison pendant deux semaines à 4 fréquences de 2 à 20 Mc/s ; les résultats typiques sont représentés figure 3.

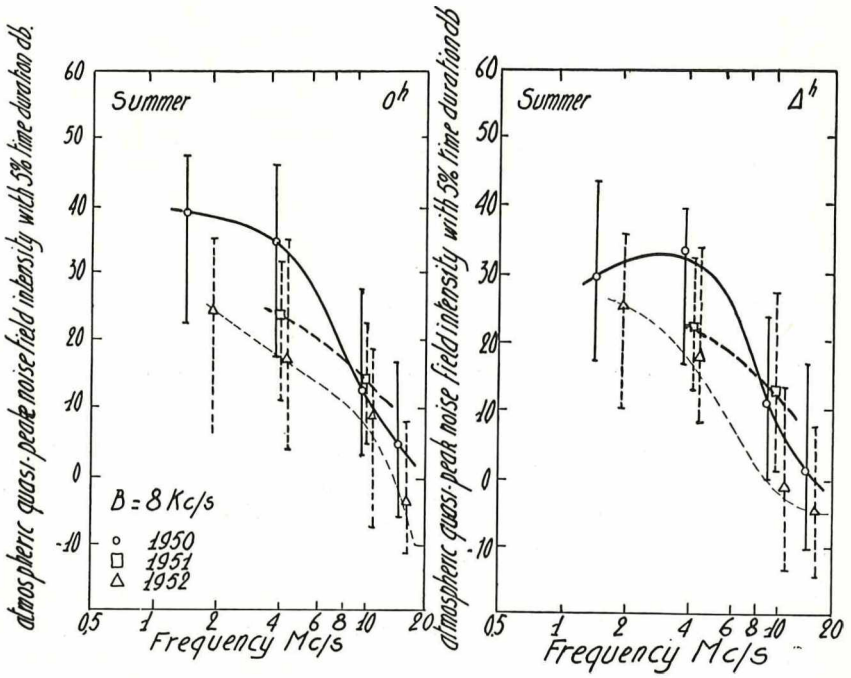


Fig. 3.

2. *Etats-Unis d'Amérique.* — Mesures faites dans le passé par la Commission fédérale des Communications et l'U. S. Air Force.

3. *Inde.* — Mesures faites au College of Engineering de Poona dans l'intervalle de 1 à 20 Mc/s avec une largeur de bande de 6 kc/s. Les audiofréquences furent appliquées, à travers un amplificateur logarithmique, à un voltmètre électronique enregistreur dont les constantes de temps étaient 10 ms pour la charge et 500 ms pour la décharge. Les résultats des mesures, pour les heures 18 et 24 (temps local) sont donnés dans la table 2 à côté des valeurs estimées d'après l'activité orageuse.

TABLE 2

Comparaison des intensités observées et mesurées du bruit

Fréquence (Mc/s)	Distance de la source (km)	Numéro du mois	Valeur moyenne observée (V/m)	Valeur estimée V/m
2,9	700	8	10,6	13,0
2,9	1500	1	6,2	9,2
2,9	2000	3	5,3	7,3
2,9	4000	4	0,9	2,3
4,7	700	9	7,3	8,1
4,7	1500	3	5,2	5,7
4,7	2000	2	4,4	4,5
4,7	4000	3	0,9	1,4

D. — *Tension moyenne quadratique*

Des mesures de tensions moyennes quadratiques ou de puissances moyennes ont été faites en plusieurs pays, moins extensivement toutefois que celles d'autres caractères. La mesure de ce paramètre fut recommandée il y a quelques années par le C.C.I.R. et paraît avoir regagné aujourd'hui quelque faveur.

1. *Union Sud Africaine.* — Valeurs moyennes quadratiques déterminées au Laboratoire de Recherches des Télécommunications, par intégration numérique des films d'enregistrement de tensions de bruit instantanées aux fréquences de 100 kc/s, 500 kc/s et 8 Mc/s.

2. *France.* — Valeurs déterminées à partir d'enregistrements photographiques de la tension fournie par un thermocouple placé dans le dernier circuit de fréquence intermédiaire.

3. *Royaume-Uni.* — Valeurs déterminées à la station de Recherches Radioélectriques à partir de mesures statistiques plus détaillées.

4. *Japon.* — Mesures faites à NHK au moyen d'un voltmètre à caractéristique quadratique, sur l'intervalle linéaire des tensions de sortie à la fréquence intermédiaire, et donnant les valeurs efficaces.

5. *Etats-Unis d'Amérique.* — Mesures de puissances moyennes faites par le N.B.S. à Boulder (Colorado) sur 50 kc/s-20 Mc/s, et à Bill (Wyoming) en utilisant un circuit électronique à caractéristique quadratique dans l'amplificateur de fréquence intermédiaire. Des enregistrements continus ont été effectués en ces localités sur plus d'une année ; les résultats en sont représentés figure 4. La bande passante était de 300 c/s et la constante de temps de 500 secondes.

L'équipement utilisé, conçu et étudié par le N.B.S., doit être produit en quantité suffisante pour équiper 16 stations distribuées à l'échelle mondiale pendant l'A.G.I.

E. — *Valeur logarithmique moyenne*

Des mesures du logarithme moyen de la tension enveloppe ont été faites en deux pays. Dans les deux cas, la tension détectée a été appliquée à l'entrée d'un amplificateur logarithmique répondant aux variations instantanées ; la valeur moyenne de la tension de sortie de cet amplificateur est ensuite enregistrée.

1. *Canada.* — Mesures faites sur 10 kc/s au Laboratoire de Radiophysique d'Ottawa (Ontario) pendant un an à partir d'octobre 1955, et sur 107 kc/s à Churchill (Manitoba) de décembre 1955 à août 1956. Les résultats en sont représentés figure 5.

2. *Etats-Unis d'Amérique.* — Mesures faites de 50 kc/s à 20 Mc/s par le N.B.S. à Boulder (Colorado) avec une bande passante de 300 c/s et une constante de temps de 50 secondes. Des enregistrements étendus sur 6 mois ont été obtenus jusqu'à présent.

F. — *Direction d'arrivée*

Des mesures radiogoniométriques du bruit atmosphérique ont été faites au Royaume-Uni à la Station de Recherches Radioélectriques, et aux Etats-Unis à l'Université de Floride, à l'Uni-

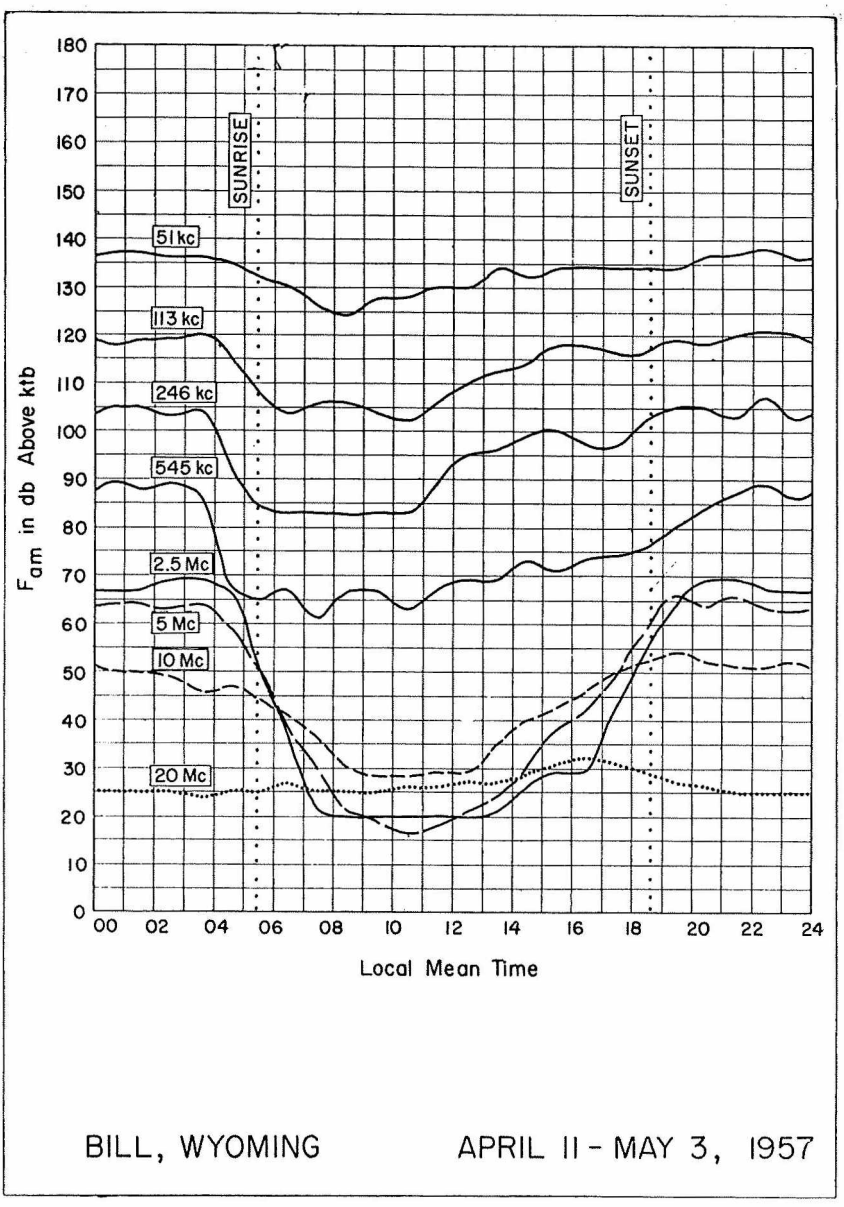

180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
SUNRISE
SUNSET
51 kc
113 kc
246 kc
545 kc
2.5 Mc
5 Mc
10 Mc
20 Mc
F_{am} in db Above ktb
00 02 04 06 08 10 12 14 16 18 20 22 24
Local Mean Time
BILL, WYOMING
APRIL 11 - MAY 3, 1957

Fig. 4.

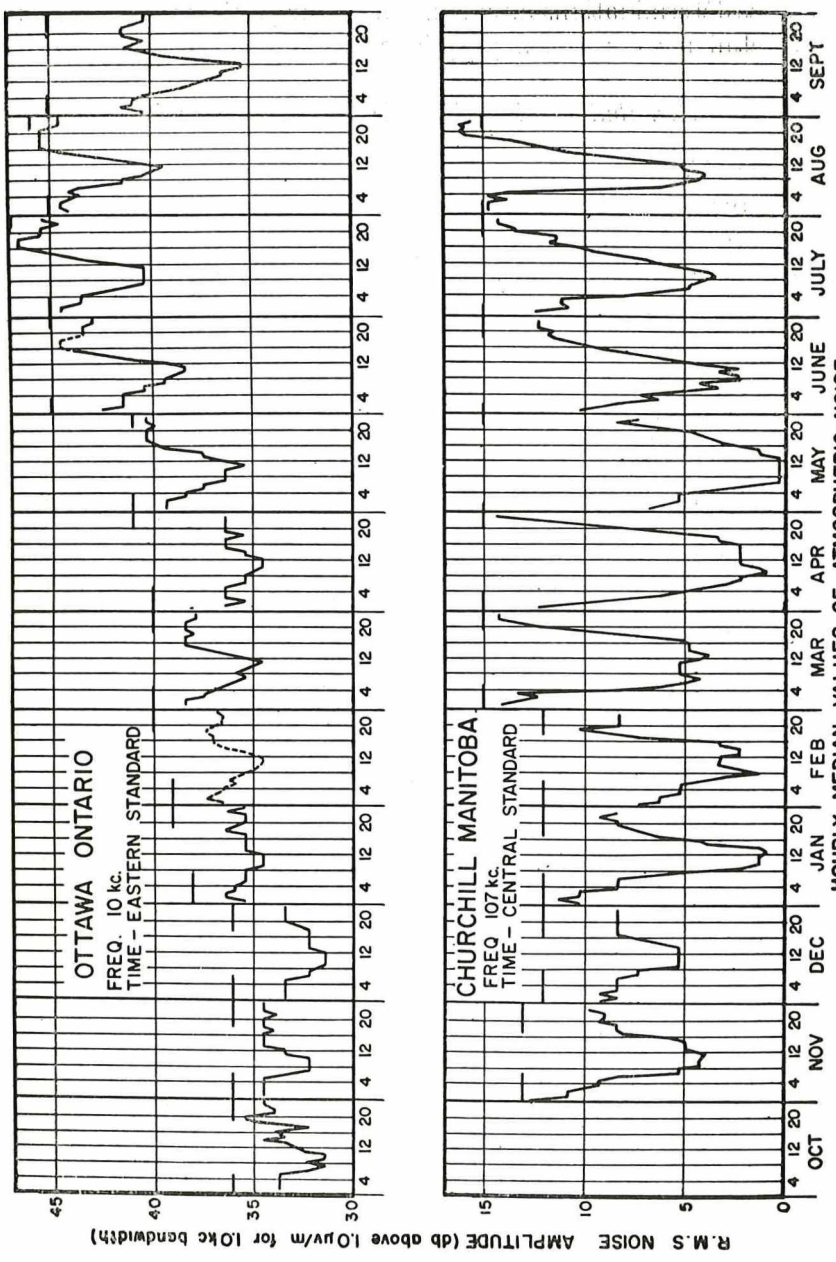


Fig. 5. — Intensité quadratique moyenne du bruit atmosphérique.

versité d'Oklahoma et à la Station de Boulder (Colorado) du N.B.S. Ces déterminations furent exécutées sur plusieurs fréquences ; aucun détail n'a été fourni jusqu'à présent.

G. — *Distribution statistique de l'enveloppe du bruit*

Les caractéristiques à court terme du bruit atmosphérique peuvent avantageusement s'exprimer d'après la distribution statistique des amplitudes de son enveloppe instantanée. Beaucoup d'expérimentateurs ont effectué des mesures de ce type au cours des années précédentes et des résultats détaillés ont été fournis.

1. *Université de Floride.* — Quelques-unes des mesures les plus anciennes relevant de cette catégorie ont été faites à l'Université de Floride et des résultats typiques sont représentés figure 6. Les

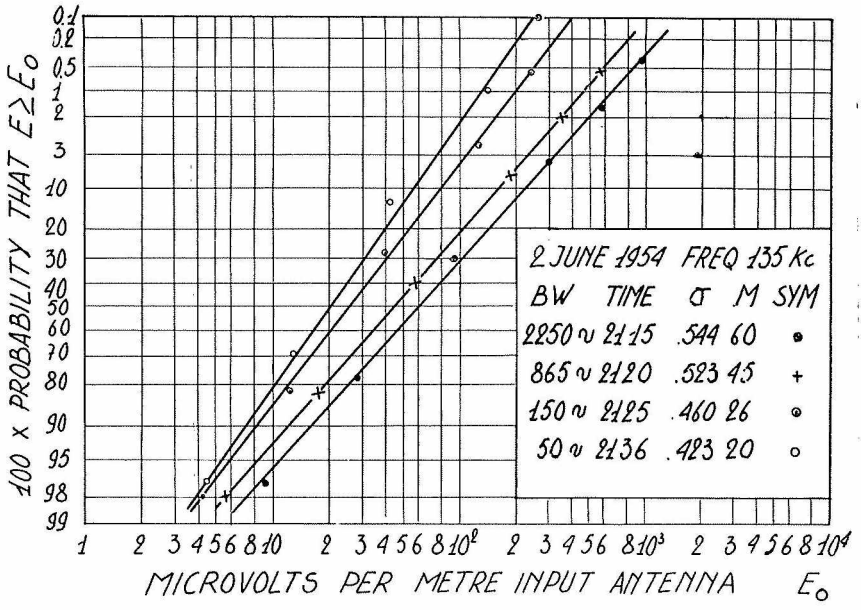


Fig. 6.

échelles de cette figure ont été établies de manière à ce qu'une distribution normale logarithmique soit représentée par une ligne droite, et l'on constate que les données observées se rassemblent autour de droites avec une dispersion raisonnable. La distribution

normale logarithmique présente l'avantage de dépendre de deux paramètres seulement : le logarithme moyen et l'écart moyen quadratique exprimé en unités logarithmiques. Grâce à des relations mathématiques simples, elle peut encore s'exprimer en fonction de la puissance moyenne et de la tension enveloppe moyenne. Les mesures faites à l'Université de Floride indiquèrent que la distribution normale logarithmique représente convenablement le bruit à cet emplacement.

2. *Laboratoire de Recherches des Télécommunications (Union Sud Africaine).* — Les distributions statistiques d'amplitudes obtenues en Afrique du Sud ont été établies par l'analyse des enregistrements sur film, et également au moyen d'un équipement, développé à l'Université de Floride, fournissant le pourcentage du temps pour lequel l'enveloppe du bruit excède des seuils fixés à priori. Les résultats obtenus indiquent également une distribution normale logarithmique (voir fig. 7).

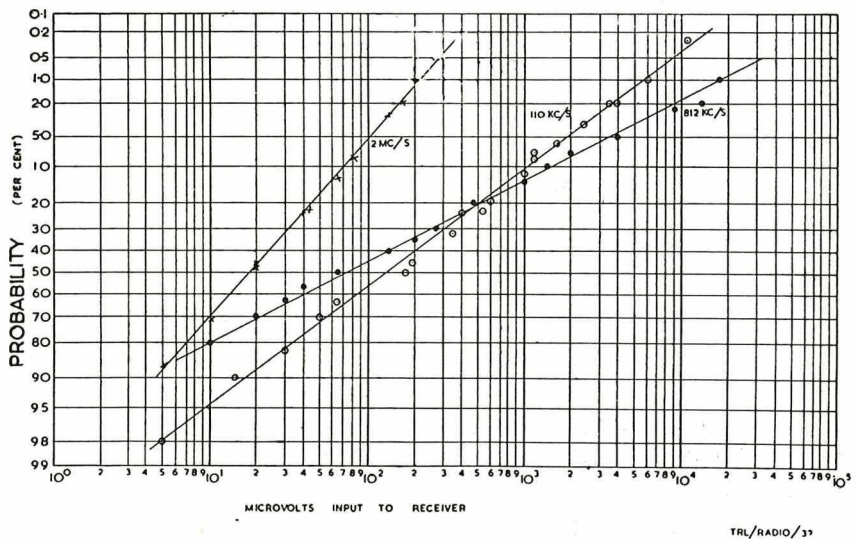


Fig. 7.

3. *France.* — Bien qu'aucune mesure de ce type n'ait été rapportée, une discussion sur le principe de la distribution normale logarithmique fut présentée ; il y est établi que cette distribution résulte du produit d'un grand nombre de variables indépendantes.

4. *Station de Recherches Radioélectriques (Royaume-Uni).* — Les mesures faites en Angleterre ont montré que la distribution cumulative des amplitudes du bruit (fraction du temps $Q(v)$ pour lequel l'enveloppe en volts excède v) est donnée par :

$$Q(v) = \{1 + (2v/\bar{v})^q\}^{-1}$$

où q vaut environ 1,5 à 10 kc/s et légèrement plus à 25 kc/s. Cette formule est valable pour $v/\bar{v}$ variant entre 0,02 à 200 (valeurs de $Q(v)$ de 10^{-4} à 0,99), et est pratiquement indépendante de la largeur de bande de 300 c/s à 1 kc/s. Les résultats typiques sont représentés figure 8 (Horner et Harwood).

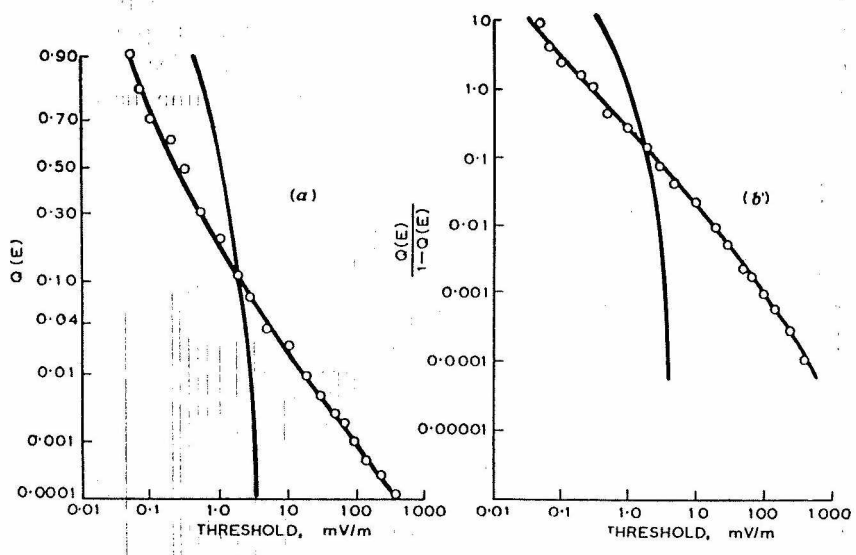


Fig. 8. — Distribution cumulative de la probabilité et amplitude du bruit atmosphérique pour 10 kc/s, 14 juillet 1955

—o—o—o— Bruit atmosphérique.

———————— Bruit de fluctuation avec même intensité moyenne du champ

(*a*) représentation log. normal.
(*b*) représentation log. log.

5. *Laboratoire de Recherches Radioélectriques (Japon).* — Les résultats concernant la détermination des distributions statistiques sont représentés figure 9. Les distributions obtenues paraissent

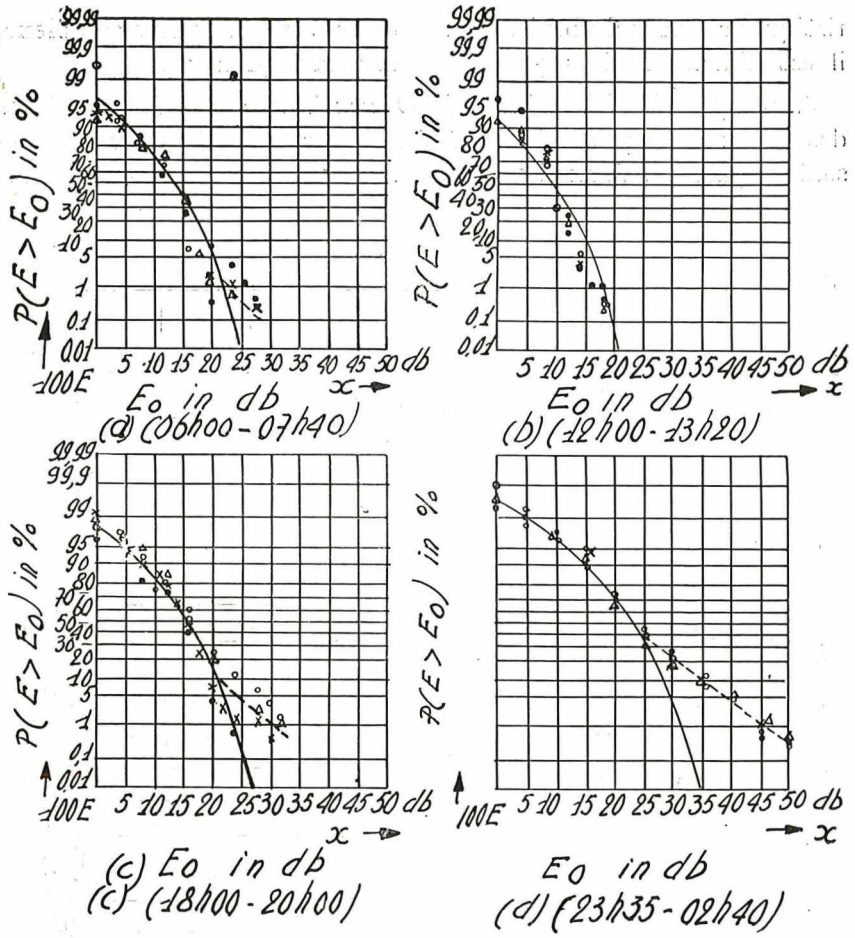


Fig. 9. — Exemple de distribution de la probabilité d'amplitude du bruit atmosphérique à Ookira, 30 juillet 1955.

Ordre des mesures :

———— Distribution de Rayleigh.

●→×→△→○ Distribution log. normal.

résulter de la superposition d'une distribution normale logarithmique pour les pics élevés du bruit, et d'une distribution de Rayleigh pour des impulsions à plus bas niveau se superposant l'une l'autre. Une telle combinaison repose sur des bases physiques mieux assurées que la distribution normale logarithmique proprement dite, et est plus aisément explicable d'après les caracté-

ristiques connues du bruit. Comme elle est toutefois plus complexe, il est difficile de la représenter mathématiquement.

6. *Compagnie Kokusai Densin Denwa* (*Japon*). — Les résultats des mesures de probabilité effectuées par la K.D.D. sont représentés figure 10. Ceux-ci accusent des écarts à la distribution nor-

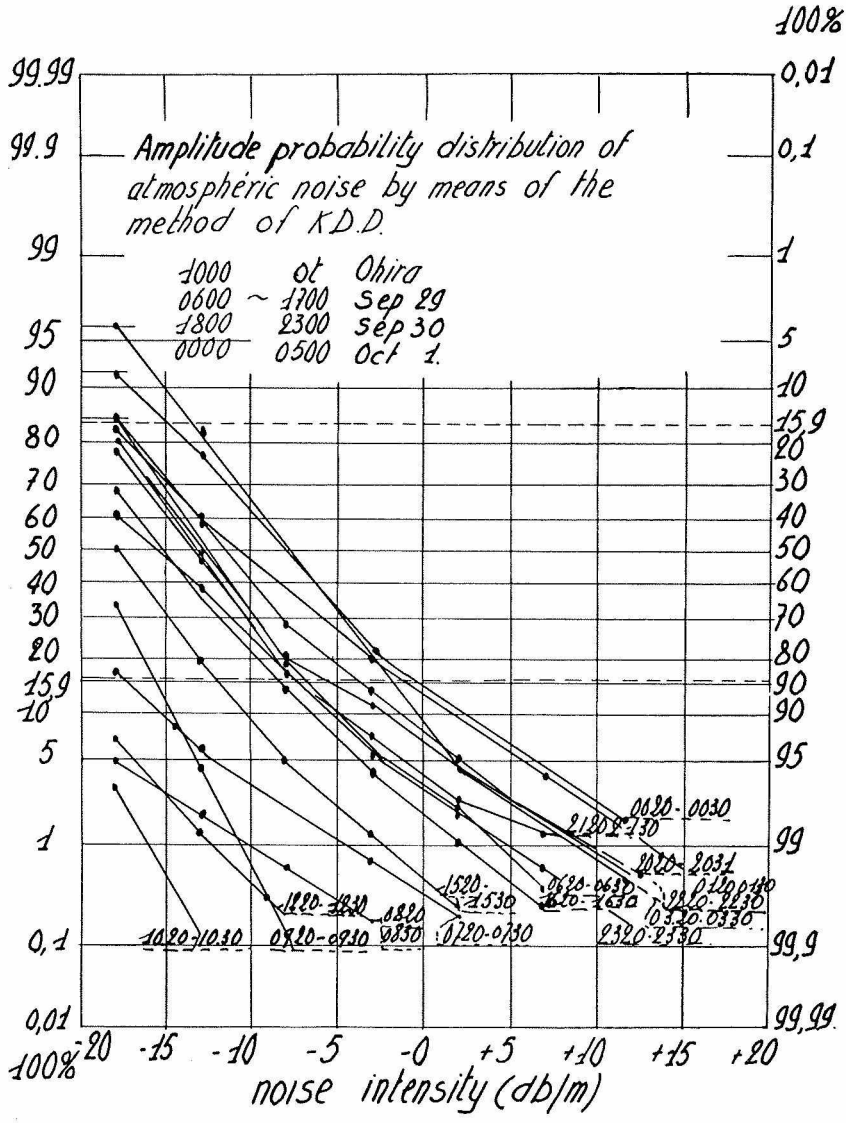


Fig. 10.

male logarithmique, et sont similaires à ceux obtenus au Laboratoire des Recherches Radioélectriques.

7. *National Bureau of Standards (Etats-Unis).* — Les mesures de la distribution statistique des amplitudes ont été faites en des stations du N.B.S. largement distribuées (Alaska, Colorado, zone du Canal de Panama). Les points expérimentaux reportés sur du papier gradué suivant la loi normale logarithmique accusèrent dans tous les cas des écarts significatifs à cette loi simple. Les figures 11, 12, 13 montrent des résultats typiques obtenus en

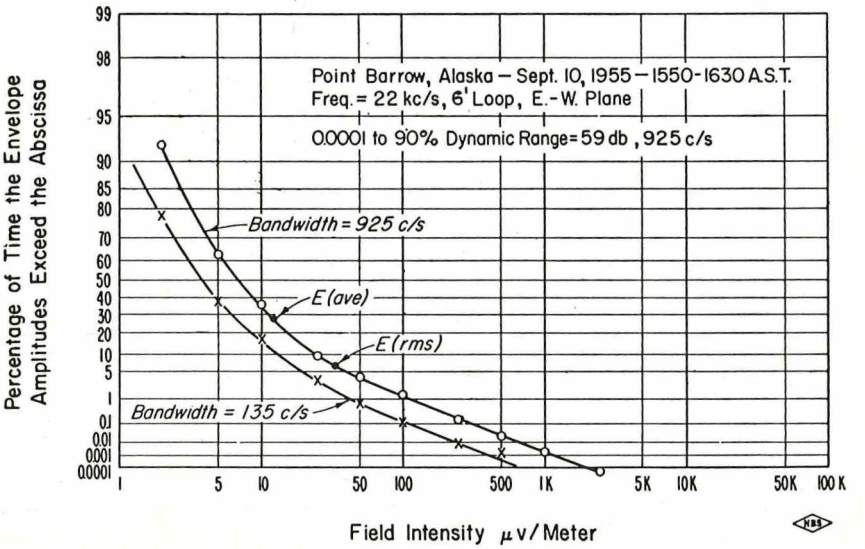


Fig. 11. — Distributions d'amplitude des enveloppes du bruit atmosphérique.

Alaska, au Colorado et au Panama. Les échelles de ces figures ont été établies de manière à ce qu'une distribution de Rayleigh soit représentée par une ligne droite de pente —2. Toutes les courbes obtenues s'approchent asymptotiquement de la loi de Rayleigh aux amplitudes faibles, comme on peut s'y attendre dans l'hypothèse d'un grand nombre de petites impulsions superposées. Dans la région des amplitudes élevées, ces courbes s'approchent asymptotiquement d'une autre ligne droite, laquelle représente la distribution des impulsions intenses non superposées. Les figures 14

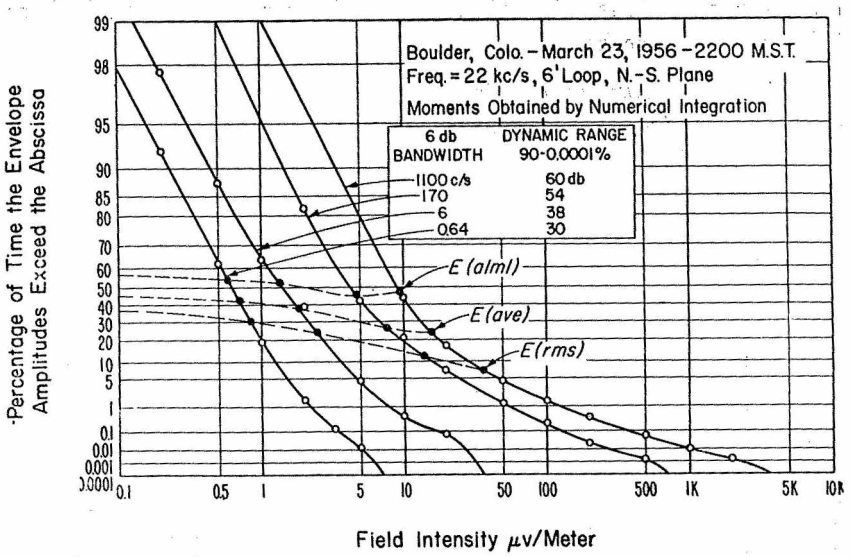


Fig. 12. — Distributions d'amplitude des enveloppes du bruit atmosphérique.

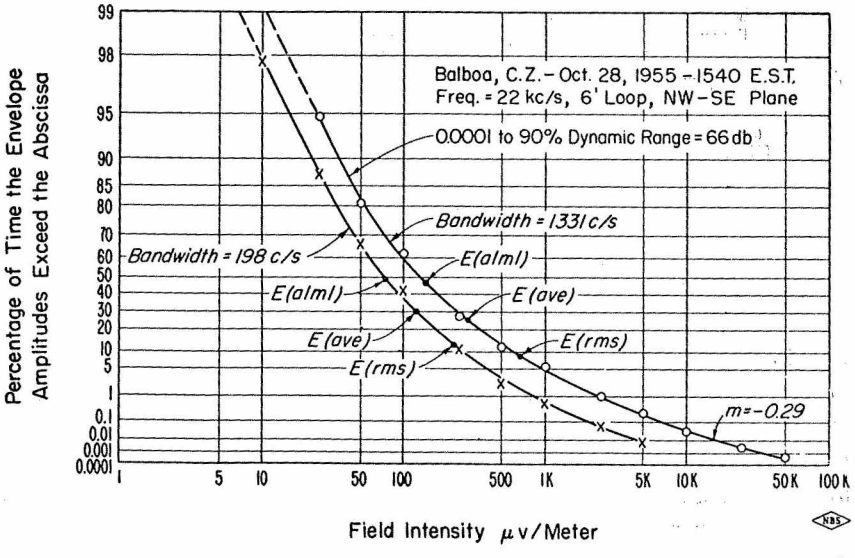


Fig. 13. — Distributions d'amplitude des enveloppes du bruit atmosphérique.

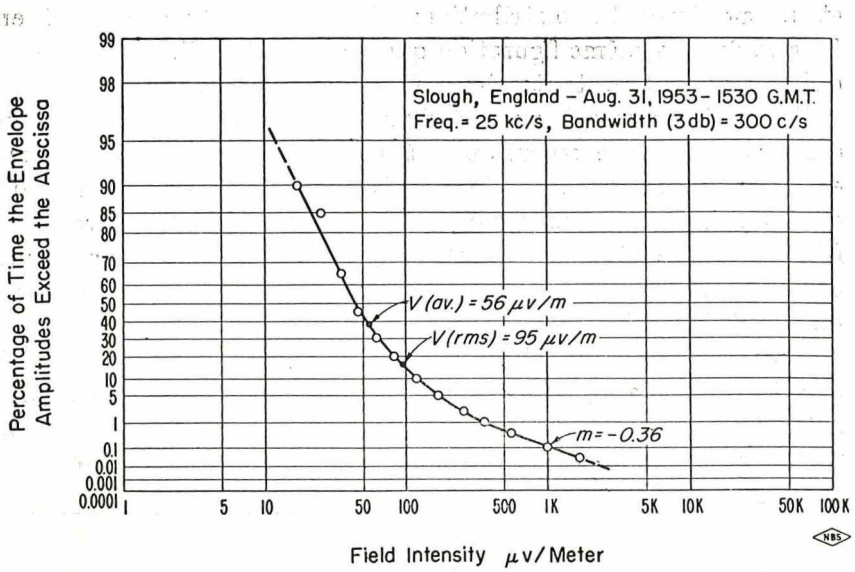


Fig. 14. — Distributions d'amplitude
des enveloppes du bruit atmosphérique.

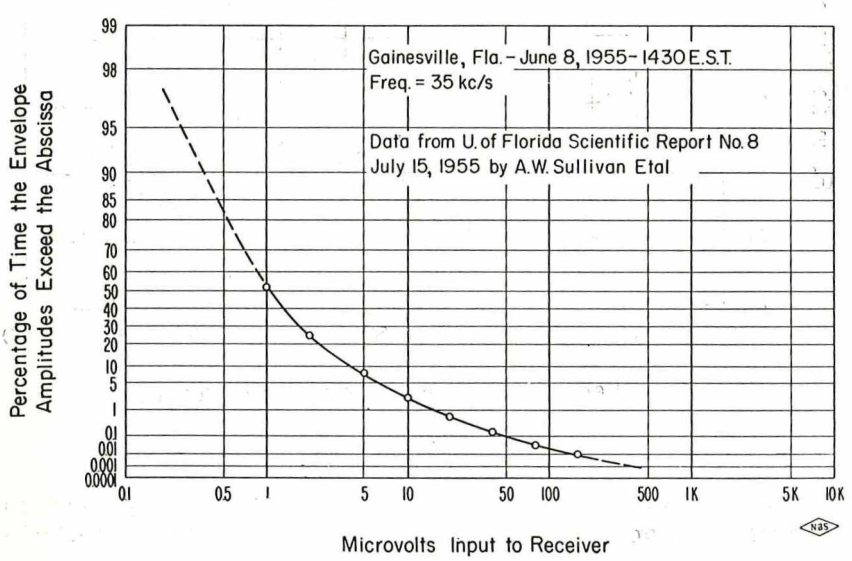


Fig. 15. — Distribution d'amplitude
des enveloppes du bruit d'atmosphérique

et 15 montrent les distributions obtenues en Angleterre et en Floride dans la même figuration que celles du N.B.S. On y observe qu'elles présentent toutes les mêmes formes caractéristiques.

Il a été remarqué que la distribution statistique dans son ensemble peut être reconstruite à partir de relations empiriques entre les valeurs mesurées de la puissance moyenne, de la tension enveloppe moyenne, du logarithme moyen de la tension enveloppe. Bien que ces relations soient plus complexes que celles impliquant une distribution normale logarithmique, elles fournissent une représentation bien meilleure des données observées.

Il a été trouvé avantageux d'exprimer les caractéristiques à long terme d'une manière similaire à celle usitée pour les caractéristiques à court-terme, c'est-à-dire au moyen de distributions statistiques. La figure 16 contient une distribution typique des

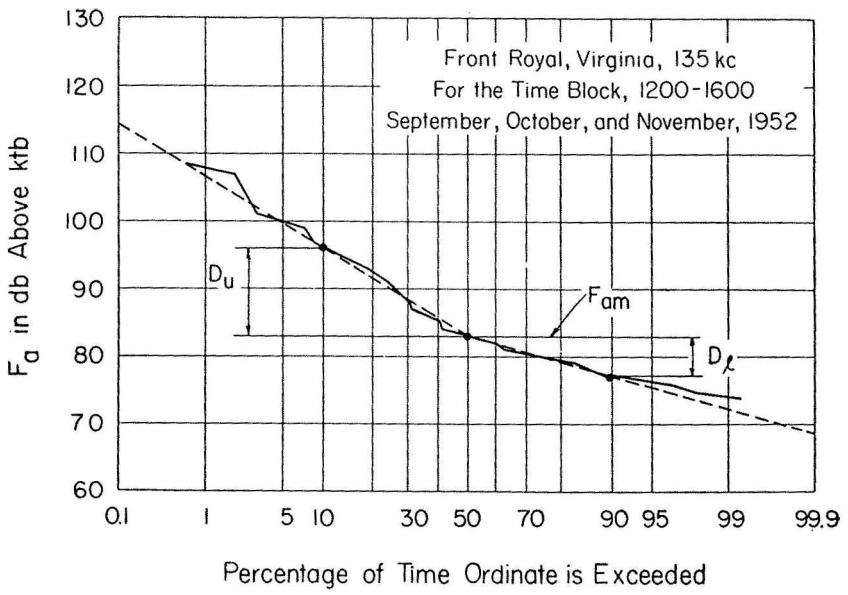


Fig. 16.

médianes horaires mesurées au N.B.S. pendant une période de 4 heures en automne. Cette distribution est convenablement décrite au moyen de deux lignes droites, l'une passant par le décile supérieur et la médiane, et l'autre par la médiane et le décile inférieur. La distribution peut donc être définie dans son ensemble par ces trois paramètres.

8. *Bureau régulateur de la Radio (Japon).* — Des distributions statistiques d'amplitude ont été obtenues au B.R.R. à partir de mesures de quasi-crêtes. Les résultats sont représentés figure 17. Quelques distributions ressemblent à une distribution normale logarithmique, d'autres s'en écartent nettement.

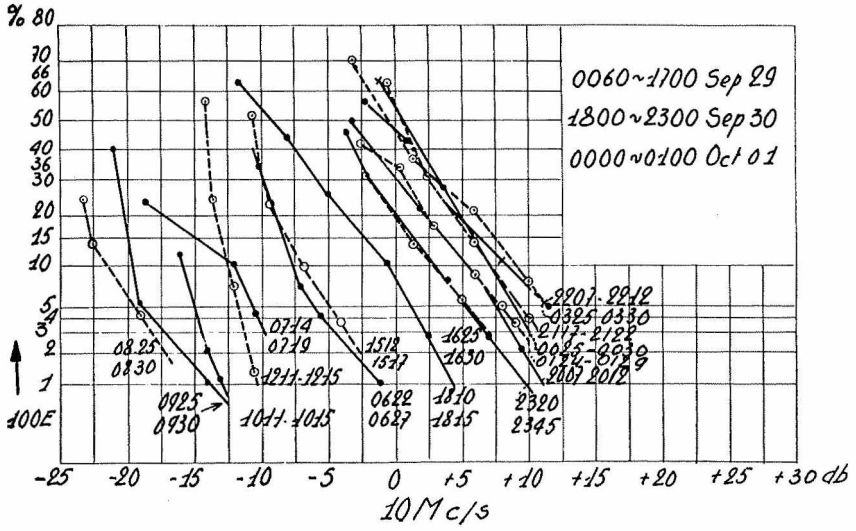


Fig. 17. — Distribution de la quasi-crête d'intensité du bruit atmosphérique mesuré par R. R. B.

H. — *Nombre d'intersections avec l'enveloppe*

La détermination de la fréquence avec laquelle l'enveloppe du bruit passe à des niveaux fixés a priori fournit d'utiles informations additionnelles sur les caractéristiques à court terme. Des mesures de ce type ont été faites par les organismes suivants : Station de Recherches Radioélectriques (Royaume-Uni), France, Laboratoire de Recherches Radioélectriques (Japon), Université de Floride (Etats-Unis), National Bureau of Standards (Etats-Unis). Des résultats typiques sont représentés figure 18.

1. — *Rapport de la valeur moyenne quadratique à la valeur moyenne*

La relation entre la valeur efficace et la valeur moyenne est indicative du caractère du bruit ; celle-ci fut l'objet de recherches en plusieurs endroits.

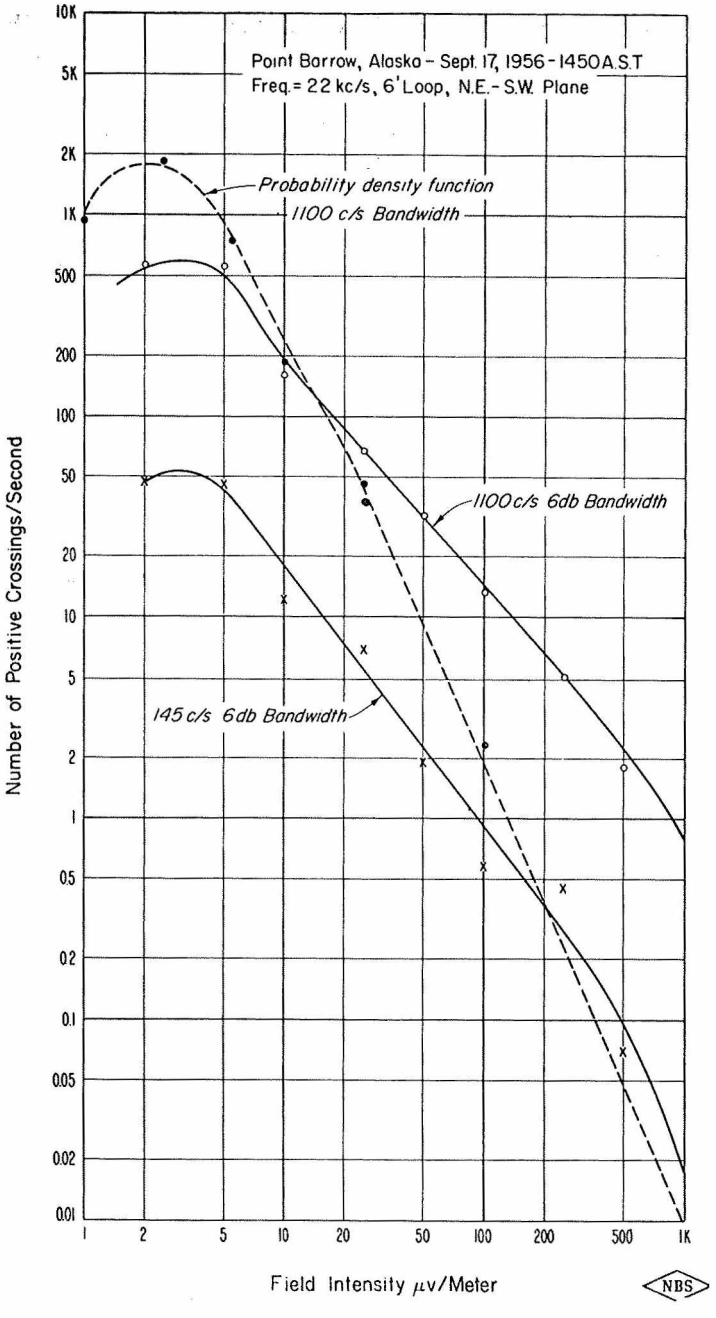


Fig. 18. — Taux d'intersections des enveloppes de bruits.

1. *Laboratoire de Recherche des Télécommunications* (*Union Sud Africaine*). — Le rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne a été déterminé à partir d'enregistrements photographiques de la forme d'onde, et également à partir de distributions statistiques dans l'hypothèse d'une loi normale logarithmique. Ces résultats sont représentés au tableau suivant (table 3).

TABLE 3

Fréquence (kc/s)	Rapport Veff/Vm Forme d'onde	normale-log
100	5,0	13,0
500	2,60	2,40
8	1,45	1,33

2. *Station de Recherches Radioélectriques* (*Royaume-Uni*). — Les mesures faites en Angleterre indiquent que le rapport *Veff*/*Vm* de l'enveloppe varie entre 4 et 8 à 10 kc/s (bande passante de 300 c/s), avec une valeur moyenne de 6. La valeur moyenne du rapport à 30 kc/s est d'environ 4 avec des variations similaires. Aucune variation diurne systématique ne fut constatée mais ce résultat n'est pas encore définitif.

3. *Université de Floride* (*Etats-Unis*). — Les calculs basés sur une distribution normale logarithmique à l'Université de Floride montrent que le rapport *Veff*/*Vm* vaut exp. 2,65 σ^2, où σ est la pente de la droite représentant la distribution en unités logarithmiques.

4. *National Bureau of Standards* (*Etats-Unis*). — Des enregistrements continus du rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne, et également du rapport de la valeur efficace au logarithme moyen, ont été effectués à Boulder (Colorado) sur la gamme de 50 kc/s à 20 Mc/s pendant environ six mois. Les résultats typiques sont représentés figure 19, pour les heures nocturnes du printemps. La courbe marquée V_{dm} donne la valeur médiane de la tension enveloppe moyenne en db au-dessous de la valeur efficace. La courbe marquée L_{dm} donne la valeur médiane du logarithme moyen de la tension enveloppe exprimée en db au-dessous de la valeur efficace.

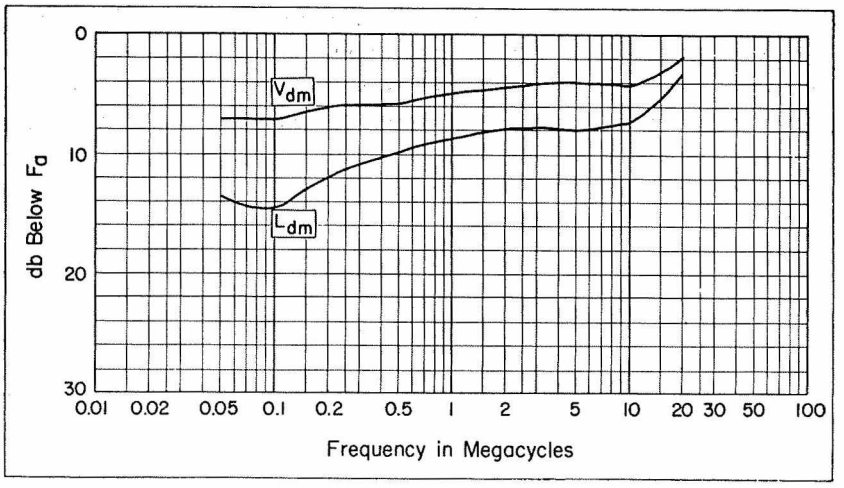


Fig. 19. — Déviation médiane pour le printemps.
Temps : 0000-0400 et 2000-2400 ; mars, avril, mai 1957 ; Boulder, Colorado.

J. — *Effet de la bande passante*

1. *Laboratoires de la Bell Téléphone Co (Etats-Unis).* — Les premières études sur ces effets, en haute fréquence, furent publiées par K. G. Jansky. Ces études ont montré que la valeur efficace aussi bien que la valeur moyenne de l'enveloppe sont proportionnelles à la racine carrée de la largeur de bande.

2. *Station de Recherches Radioélectriques (Royaume-Uni).* — Les mesures à très basse fréquence faites à cette station ont montré que la tension enveloppe moyenne est proportionnelle à la racine carrée de la largeur de bande si celle-ci est inférieure à 300 c/s. Pour des bandes plus larges il faut remplacer la puissance 1/2 par une puissance comprise entre 1/3 et 1/4. La valeur efficace est proportionnelle à la racine carrée de la largeur de bande.

3. *Université de Floride (Etats-Unis).* — Les mesures faites à l'Université de Floride ont montré que la tension efficace est proportionnelle à la puissance 0,46 de la largeur de la bande, et que la tension enveloppe moyenne est proportionnelle à la puissance 0,34. Dans l'hypothèse d'une distribution normale logarithmique, l'antilogarithme du logarithme moyen de la

tension est proportionnel à la puissance 0,18 de la largeur de bande.

4. *National Bureau of Standards* (*Etats-Unis*). — L'effet de la bande passante sur les distributions de bruit mesurées à Boulder (Colorado) est représenté figure 12. Les valeurs de la tension

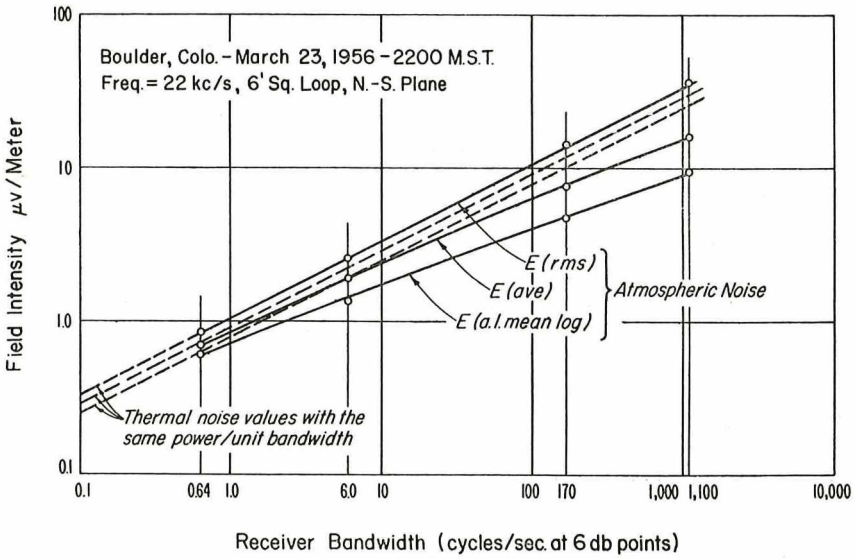


Fig. 20. — Moments de la distribution du bruit atmosphérique en fonction de la largeur de bande de réception.

efficace, de la tension moyenne, du log. moyen de la tension ont été obtenues par intégration numérique ; la variation des paramètres avec la largeur de la bande est représentée figure 20. Des études théoriques de l'effet de bande sur la distribution d'ensemble du bruit ont été faites également au N.B.S. ; des méthodes ont été établies pour calculer les variations dans la forme et l'amplitude des distributions, en passant d'une largeur de bande à une autre.

III. — Corrélation entre les paramètres mesurés du bruit et les performances des systèmes de communications

Des études spécifiques de la corrélation entre les mesures de bruit et les performances des systèmes ont été rapportées par deux organismes seulement, l'Université de Floride et le National Bureau

of Standards. Il apparaît cependant que des résultats significatifs ont été obtenus en chacun de ces laboratoires.

1. *Université de Floride.* — La table 4 contient les résultats des essais effectués à l'aide d'un système radiotélégraphique manuel en ondes continues impliquant un seul opérateur. Les essais d'un radiotélétype à déplacement de fréquence sont inclus dans la table 4. Celle-ci donne l'erreur probable en db sur l'intensité du signal nécessaire pour une intelligibilité à 95 %, en estimant cette intensité d'après le bruit mesuré.

TABLE 4

Système	Erreur probable en db		
	$M - \sigma$	Moyenne	Moyenne quadratique
Radiotélégraphe	±1,24	±1,58	± 1,98
Radiotélétype	±2,18	±2,89	±10,25

L'erreur en db s'exprime de la façon suivante :

Erreur en db =

$$20 \log \frac{\text{Niveau du signal, estimé d'après les mesures de bruit}}{\text{Niveau du signal nécessaire pour une copie correcte à 95 \%}}$$

L'erreur probable est la moyenne quadratique des erreurs obtenues au cours d'un grand nombre d'essais de performances. Les paramètres donnés dans la table furent déterminés dans tous les cas à partir de la distribution normale logarithmique la plus représentative.

Des essais additionnels furent faits sur des radiotélétypes à déplacement de fréquence, à canal unique et multiplex. Dans ces essais, le pourcentage d'erreurs fut déterminé en fonction du niveau du signal en présence du bruit atmosphérique, et les courbes d'erreur obtenues furent comparées aux distributions de bruit existant à l'instant des essais. Les résultats typiques obtenus avec le système

multiplex sont représentés dans la figure 21 où la distribution d'erreur a la même valeur de σ mais est déplacée en amplitude relativement à la distribution de bruit.

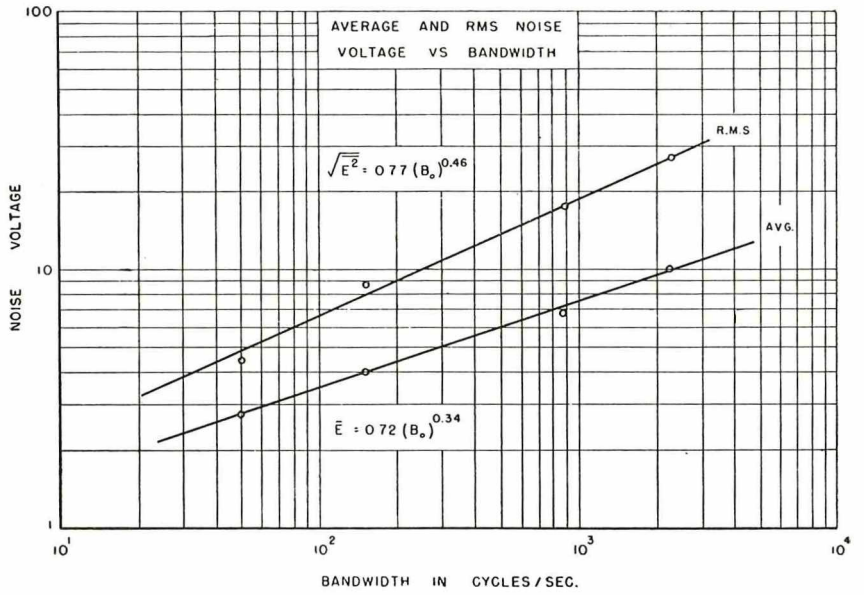


Fig. 21.

Des études théoriques sur la distribution d'erreur espérée ont été faites à l'Université de Floride. Sur la base d'études précédentes d'un système binaire à modulation de fréquence, il avait été conclu que la distribution d'erreur du signal devait être identique à la distribution de probabilité du bruit. Des mesures expérimentales ont montré, cependant, que tout en étant parallèles les deux courbes ne sont pas superposées : la courbe relative au signal monte à 3,51 fois la valeur donnée par celle du bruit en tous les points de pourcentage.

2. *National Bureau of Standards.* — Au N.B.S., les performances de trois systèmes utilisés fréquemment dans les communications (code morse auditif, télétype à déplacement de fréquence, et radiophonie) ont été examinées pour des combinaisons diverses de porteuses typiques et de conditions de bruit. De plus, la vitesse de transmission et les conditions de modulation ont été variées

sur des intervalles typiquement rencontrés. Les résultats d'un télétype opérant en présence du bruit thermique sont représentés figure 22. En se basant sur le comportement connu d'un système binaire à bande étroite, comparaison a été faite entre la courbe d'erreur calculée pour ce télétype et la courbe expérimentale ; sur la figure, il peut être observé que les écarts sont de l'ordre de 1 db. Ce désaccord entre bien dans la marge des précisions attendues. La figure 23 montre une comparaison similaire entre les erreurs observées et calculées pour un télétype opérant en présence du bruit atmosphérique. Dans ce cas, un accord plus étroit encore se manifeste entre les valeurs calculées et les données expérimentales.

IV. — Prédiction des niveaux et des caractéristiques du bruit

Le but actuel de toute mesure de bruit est d'autoriser la prévision des caractéristiques futures du bruit ou du comportement d'un signal futur en présence du bruit. Par conséquent, avant de porter un choix sur la caractéristique à mesurer, il est logique d'examiner dans quelle mesure cette caractéristique peut être utilisée pour une prédiction.

Les prédictions les plus récentes du bruit radioélectrique à l'échelle mondiale furent publiées par le C.C.I.R. à la VIIIe Assemblée Plénière de Varsovie (1956) au rapport n° 65. Le paramètre fondamental utilisé dans ces prédictions est le facteur de bruit d'antenne effectif F_a, défini par la puissance de bruit utilisable fournie par une antenne équivalente sans pertes exprimée en db au-dessus de kTB (puissance utilisable du bruit thermique fourni par la résistance passive d'un circuit de bande passante. B à la température absolue T). Il existe une relation simple entre la valeur de F_a en db et l'intensité moyenne quadratique du champ sur l'antenne ; cette relation s'écrit sous la forme :

$$E_n = F_a - 65{,}5 + 20 \log_{10} f_{Mc/s}$$

où E_n est l'intensité moyenne quadratique du champ pour une bande de 1 kc/s en db au-dessus de 1 $\mu V/m$, et où $f_{Mc/s}$ est la fréquence en Mc/s.

La valeur prédite est la médiane de F_a pour une période quadrihoraire et une saison données. La figure 24, représentation typique

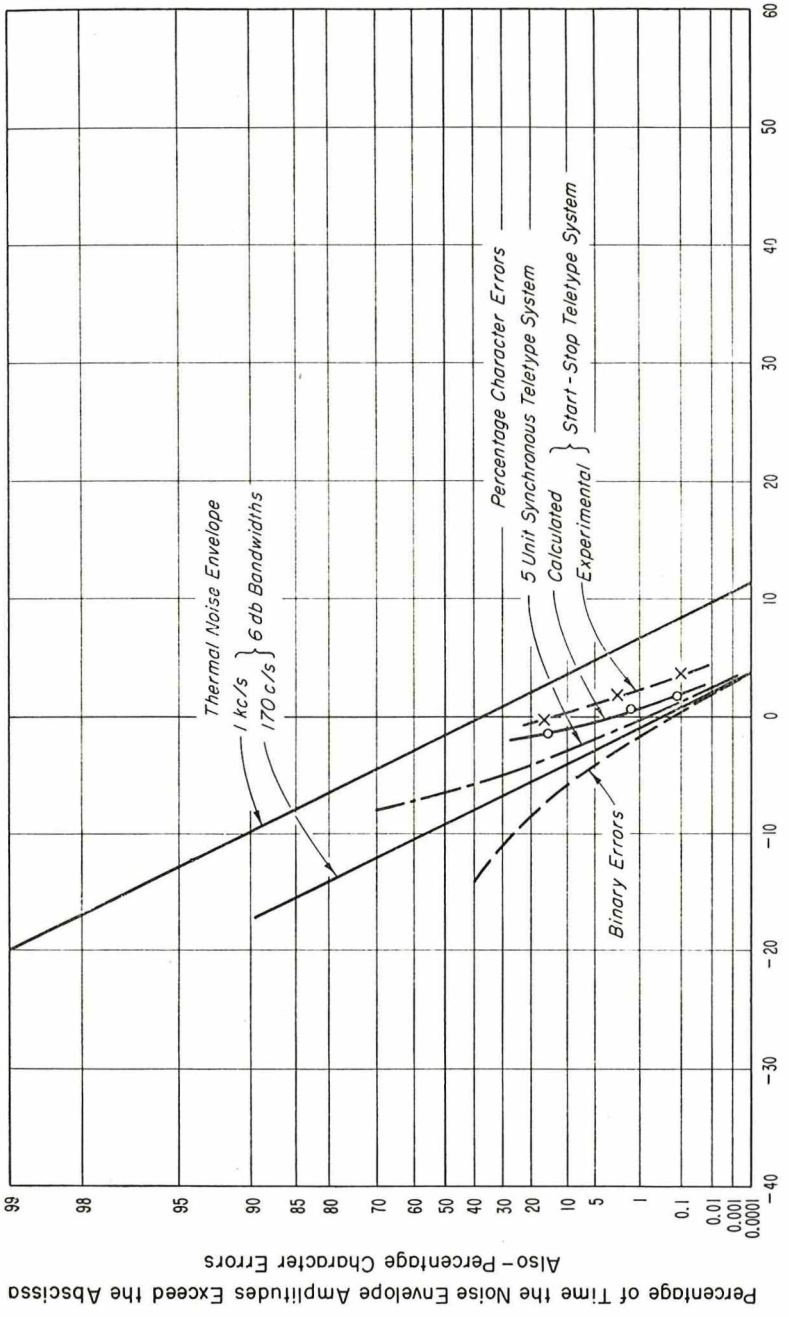


Fig. 22. — Comportement des systèmes de communication en présence du bruit thermique.

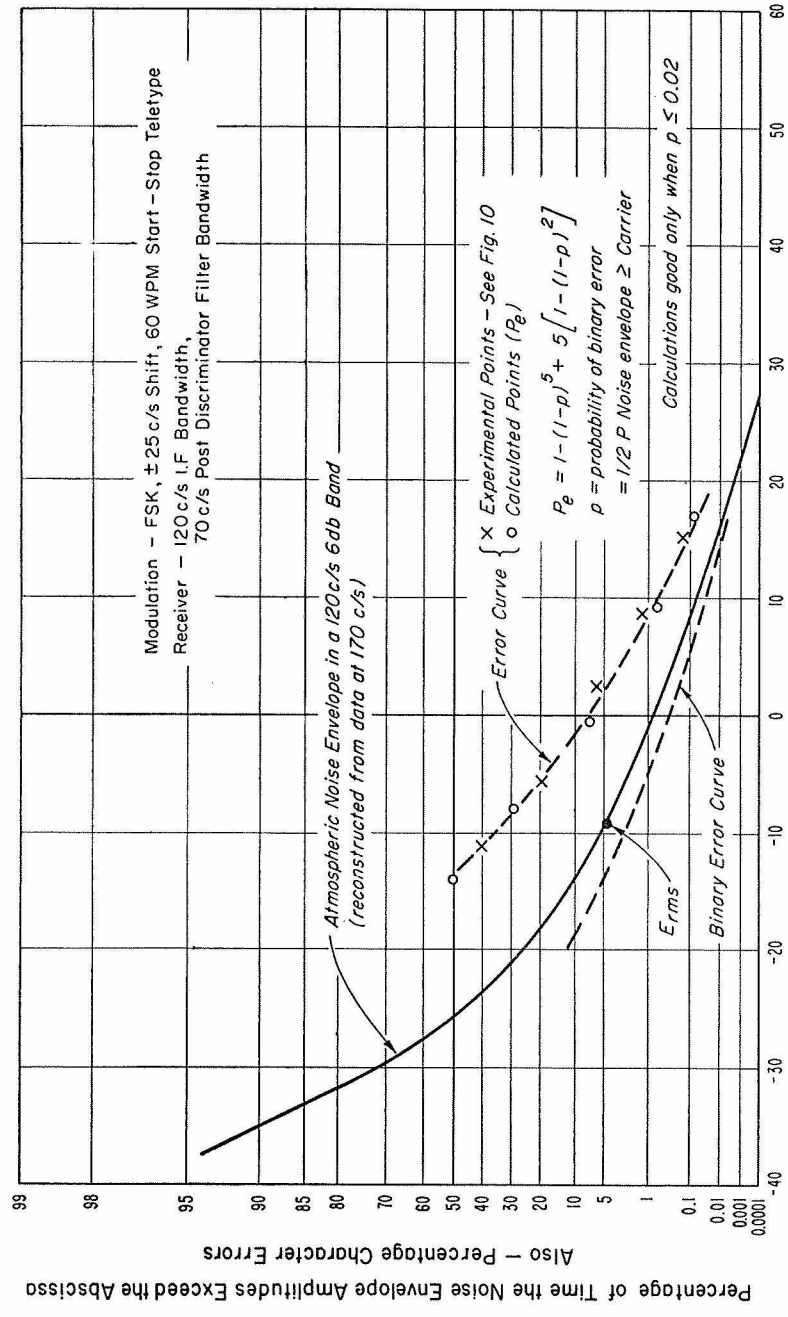


Fig. 23. — Comparaison entre les erreurs calculées et celles déterminées expérimentalement.

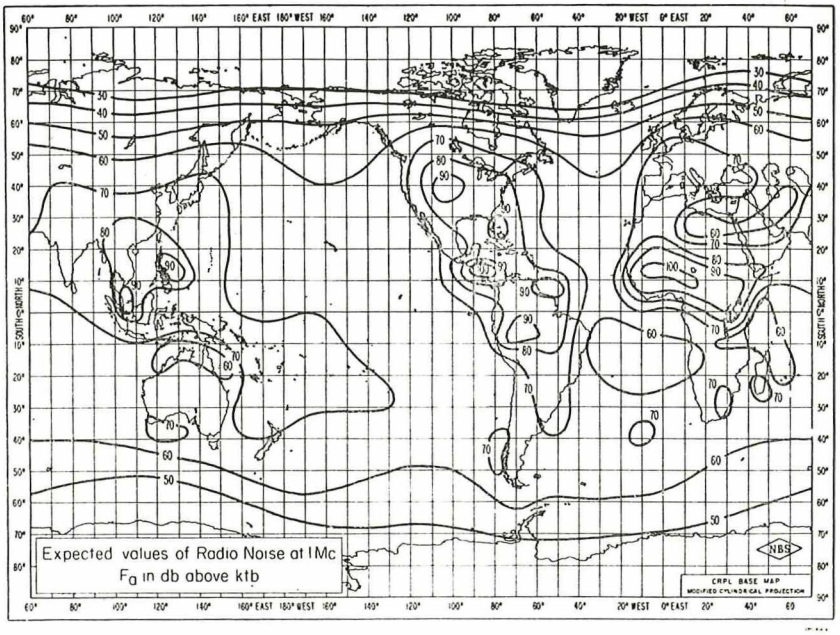


Fig. 24. — Carte de distribution du bruit
pour la période de juin, juillet, août, 0000 à 0400 et 2000 à 2400.

des prédictions du C.C.I.R., donne les degrés de bruit pour la période de juin à août et pour les heures nocturnes (temps local). Cette carte illustre bien la distribution géographique du bruit ; comme les orages progressent de l'hémisphère nord à l'hémisphère sud avec la saison, le bruit reçu à chaque emplacement particulier doit présenter une variation systématique saisonnière. Des cartes similaires ont été préparées pour montrer la variation systématique avec l'heure de la journée, et vingt de ces cartes suffisent pour couvrir la variation diurne et la variation saisonnière.

La figure 25 est également tirée des prédictions du C.C.I.R. et illustre la variation systématique du bruit avec la fréquence. Lorsqu'on a déterminé un degré de bruit à un emplacement donné au moyen d'une carte analogue à la figure 24, il devient possible d'évaluer grâce à ces courbes le niveau probable du bruit à toute autre fréquence. Le graphique représenté ici se rapporte aux conditions nocturnes de propagation ; un ensemble de courbes similaires a été préparé pour ce qui concerne la variation avec la fréquence dans les conditions diurnes.

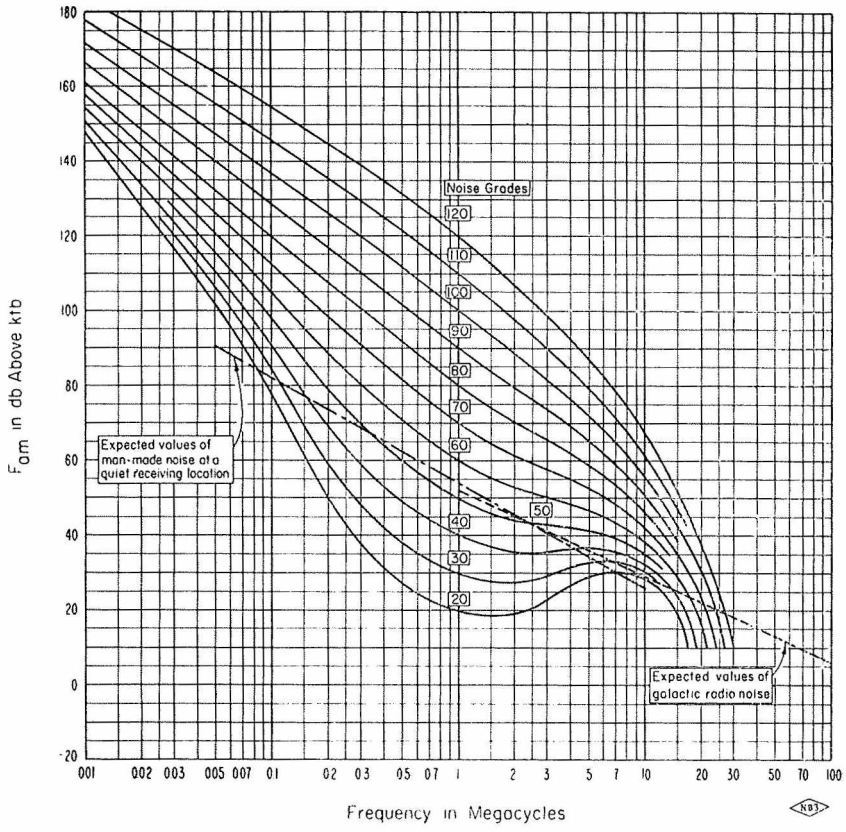


Fig. 25. — Valeurs médianes du bruit radioélectrique prévu pour une courte antenne verticale de 0000 à 0400 et de 2000 à 2400 (toutes saisons) et de 0400 à 0800, et de 1600 à 2000 (automne et hiver).

Les valeurs horaires pour un intervalle donné changent d'heure et de jour en jour d'une manière imprévisible. L'importance de ces variations est montrée dans la figure 26 sur laquelle sont figurés les rapports en db du décile supérieure à la médiane (D_u) et de la médiane au décile inférieur (D_l). Ces rapports dépendent de nombreux paramètres, mais la fréquence a été indiquée comme jouant le plus grand rôle. Les valeurs maxima de D_u sont atteintes au lever et au coucher du soleil étant donné le passage des conditions diurnes aux conditions nocturnes de propagation, et également durant les après-midi en la présence d'orages locaux.

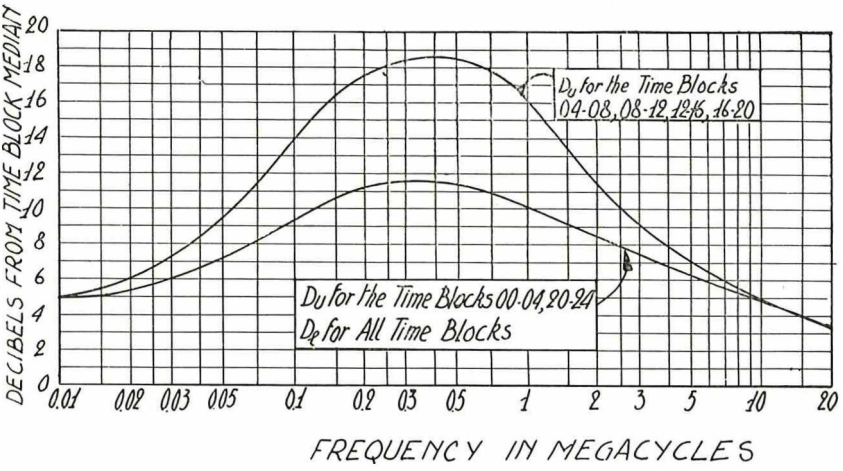


Fig. 26. — Variations à partir des niveaux médians de bruits radioélectriques

D_u = Rapport du décile supérieur à la médiane en décibels.
D_e = Rapport de la médiane au décile supérieur en décibels.

Comme ces prévisions concernent seulement le niveau du bruit, il est très souhaitable pour les prédictions futures que l'on envisage les moyens de tenir compte également des caractéristiques du bruit.

V. — Mesures recommandées

Le sous-comité dans son ensemble exprima son intérêt considérable vis-à-vis des informations sur la distribution statistique des tensions-enveloppes instantanées du bruit, en autant de stations que possible distribuées mondialement. Cependant, comme des mesures continues de la distribution complète à toutes les fréquences en un grand nombre de stations sont prohibitives vu la complexité de l'équipement impliqué et le nombreux effectif des observateurs, il a été suggéré que les études complètes des caractéristiques détaillées du bruit soient confinées à quelques emplacements sélectionnés, et que des mesures continues d'un ou de plusieurs paramètres plus simples soient faites en un grand nombre de stations.

S'il devait être prouvé que l'hypothèse d'une distribution normale logarithmique fournit une description adéquate des caractéristiques du bruit en tout temps, en tout lieu, et à toute fréquence,

alors deux paramètres seulement seraient nécessaires pour définir cette distribution. Ces valeurs pourraient consister en puissance moyenne, tension moyenne, logarithme moyen, valeur dépassée pendant des fractions données du temps, etc. Des paires appropriées de ces paramètres pourraient être choisies pour décrire la distribution complète.

Si une description plus complexe de la distribution s'avérait nécessaire, la mesure de moments additionnels de cette distribution pourrait être exigée. Par exemple la distribution utilisée au N.B.S. requiert trois moments pour sa représentation.

Le nombre de moments nécessaires pour décrire la distribution réelle peut être déterminé à partir de la variabilité des formes observées d'un lieu à l'autre en fonction du temps et de la fréquence. Si un nombre suffisant en tendances systématiques se manifestait concernant la forme de la distribution, moins de moments seraient exigés pour représenter la variabilité.

Les moments à choisir pour les mesures dépendent, pour une part, de la portion la plus intéressante de la distribution. Par exemple, la valeur efficace où la puissance moyenne est déterminée principalement par les valeurs de haute amplitude dans la distribution, c'est-à-dire par les valeurs dépassées pendant 10 % du temps, ou moins. Le logarithme moyen est influencé par les valeurs dépassées pendant 50 % du temps, et la tension enveloppe moyenne est influencée par les valeurs intermédiaires. La quasi-crête, qui a joui d'une certaine faveur dans le passé, est influencée par les valeurs de haute amplitude dans la distribution ; cependant, ces mesures ne se prêtent pas aussi bien à l'analyse mathématique et ne sont pas en relation aussi étroite avec la distribution statistique mesurée des amplitudes que les autres types de paramètres.

Le Comité a également jugé utile, pour une description adéquate, de prévoir la détermination du nombre d'intersections avec l'enveloppe du bruit, la mesure d'intervalles de temps entre les impulsions, et l'établissement de distributions statistiques d'amplitudes pour ces impulsions.

Il importe de poursuivre l'étude des relations entre les divers paramètres (par exemple le rapport valeur efficace-valeur moyenne) en toutes conditions, c'est-à-dire en fonction du temps, de la fréquence et du lieu. Des études additionnelles concernant l'influence

de la bande passante sur chacun des paramètres sont également très désirables.

Dans chaque mesure du bruit, il est extrêmement important de mentionner avec soin toutes les conditions expérimentales afin que les observations faites par différents expérimentateurs puissent être rattachées l'une à l'autre.

En résumé, il a été conclu par le Comité que la préférence doit d'abord être donnée aux déterminations de la distribution statistique complète des amplitudes quand la chose est possible et à la mesure, en un grand nombre de stations, des moments à partir desquels la distribution statistique peut être représentée (par exemple la moyenne, la valeur efficace, le logarithme moyen, etc.).

VI. — Spécifications concernant les instruments de mesure du bruit

Des spécifications détaillées sont en dehors du cadre de ce rapport ; cependant une brève discussion des caractéristiques générales de ces instruments en fonction des mesures à effectuer doit être faite.

A. — *Distributions statistiques*

Concernant les mesures statistiques détaillées de la tension enveloppe moyenne du bruit, il est recommandé d'utiliser les techniques du comptage. Celles-ci sont des plus souples parce que le même équipement de comptage peut être facilement adapté à la détermination de nombreux paramètres. Citons par exemple la détermination des distributions statistiques d'amplitudes, d'intervalles entre les impulsions, et d'intensités des impulsions.

L'instrumentation nécessaire à ce type de mesures comprendra généralement les composantes suivantes :

a) Antenne.

b) Signal de calibration.

c) Atténuateur calibré.

d) Récepteur.

e) Circuits à bande passante connue ou ajustable.

f) Détecteur d'enveloppe.

g) Discriminateur d'amplitudes.

h) Circuits sélecteurs de seuil.

i) Générateur de signal (environ 10 kc/s usuellement).

j) Un ou plusieurs compteurs numériques.

Le récepteur doit présenter un temps de récupération court après saturation par les impulsions intenses. Excepté cette limitation, il n'y a aucune exigence sévère concernant la linéarité ou l'intervalle dynamique. Le bruit interne du récepteur doit évidemment être inférieur au bruit atmosphérique à mesurer.

Les distributions sont obtenues en appliquant un signal à 10 kc/s durant l'intervalle de temps pour lequel le niveau du bruit excède le seuil des circuits sélecteurs, et en changeant par pas connus l'atténuation à l'entrée. Divers intervalles de comptage sont utilisés en fonction du seuil adopté. En général 100 sec. suffisent pour des valeurs de 5 % et plus, 200 sec. dans l'intervalle de 5 % à 0,05 % et 300 à 1000 sec. pour des valeurs inférieures à 0,05 %. En général 10 minutes sont nécessaires pour obtenir tous les pourcentages sauf les trois derniers ; ceux-ci peuvent prendre de 10 à 20 min. pour obtenir des données statistiquement significatives. La durée totale requise est fonction du type de bruit à mesurer. Une durée plus longue est nécessaire lorsque le bruit se présente avec un intervalle dynamique large.

B. — *Moments individuels*

1. *Tension enveloppe moyenne.* — L'instrumentation de base pour ces mesures est la suivante :

a) Antenne.

b) Source de calibration (générateur de signal ou diode).

c) Récepteur à gain contrôlable (contrôle automatique de gain ou atténuation variable).

d) Circuits à bande passante connue ou ajustable.

e) Détecteur d'enveloppe (capable de suivre les crêtes des cycles de fréquence intermédiaire à des vitesses correspondant aux audiofréquences).

f) Circuit d'intégration (usuellement un circuit RC avec une constante de temps de 100 sec. ou plus).

g) Circuit de contrôle automatique du gain (la tension intégrée doit contrôler le gain du récepteur de manière à ce que le point de fonctionnement du détecteur soit essentiellement fixe à tous les niveaux du bruit).

h) Circuit enregistreur (indiquant la valeur de la tension de contrôle du gain, calibrée d'après le niveau du signal d'entrée).

Le récepteur doit être essentiellement linéaire sur l'intervalle dynamique du bruit observé à une valeur donnée de la tension de contrôle du gain, de manière à ce que l'enveloppe du bruit ne subisse pas de distorsion à la sortie du détecteur. Un intervalle dynamique instantané de 40 db ou plus est requis. Cet intervalle est fonction du type de bruit à mesurer et de la bande passante de l'équipement. Plus la bande est étroite, plus l'intervalle est petit. Ordinairement des bandes de 300 à 1000 c/s sont utilisées. Le gain doit être suffisamment stable pour permettre des mesures répétées. Le facteur de bruit de l'équipement doit être assez faible pour assurer une réception non contaminée des niveaux de bruit les plus bas.

2. *Tension efficace.* — Les instruments requis pour mesurer la tension efficace ou la puissance moyenne sont similaires à ceux employés pour mesurer l'enveloppe moyenne, excepté l'introduction d'un circuit quadratique avant la détection. Ce circuit peut consister en deux tubes dont les grilles sont montées en push-pull et les plaques en parallèle ; dans le circuit anodique une tension est ainsi produite au double de la fréquence d'entrée avec une amplitude proportionnelle au carré de la tension d'entrée. L'amplificateur et le détecteur qui suivent doivent nécessairement opérer dans un intervalle dynamique plus large afin de traiter les signaux portés au carré sans distorsion. Un intervalle dynamique de 80 db ou plus est requis à la bande de 300 c/s ; comme la puissance est directement proportionnelle à la largeur de bande quel que soit le type de bruit, des bandes beaucoup plus étroites peuvent cependant être utilisées pour les mesures de puissance. L'intervalle dynamique est réduit à 40 db et même moins à la bande passante de 1 c/s parce que, pour ces bandes étroites, le bruit prend une allure thermique et suit approximativement la distribution de Rayleigh. La constante de temps utilisée dépend dans une certaine mesure de la largeur de bande ; cependant, une constante de temps de 500 sec. paraît fournir un adoucissement adéquat.

3. *Logarithme moyen.* — L'équipement nécessité par les mesures du logarithme moyen est également très semblable à celui utilisé pour les mesures de la tension enveloppe. La principale différence

réside en ce qu'un amplificateur logarithmique est inséré entre le détecteur d'enveloppe et le circuit intégrateur. Un circuit adéquat pour cet amplificateur consiste en une triode fonctionnant sans polarisation cathodique avec une très forte résistance de grille, de manière à ce que le courant anodique soit fonction exponentielle de la tension de grille. Une constante de temps de l'ordre de 50 sec. s'est révélée adéquate dans ce genre de mesures. Comme l'intégration doit être faite *après* le circuit logarithmique, et non avant ou dans ce circuit, l'amplificateur logarithmique doit être capable de travailler à la fréquence de l'enveloppe. De plus la tension de contrôle de gain doit être obtenue après intégration, plutôt qu'avant elle.

VII. — Traitement et présentation des données

A. — *Données concernant la mesure des moments*

Il est recommandé que les données obtenues (valeurs efficaces, valeurs moyennes, etc.) soient traitées de la même manière que par le passé (ex. : C.R.P.L.-F Series, publications du N.B.S.). Comme tous les moments sont obtenus sous la forme de moyennes sur une minute ou plus, la médiane horaire de ces moyennes devrait être établie. Au lieu d'enregistrements continus, un échantillon convenable devrait être constitué pour chaque heure. L'unité de base est donc la valeur horaire. Approximativement 30 de ces valeurs peuvent être obtenues chaque mois. La distribution des valeurs horaires peut être représentée par la médiane et les déciles supérieur et inférieur. La variation diurne des moments est représentée en portant en graphique les valeurs médianes mensuelles pour chaque heure du jour ; la variabilité autour de la moyenne mensuelle est alors représentée par les déciles supérieur et inférieur. Il est parfois avantageux de grouper les valeurs horaires en groupes de 4 heures pour une saison de 3 mois, et de former les médianes et déciles correspondants. Ces unités de temps furent utilisées dans le Rapport n° 65 du C.C.I.R. sur les prédictions de bruit.

B. — *Données statistiques*

Lorsque de telles données auront été réunies en suffisance pour établir définitivement la forme typique de la distribution des amplitudes, de manière à ce que cette distribution puisse être représentée adéquatement par deux moments ou plus, il apparaîtra désirable

de publier les distributions typiques sous forme de familles de courbes. Ces courbes pourraient être normalisées d'après l'un des moments, comme la puissance moyenne, et groupées d'après les variations graduelles des autres, comme la tension moyenne et le logarithme moyen. En utilisant les valeurs prédites des moments à un instant et un emplacement donnés et pour une fréquence et une bande passante fixées, il deviendrait alors possible de choisir la courbe appropriée à la distribution statistique complète. En vue d'établir un tel ensemble de courbes-types, il est hautement désirable que chaque observateur déterminant des distributions statistiques complètes procède à l'évaluation des moments correspondants, par intégration numérique ou autre, afin que de telles relations puissent être établies.

C. — *Prédictions futures*

Les prédictions de bruit qui ont été publiées antérieurement consistent en estimations optima des conditions de bruit réalisées dans le passé et reposent sur l'hypothèse que les niveaux de bruit se répéteront intégralement d'année en année. Une prédiction idéale devrait consister en une estimation optimum pour un instant futur, basée sur les conditions météorologiques et les conditions de propagation attendues. Dans ces circonstances la prédiction devient très complexe, et des améliorations considérables devront être apportées à notre instrumentation avant qu'elle n'entre dans les possibilités.

Le programme extensif de l'A.G.I. fournira sans doute d'importantes informations sur les relations entre facteurs influençant le niveau et les caractéristiques du bruit reçu. Ainsi, grâce à une utilisation appropriée, cette grande quantité d'informations disponibles devra probablement conduire à des méthodes de prédiction très améliorées.

Composition du Sous-Comité :

F. J. Hewitt, Union Sud-Africaine.
F. Horner, Royaume-Uni.
G. Foldès, France.
H. Shinkawa, Japon.
A. W. Sullivan, Etats-Unis d'Amérique.
W. Q. Crichlow, Etats-Unis d'Amérique.

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière tenue par le C.C.I.R. à Varsovie en 1956, demanda la collaboration de l'U.R.S.I. pour traiter le Programme d'Etudes n° 96 (VI) (Mesures des bruits atmosphériques radioélectriques) dont le sujet appartient au domaine de la Commission IV.

Ce Programme d'Etudes a été publié dans le *Bulletin d'Information* n° 100 (novembre-décembre 1956).

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 193. — Rapport du Comité National

par A. Ehmert

(*Traduction*)

Les enregistrements du nombre d'atmosphériques ont été poursuivis à Francfort, Hambourg (1), Kühlungsborn (2), Tübingen et Weissenau (3) et ont débuté à Aix-la-Chapelle (Observatoire météorologique du Bureau du Temps Allemand, Prof. Dr H. Israël, Aix-la-Chapelle, Pipinstrasse, 12. Plusieurs de ces stations fournissent des enregistrements comparables (4).

Des radiogoniomètres cathodiques sont utilisés à Aix-la-Chapelle, Kühlungsborn et Weissenau. La forme des atmosphériques a été enregistrée par « triggering » à Kühlungsborn et au moyen d'un tambour en rotation rapide à Weissenau.

Des enregistrements de perturbations à très basse fréquence jusque 3 c/s ont été entrepris à Munich (Institut Electrophysique, Walter-den-Dijck Platz 1, Prof. Dr W. O. Schumann). Des oscillations périodiques quasi-sinusoïdales sur 3 c/s et 9 c/s furent obtenues au moyen d'antennes normales et de bobinages à noyau de fer (5).

Un enregistreur d'atmosphériques sifflants est installé à Kühlungsborn.

Les études de formes ont révélé un abaissement des couches réfléchissantes allant jusque 10 km au lever du Soleil. La lumière solaire passant juste au-dessus de la couche d'ozone produit à l'aube un détachement électronique à 75 km d'altitude. La longueur d'onde de cette radiation est supérieure à 300 A (3).

La forte intensité du rayonnement cosmique dans la nuit du 23 au 24 février 1956 a causé, même aux basses latitudes, une absorption considérable des atmosphériques dans l'hémisphère

nocturne (6, 7) en produisant une densité électronique de 1 à 5 él.cm^{-3} à une altitude de 70 à 90 km. La plupart de ces électrons se sont attachés aux atomes neutres en créant des ions négatifs assez nombreux pour engendrer de nouveaux électrons libres par collision. Le nombre d'électrons ainsi formés fut suffisant pour prolonger l'absorption des atmosphériques durant la nuit qui suivit l'impact des rayons cosmiques solaires. Le détachement au lever du Soleil augmenta encore l'absorption anormale aux basses fréquences (4).

Une statistique des variations diurnes et annuelles du bruit atmosphérique sur 40, 27 et 14 kc/s montra qu'en toute saison la couche D et l'activité solaire ont une influence considérable (8). Les effets crépusculaires à l'aube ont également été étudiés (2, 6, 8).

RÉFÉRENCES

1. Ionosphärenbericht der Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre.
2. 14,26 and 40 kc/sec, E 50 μV/m, bandwidth 0,5 kc/sec 26 kc/sec : Number of atmospherics greater than 5, 10, 20 and 40 db over 10 μV/m.
3. K. Revellio. — Mitteilungen des Max-Planck-Institutes für Physik der Stratosphäre, n° 8, 1957.
4. E. A. Lauter, A. Ehmert. — Rec. 2, 2nd World Symposium on Atmospherics, Final Report, Zurich 1956.
5. W. O. Schumann, H. König. — *Die Naturwissenschaften*, **41**, 183, 1954.
6. A. Ehmert, K. Revellio. — *Zeitschrift für Geophysik*, 1957.
7. E. A. Lauter, G. Bartels, K. Sprenger, G. Skeib. — Der Intensitätsanstieg der Kosmischen Strahlung am 23-2-56 und gleichzeitige Effekte in der tiefen Ionosphäre. *Z. f. Met.*, **10**, p. 129, 1956.
8. E. A. Lauter. — Der atmosphärische Störpegel im Längstwellenbereich und seine tages- und jahreszeitlichen Variationen. *Z. f. Met.*, **10**, 110, 1956.

Australie

N° 224. — Rapport du Comité National à la Commission IV

Les relevés du bruit radioélectrique au moyen du système Thomas ont été poursuivis pendant 3 ans à Pearce (Australie Ouest), pendant 2 ans à Rockbank (Victoria) et pendant 1 an à Darwin

(Territoire du Nord) sur les 5 fréquences de 2,5, 5, 10, 15 et 20 Mc/s. Ces récepteurs sont actuellement en cours de modification pour couvrir les fréquences de 0,5 et 1,5 Mc/s. Des enregistrements sont faits sur 3 fréquences depuis août 1955 à Pearce et depuis février 1956 à Darwin.

Des dispositions ont été prises en vue de l'analyse des données obtenues ; celle-ci est complétée jusque mi-1956. On se propose de transférer la station de Rockbank à Cloncurry (Queensland) et l'enregistreur de Pearce en un site à choisir.

Des mesures de bruit sur 11,5 Mc/s au moyen d'aériens directionnels ont été faites à Rockbank en vue de comparaisons avec les données du système Thomas. Des dispositions sont prises également en vue de l'installation d'un enregistreur type N.B.S.

L'installation d'un ou deux radiogoniomètres cathodiques pour l'étude des atmosphériques d'orage est également prévue.

E. U. A.

N° 298. — Rapport de la Commission Nationale IV

(*Traduction*)

Pendant la période de 1955 à 1957 cette Commission a participé à toutes les réunions techniques du Comité National des Etats-Unis et a maintenu un intérêt actif dans les recherches en cours sur les bruits radioélectriques d'origine terrestre. Ce rapport contient le compte rendu des progrès accomplis par les institutions principales de recherche des Etats-Unis et une bibliographie des communications aux assemblées de l'U.R.S.I.

I. — National Bureau of Standards, Boulder (Colorado)

Des instruments ont été construits pour mesurer la distribution cumulative des amplitudes et des intervalles entre impulsions ainsi que l'enveloppe du champ des bruits atmosphériques. Ces équipements ont été utilisés pour l'observation du champ en de nombreuses stations réparties de 9° à 71° de latitude Nord. Outre la réduction bien connue du niveau, aux hautes latitudes, l'inter-

valle dynamique du bruit fut trouvé décroissant avec la latitude croissante de la station.

L'effet des variations de la bande passante des récepteurs de 0,2 c/s à 1 kc/s a été étudié en détail à Boulder (Colorado). L'effet de la fréquence centrale sur le champ observé a été également investigué depuis 1 kc/s jusque 10 Mc/s. En général, l'enveloppe du bruit atmosphérique suit approximativement la loi de distribution de Rayleigh pour les bandes passantes de l'ordre de 0,2 c/s à chacune des fréquences centrales. Pour des bandes plus larges, l'intervalle dynamique se révéla beaucoup plus considérable que celui d'une distribution de Rayleigh. Cet intervalle apparut le plus élevé dans la région des 10 kc/s, avec une décroissance quand la fréquence d'observation augmente.

Des détails concernant ces mesures ont été donnés (1, 2) et une analyse des raisons pour lesquelles ces résultats ont été observés et de la variation supposée avec l'emplacement et le temps a été faite.

Le spectre de fréquence rayonné par une décharge d'éclair typique a été calculé sur la base d'études photographiques de décharges et de mesures du courant des éclairs en retour. Ces calculs ont été comparés avec les observations du champ rayonné (3). Le spectre effectif a été corrigé des effets de la bande passante supposée du trajet (4). Le spectre résultant, fonction de la distance, est en très bon accord avec les spectres observés à Boulder en novembre et décembre 1956.

Le spectre de fréquence du bruit atmosphérique de 10 c/s à 100 kc/s a été obtenu en combinant d'autres résultats (5, 6) aux mesures faites sur 1 à 100 kc/s. La courbe résultante (7) présente deux sommets, l'un dans les environs de 90 c/s et l'autre à 9 kc/s approximativement, et une dépression dans la région de 3 à 4 kc/s.

L'effet des autres sources, différentes des éclairs, a été également examiné (8). On constate en effet que l'amplitude fournie par les sources extraterrestres est minimum vers 3 ou 4 kc/s. Cette circonstance pourrait résulter (9) d'un flux d'énergie dans l'ionosphère, analogue au flux des pertes vers l'extérieur qui produit l'atténuation considérable de l'énergie des sources terrestres.

Les performances des systèmes radioélectriques de divers types en présence de bruit thermique ou atmosphérique ont été analysées en détail (10). L'efficacité relative de chacun des systèmes apparaît

fonction de ses caractéristiques, additionnellement à celles de l'onde porteuse et des parasites en présence.

En général, si les distributions statistiques d'amplitude et de temps sont connues pour la porteuse et les parasites, les performances d'un système donné peuvent être prévues. De telles performances, exprimées d'après l'erreur relative du caractère envisagé, sont dans certains cas en relation directe avec la distribution d'amplitude du bruit parasite. Beaucoup de systèmes produisent cependant une modification assez profonde des caractéristiques du bruit pour voiler cette relation directe, et leurs performances s'écartent alors de la distribution d'amplitude du bruit d'une manière prévisible. Etant donné ce fait, il apparaît que le succès des tentatives afin d'obtenir une corrélation directe entre les performances du système et les caractéristiques simples du bruit parasite n'est pas assuré.

RÉFÉRENCES

1. A. D. Watt, E. L. Maxwell. — Measured Statistical Characteristics of VLF Atmospheric Radio Noise. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, n° 1, pp. 55-62, January 1957.
2. A. D. Watt, E. L. Maxwell. — Characteristics of Atmospheric Noise from 1 to 100 kc. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, n° 6, pp. 787-794, June, 1957.
3. E. F. Florman. — NBS Report n° 3558, Nov. 10, 1955.
4. J. R. Wait. — On the Mode Theory of VLF Ionospheric Propagation, NBS Report n° 5022 ; Oct. 10, 1956. See also J. R. Wait. — The Mode Theory of VLF Ionospheric Propagation for Finite Ground Conductivity. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, n° 6, pp. 760-767, June, 1957.
5. John B. Wilcox, Elwood Maple. — Origin and Propagation of Audio-Frequency Geomagnetic Field Fluctuations, paper 7, Vol. 1 VLF Symposium, Boulder, Colorado ; Jan. 23-25, 1957.
6. R. E. Holzer, O. E. Deal, S. Ruttenberg, Low Audio Frequency Natural Electromagnetic Signals, paper 45, Vol. III, VLF Symposium Boulder, Colorado ; Jan. 23-25, 1957.
7. A. D. Watt. — Discussion III, Vol. IV, p. 40, VLF Symposium, Boulder, Colorado, Jan. 23-25, 1957.
8. J. M. Watts. — Audio-Frequency Electromagnetic Hiss Recorded at Boulder in 1956, paper 17, Vol. II, VLF Symposium, Boulder, Colorado ; Colorado, Jan. 23-25, 1957.
9. J. R. Wait, A. D. Watt. — Discussion III, Vol. IV, p. 41, VLF symposium, Boulder, Colorado ; Jan. 23-25, 1957.
10. A. D. Watt, R. M. Coon, E. L. Maxwell, R. W. Plush. — Performance of Some Radio Systems in the Presence of Thermal and Atmospheric Noise. NBS Report n° 5088 ; June 12, 1957.

II. — Université de Floride, Gainesville (Floride)

Un premier effort fut déployé pour l'étude de la distribution de probabilité du bruit atmosphérique et ses applications à la prédiction des interférences dans les systèmes de radiocommunications. Des travaux furent exécutés concernant la corrélation entre la distribution de probabilité du bruit atmosphérique et les interférences observées en radiotélégraphie, aux radiotélétypes à un ou plusieurs canaux, et dans les communications radiophoniques par modulation d'amplitude. Dans chacun des cas un degré satisfaisant de corrélation fut obtenu.

Un compteur simple pour enregistrer les éclairs se produisant dans une aire limitée fut réalisé pour des buts météorologiques.

III. — Collège de Mécanique et d'Agriculture de l'Oklahoma Stillwater (Oklahoma)

Le but des recherches sur les atmosphériques au Tornado Laboratory, Oklahoma A. and M. College, a été d'obtenir une connaissance approfondie de leurs relations avec la physique des orages. L'identification de chacun des trois ou quatre groupes de décharges d'éclairs avec l'activité des tornades est la suivante :

1) *Décharges entre nuage et sol* : composantes les plus intenses entre 5 et 20 kc/s mais également radiation sur tout le spectre électromagnétique depuis quelques centaines de cycles jusqu'aux fréquences violettes et peut-être ultraviolettes. Les impulsions directionnelles de ces décharges ont été définitivement identifiées à Oklahoma A. and M. College avec les images visuelles des éclairs.

2) *Décharges entre nuages* : à peu près les mêmes caractéristiques que les décharges précédentes, impulsions directionnelles des tornades en ellipses, cercles et tourbillons ; l'identification sur les enregistrements en est relativement aisée.

3) *Décharges internes dans les nuages au voisinage du centre de séparation des charges* : composantes intenses de 100 à 250 kc/s ; aucune composante au-dessous de 100 kc/s n'a été identifiée ; radiation au-dessus de 250 kc/s jusqu'au spectre visible. Ces décharges accompagnent les tornades dans lesquelles les sursauts peuvent se reproduire à raison de 25 ou 30 impulsions directionnelles par seconde.

4) *Décharges possibles entre les centres de charges positives et les régions situées au-dessus du centre de séparation des charges* : plusieurs observateurs, y compris l'auteur ont décrit ce type de décharge ; les enregistrements des caméras optiques en corrélation avec ceux des impulsions directionnelles pourraient servir à en déceler la nature. Ce phénomène a été observé une fois seulement au Laboratoire des Tornades et avant qu'une caméra optique soit disponible. Une spéculation intéressante consisterait dans l'hypothèse que l'énergie détectée aux fréquences inférieures à 1 c/s est rayonnée par des décharges de ce type.

5) *D'autres types de décharges* sont possibles ; dans cette éventualité un résidu d'atmosphériques s'ajoutant à ceux des quatre types énumérés pourrait faire constater leur existence.

Un programme considérable, relatif à la théorie des atmosphériques sifflants et des chœurs crépusculaires a été mis en chantier. Des atmosphériques sifflants ont été simultanément observés en des stations magnétiquement conjuguées, et ont suivi la loi de dispersion d'Eckersley. Les sifflements nasillards (« nose whistlers ») ont été étudiés par Helliwell *et al.*, et une théorie a été proposée pour expliquer leurs caractéristiques. Des variations importantes dans la forme des chœurs crépusculaires ont été observées ; en particulier, une forme périodique décrite par Dinger pourrait suggérer une connexion avec les trajets suivis dans la propagation.

Un réseau de stations enregistreuses des sifflements a été établie dans le cadre du programme ionosphérique de l'A.G.I.

IV. — Bibliographie des communications présentées aux réunions de la Commission IV des Etats-Unis

1. *The Effect of Atmospheric Noise on a Manual Radiotelegraph System*, R. F. Brown, University of Florida.
2. *The Effect of Atmospheric Noise on a Frequency-Shift Radioteletype System*, S. P. Herspeiger, University of Florida.
3. *Lightning Discharge Atmospheric Interference in Aircraft Communications*, M. M. Newman, Lightning and Transients Research Institute.
4. *Characteristics of High Frequency Discharges from Severe Storms*, H. L. Jones, Oklahoma A. and M. College.
5. *Atmospheric Noise Characteristics*, A. W. Sullivan, University of Florida.
6. *A Statistical Model of Atmospheric Noise*, J. M. Barney, Convair Corporation.

7. *The Measurement of Recurrent Impulsive Noise,* A. ECKERSLEY, D. B. GESELORVITZ, University of Pennsylvania.
8. *A Probability Computer for Noise Measurement,* J. D. WELLS, A. W. SULLIVAN, University of Florida.
9. *Whistling Atmospherics Observed at Washington, D. C.,* H. E. DINGER, U. S. Naval Research Laboratory.
10. *A Lightning Stroke Counter,* J. D. WELLS, A. W. SULLIVAN, University of Florida.
11. *The Distribution of Atmospheric Noise and its Relation to the Log-Normal Law,* R. F. BROWN, University of Florida.
12. *Measurement of Atmospheric Radio Noise Moments,* F. F. FULTON, W. H. AHLBECK, National Bureau of Standards.
13. *Variations in the Statistical Character of Atmospheric Noise,* A. D. WATT, National Bureau of Standards.
14. *Audio Frequency Atmospherics* 10-900 *cps,* G. AARENS, Air Force Cambridge Research Center.
15. *The Sferic Characteristics of Thunderstorms,* H. L. JONES, Oklahoma A. and M. College.
16. *A New Whistler Dispersion Theory,* R. A. HELLIWELL, T. F. BELL, R. L. SMITH, Stanford University.
17. *The Application of Nose Whistlers to the Study of the Outer Ionosphere,* R. L. SMITH, Stanford University.
18. *Experiments on Whistlers and Associated Atmospherics,* J. H. CRARY, R. A. HELLIWELL, Stanford University.
19. *On the Dependence of Whistler Dispersion Upon the Geomagnetic Latitude of the Generating Sferic,* M. G. MORGAN, H. W. CURTIS, Dartmouth; H. E. DINGER, U. S. Naval Research Laboratory; A. W. SULLIVAN, University of Florida.
20. *The Effect of Atmospheric Noise on Time-Division Multiplex Teletype,* A. W. SULLIVAN, University of Florida; R. F. BROWN, Convair Corporation.
21. *World-Wide Lightning Fields and Magnetic Pulsations in the* 1 *to* 150 *c/s Band,* P. A. GOLDBERG, University of Oregon.
22. *Results from the Tornado Season of* 1956, H. L. JONES, Oklahoma A. and M. College.
23. *Performance of Radio Systems in the Presence of Atmospheric Noise,* A. D. WATT, E. L. MAXWELL, National Bureau of Standards.
24. *Estimates of External Radio Noise Levels,* R. T. DISNEY, National Bureau of Standards.
25. *An Experimental System for Studying the Zeros of Gaussian Noise,* G. M. WHITE, Harvard University.
26. *Lightning Discharge Measurements,* M. M. Newman, Lightning and Transients Research Institute.

27. *Periodicity In Dawn Chorus*, H. E. DINGER, U. S. Naval Research Laboratory.

28. *Unusual Sferic Phenomena Observed During Tornado Season of* 1956, H. L. JONES, Oklahoma A. and M. College.

29. *Amplitude and Time Distributions of VLF Atmospheric Noise at Several Widely Spaced Geographic Points*, A. D. WATT, R. M. COON, V. J. ZEIRICKS, E. L. MAXWELL, National Bureau of Standards.

30. *The Comparative Interference Effects of Various Types of Radio Noise on an Idealised Communication System*, J. T. SUSS, University of Pennsylvania.

31. *A Simple Atmospherics Generator for Evaluation of Sferics Interference Reduction in Receivers*, M. M. NEWMAN, Lightning and Transients Research Institute.

32. *The Tracking of Severe Storms by the Radar-Sferic Method*, H. L. JONES, Oklahoma A. and M. College.

33. *Measurements of Frequency Distribution of Lightning Discharge Interference from* 15 *kilocycles to* 150 *Megacycles*, M. N. NEWMAN, J. D. ROBB J. R. STAHMANN, Lightning and Transients Research Institute.

34. *Impulse Overload of Radio Noise and Interference Meters*, A. ECKERSLEY, P. P. LOMBARDINE, O. STAVIK, University of Pennsylvania.

35. *Electromagnetic Radiation From Lightning Strokes*, E. L. HILL, University of Minnesota.

36. *The Transient Field of An Idealised Lightning Discharge*, J. R. WAIT, National Bureau of Standards.

37. *Moments of Atmospheric Noise Voltage Distributions*, F. F. FULTON, R. T. DISNEY, National Bureau of Standards.

38. *Notes on Variations in Whistler Activity and Associated Phenomena*, H. E. DINGER, Naval Research Laboratory.

France

N° 211. — Rapport du Comité National à la Commission IV

I. — SIFFLEMENTS RADIOÉLECTRIQUES

Les sifflements sont étudiés à Poitiers (49° lat. géomagnétique) depuis 1955 dans la bande 1 à 10 kc/s (1). La surveillance est quasi continue par écoute directe ou enregistrements magnétiques horaires.

L'activité est minimum entre juillet et octobre, maximum entre novembre et mars, période orageuse au point conjugué austral. La corrélation entre la réception de sifflements et l'existence de

sources d'atmosphériques est vérifiée au moyen de documents météorologiques et par l'observation goniométrique des foyers au sud des îles Crozet et Marion depuis les Kerguelen. Les sifflements courts sont, en effet, les plus nombreux ; les longs, rares en 1955 et 1956, sont plus fréquents en 1957.

Il est exceptionnel d'en recevoir au milieu de la journée ou plus de 24 heures consécutives. Quel qu'en soit le type, ils apparaissent à la fin de l'après-midi pour disparaître entre 05 et 07 heures TU. On observe toujours un minimum d'activité environ une heure après le moment du coucher solaire au sol. Cette période de réception est aussi celle pendant laquelle peuvent se manifester les atmosphériques impulsifs suivis d'échos multiples (type 4). De plus, chaque fois que des sifflements longs sont reçus, précédés d'un atmosphérique, la forme de celui-ci est du type 4. La région D joue donc un rôle important dans la propagation des sifflements : il semble que ce soit à son niveau que le sifflement prenne naissance et que les réflexions multiples sur l'ionosphère soient une étape de leur genèse (2).

Les sifflements sont analysés soit par des discriminateurs répartis entre 2 et 8 kc/s, soit à partir de leur forme oscillographique. Les dispersions ne varient pas sensiblement pendant plusieurs heures et peu au cours de l'année. Elles sont de l'ordre de 65 à 70 s 1/2 pour les courts, et du double pour les longs. Les échos, plus dispersés, qui peuvent les suivre, sont généralement très affaiblis. Il existe, cependant, des périodes pouvant durer plusieurs jours où l'atténuation d'un écho au suivant est très faible ; on en dénombre alors beaucoup qui, finalement, se fondent dans un son à caractère de souffle, de fréquence presque constante.

Le maximum d'amplitude se place entre 3,5 et 4,5 kc/s. L'analyse oscillographique révèle que la forme des sifflements purs est sinusoïdale ; l'impression auditive fusante qu'ils donnent le plus souvent est due à la superposition de plusieurs sifflements purs, de mêmes dispersions ou de dispersions voisines, décalés dans le temps de quelques dizaines de millisecondes, qui interfèrent.

Des premières heures de la journée jusqu'au voisinage du lever solaire, d'autres sortes de sifflements, se rattachant au chœur de l'aube, sont parfois reçus. Faibles, brefs (de 4 à 10 kc/s en 0,1 s), leur fréquence est croissante ou d'abord décroissante puis croissante avec le temps. Ils sont souvent associés à un souffle plus ou

moins continu. Leur occurrence est étroitement liée à celle de perturbations magnétiques, ionosphériques ou à une activité aurorale.

Depuis 1955, des observations sont aussi faites aux îles Kerguelen (—57° lat. géomagnétique). L'activité saisonnière est l'inverse de celle constatée à Poitiers et les sifflements courts prédominent. Au cours des périodes actives, ils sont reçus toute la journée avec un renforcement débutant environ une heure après le coucher solaire et s'étendant jusque vers 01 heure, et un minimum de 10 à 15 heures locales. Les dispersions n'ont pas encore été mesurées. Il n'existe aucune corrélation dans le temps entre les observations de Poitiers et des Kerguelen si ce n'est pour les sifflements brefs à fréquence croissante qui, aux Kerguelen, suivent les perturbations magnétiques avec un retard de une à cinq heures, retard d'autant plus grand que la perturbation est plus forte. La réception de ces derniers sifflements se fait en l'absence presque complète de bruit à fond.

Par ailleurs, des mesures de la direction d'arrivée et de la polarisation des sifflements ont été faites sur la fréquence de 5,5 kc/s (3). Les directions relevées sont comprises entre deux cônes axés sur la direction du champ magnétique et dont les demi-angles d'ouverture sont d'environ 5 et 25 degrés, ce qui confirme la théorie de Storey. Au contraire, la densité électronique à haute altitude, déduite des mesures de polarisation, serait dix fois plus faible que la valeur avancée par Storey.

RÉFÉRENCES

1. R. Rivault. — Sifflements radioélectriques d'origine terrestre. *Note Préliminaire,* n° 191 du L.N.R.

2. R. Rivault. — Caractéritiques des sifflements observés au cours d'une année. *L'Onde Electrique,* n° 362, Mai 1957.

3. J. Delloue. — Contribution à l'étude de la propagation des atmosphériques siffleurs. Thèse, Paris, Mai 1957.

II. — Relations entre les atmosphériques et les foyers orageux

Les enregistrements de la cadence de succession et du champ moyen des atmosphériques (1) ont été poursuivis au Laboratoire National de Radioélectricité sur des longueurs d'onde échelonnées de 60 m à 130 km. L'équipement des stations prévues pour l'A. G. I.

a été construit ; les enregistreurs mécaniques ont été abandonnés et remplacés par des milliampèremètres enregistreurs. La goniométrie à secteur étroit, qui fonctionne en permanence sur 11 km de longueur d'onde, a été réalisée sur 57 et 5 km à titre d'essais. Le réseau de mesure existant a été développé par des enregistreurs de cadence et de champ moyen à Bangui (A.E.F.), Tahiti et Ivato (Madagascar), par un goniomètre à secteur étroit à Bangui.

MM. Bureau, Bost et Bertrand (2, 3, 4) ont établi les relations existant entre certaines situations orageuses typiques et les enregistrements correspondants de cadence et de champ moyen. R. Bost (5) a montré qu'il était possible d'élaborer une prévision à court terme de la marche d'un orage en utilisant les indications d'un goniomètre à secteur étroit. Il a aussi mis en évidence l'intérêt d'un enregistrement sur la longueur d'onde de 60 m pour déceler un foyer orageux distant de 30 à 60 km.

Les résultats obtenus en utilisant un goniomètre cathodique et un enregistreur du niveau moyen, fonctionnant sur 11 km de longueur d'onde, ont été publiés par M. Barré pour la campagne 1949-1950 du « Commandant Charcot » sur le trajet aller-retour France-Terre Adélie (6) et pour l'expédition de 1951 en Terre Adélie (7) ; par J. Le Gall, pour l'expédition de 1951 aux îles Kerguelen (8, 9).

Dans leurs grandes lignes, ces résultats se recoupent et sont en très bon accord, pour les foyers continentaux, avec les cartes de Brooks. Tant en Terre Adélie qu'aux Kerguelen, le maximum nocturne du niveau moyen se produit avant le milieu de la nuit, indiquant la prépondérance des sources occidentales ; cette explication n'est pas retenue par R. Bost (9).

Les crevasses, chutes brusques du niveau moyen que l'on observe parfois de nuit, sont liées à l'existence d'une région E_s aurorale, mise en évidence par les sondages ionosphériques locaux. Elles coïncident avec le début d'une baie magnétique décelée par le magnétographe.

Les auteurs décrivent les caractéristiques et l'évolution des foyers Africains et Malgaches, de ceux des Indes orientales, des îles de la Sonde, du Sud Est Australien et de la Tasmanie, des îles du Pacifique où l'activité due aux îles Fidji, Samea et de la Société est plus grande que celle de la Nouvelle-Zélande. Des Kerguelen, on reçoit, en outre, des atmosphériques provenant de foyers dyna-

miques océaniques actifs au voisinage des îles Crozet. Aucun atmosphérique, enfin, n'est reçu du continent antarctique. Ces résultats montrent que, sur 11 km de longueur d'onde, la portée des atmosphériques est de l'ordre de 10.000 km la nuit et de 4000 km le jour.

RÉFÉRENCES

1. F. Carbenay. — L'enregistrement du niveau moyen des atmosphériques sur ondes kilométriques et myriamétriques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, t. **243**, 1956, p. 1904.

2. R. Bureau, R. Bost. — Quelques types de foyers orageux. *Note Préliminaire*, n° 186 du L.N.R.

3. R. Bureau. — L'orage du 30-8-51 et ses répercussions radioélectriques. *Note Préliminaire*, n° 182 du L.N.R.

4. M. Bertrand. — Radiolocalisation rapide des orages. Exemple du 3-4-53. *Note Préliminaire*, n° 181 du L.N.R.

5. R. Bost. — Radiolocalisation rapide des orages. Exemple du 31-7-51. *Note Préliminaire*, n° 183 du L.N.R.

6 M. Barré. — Etude des atmosphériques à bord du « Cdt Charcot » au cours de la campagne 1949-1950. *Note Préliminaire*, n° 178 du L.N.R.

7. M. Barré. — Observations de l'expédition Antarctique Française au cours de l'année 1951. *Note Préliminaire*, n° 161 du L.N.R.

8. J. Le Gall. — Les atmosphériques aux îles Kerguelen pendant l'année 1953. *Note Préliminaire*, n° 193 du L.N.R.

9. J. Le Gall, R. Bost, A. Le Barillec. — Les atmosphériques aux îles Kerguelen. *Note Préliminaire*, n° 194 du L.N.R.

III. — Mesure du bruit radioélectrique d'origine terrestre

a) Etudes théoriques des caractéristiques du bruit

On s'est efforcé de rechercher la signification et une interprétation physique possible de la loi de distribution log. normale de la probabilité des amplitudes d'un bruit atmosphérique observé à la sortie d'un amplificateur linéaire. R. Fortet (1) a formulé à ce sujet une remarque de caractère fondamental : il pose, en principe, que si une grandeur physique positive obéit à une loi log. normale, c'est qu'elle peut être interprétée comme *produit* d'un grand nombre de variables indépendantes.

G. Foldès (2) pense qu'en remontant dans la chaîne des causes du bruit atmosphérique jusqu'à la formation des nuages orageux, il serait possible de trouver à ce principe une interprétation phy-

sique qui pourrait être le point de départ de nouvelles études sur le mécanisme de l'électrisation des nuages jusqu'à la naissance des conditions de décharge disruptive. La théorie de C. T. R. Wilson, comme celle de G. C. Simpson, offrent des possibilités à cet égard.

A. Moles (3) a fourni une analyse de l'état actuel de nos connaissances sur les possibilités d'analyse et d'objectivation de la perturbation apportée par un bruit au signal transmis par un canal et, plus particulièrement, d'un canal acoustique. Il montre, en particulier, la nécessité de fixer une limite supérieure absolue au parasite admissible dans certaines applications (message esthétique), tandis que le concept d'occupation, selon Foldès, est utilisable dans d'autres (message sémantique).

b) Etudes expérimentales

La masse considérable d'enregistrements permanents du niveau moyen des atmosphériques, effectués au L.N.R. pendant une période couvrant plus de deux cycles solaires, constitue une source d'informations qui n'a pas encore été soumise à des analyses statistiques systématiques avec les moyens modernes. On se propose de rechercher la possibilité pratique de réaliser de telles analyses qui permettraient d'obtenir des renseignements précieux, notamment sur les variations d'amplitude du bruit atmosphérique aux fréquences basses en fonction du temps et aussi, dans une certaine mesure, de l'emplacement géographique.

Sur la base de ses enregistrements à niveau constant, effectués en 1944-1955, G. Foldès a établi des courbes de variation diurne du champ minimum nécessaire à Paris pour la réception en radiotélétype sur 27 kc/s au cours de trois mois pris respectivement en été, automne et hiver. Des informations de cette nature, que seul permettait d'obtenir jusqu'à présent le procédé Thomas, ont été obtenues ainsi sous forme d'enregistrements automatiques et continus, avec des moyens particulièrement simples et économiques.

Ces travaux, ainsi que des suggestions sur le développement et de nouvelles applications du procédé d'enregistrement à niveau constant, ont fait l'objet d'un rapport présenté au groupe de travail établi au sein de la Commission IV, à La Haye, sous la présidence de A. W. Sullivan, actuellement remplacé par W. Q. Crichlow.

RÉFÉRENCES

1. R. Fortet. — Remarque sur la loi log. normale. Note présentée à la Sous-Comm. VI*b*, Boulder, 1957.
2. G. Foldes. — Sur la distribution log. normale. Note présentée à la Sous-Comm. VI*b*, Boulder, 1957.
3. A. Moles. — Note sur la perturbation apportée par un bruit au signal transmis par un canal. Note présentée à la Sous-Comm. VI*b*, Boulder, 1957.

Japon

N° 200. — Rapport du Comité National à la Commission IV

par A. Kimpara

(*Traduction*)

Ce rapport résume les travaux effectués au Japon sur les atmosphériques depuis la XIe Assemblée Générale en 1954. Les études faites se sont principalement rapportées aux formes d'atmosphériques en relation avec les radiopropagations et la météorologie, avec les décharges en éclair, aux caractéristiques du bruit radioélectrique d'origine terrestre, aux atmosphériques sifflants, aux renforcements soudains d'atmosphériques, aux compteurs d'éclairs et à la préparation de l'A.G.I. La majeure partie de ces travaux fut exécutée à l'Institut de recherche sur les atmosphériques de l'Université de Nagoya (Prof. A. Kimpara, M. H. Ishikawa M. K. Sao, M. A. Iwai et M. T. Kamada), au Laboratoire de recherches techniques de la Compagnie de Radiodiffusion du Japon (M. Fujita et M. T. Nakamura), aux Services des Télégraphes et Téléphones d'Outremer (Dr Shinkawa et Dr Y. Furuhashi), aux Laboratoires de recherches radioélectriques du Ministère des Postes (Dr Y. Aono et M. T. Ishida), du Bureau régulateur des radiocommunications (M. T. Morimoto et Dr F. Minozuma), à l'Université de Tokyo (Dr Taki), à l'Université Waseda (Dr Hirayama), à la Société Iwasaki Tsushinki (Dr H. Seki) et à l'Institut de recherches météorologiques (Dr N. Kitagawa).

I. — Forme des atmosphériques

D'après les résultats des observations et des expériences faites en 1950-1956, A. Kimpara (1) a classé et interprété les formes

d'atmosphériques d'après le mécanisme de la décharge à la source et les conditions de propagation sur ce trajet, et clarifié la correspondance entre les classifications de Rivault et de Pierce.

Sous des conditions de propagation favorables, la nuit, il fut possible de localiser les orages dans un rayon de 3000 km par des observations simultanées de la forme et de la direction d'arrivée des atmosphériques en une station seulement ; la limite supérieure des distances pour lesquelles l'altitude des couches réfléchissantes et la distance de la source pouvaient être déterminées à partir des formes d'atmosphériques fut évaluée à 3000 km ; l'altitude des couches réfléchissantes se révéla de l'ordre de 80 à 90 km dans les conditions nocturnes.

Se basant sur la théorie de la propagation guidée de Budden, K. Sao (2) a étudié les formes d'onde pour en déduire le spectre de fréquence des atmosphériques rayonnés par les éclairs de retour. Cet auteur (3) trouva 65 km pour l'altitude des couches réfléchissant les atmosphériques diurnes issus de source à moins de 2000 km ; parfois deux couches réfléchissantes (4) distantes d'environ 5 km se présentent la nuit.

T. Nakai (5) fit une analyse de Fourier des formes d'onde et en déduisit le spectre de fréquence des atmosphériques produits par ces éclairs de retour ; l'altitude de la couche réfléchissante nocturne se révéla de l'ordre de 85 ± 5 km en été (6).

II. — Décharges en éclair et forme des atmosphériques

Pour étudier la structure fine des éclairs, H. Ishikawa, M. Takagi et T. Takeuchi réalisèrent une caméra rotative de haute qualité. Cet instrument consiste en 12 miroirs tournants dont la vitesse périphérique est de 900 à 1500 m/s, de 11 caméras munies d'objectifs f : 1,4 et f : 1,2 installées à l'opposé des miroirs et de 5 caméras fixes. Chaque été, les caméras furent utilisées simultanément avec des enregistreurs de forme (8) et un mesureur de champ ; beaucoup de photographies d'éclairs furent obtenues, parmi lesquelles un cliché d'une décharge en paliers. Les auteurs établirent (7) que la forme des impulsions émises par les décharges aériennes ou entre nuages est symétrique, que celle des décharges au sol est asymétrique, et qu'au Japon les éclairs en palier du type β et du type α interviennent respectivement pour 90 % et 10 % ; ils suggérèrent que certains processus de décharge dans les nuages orageux sont

constitués principalement par des décharges en couronne de divers types entre deux centres chargés.

N. Kitagawa (9) procéda chaque été à des observations simultanées au moyen d'enregistreurs de forme et de fluxmètres électrostatiques, et put conclure que les processus en paliers interviennent aussi bien dans les éclairs en dards que dans ceux en palier, avec une succession correspondante d'impulsions sur les enregistrements ; au contraire, les courants engendrant la décharge entre nuages et les variations du champ J ont lieu continûment et sans paliers, d'une manière résultant de la distribution non homogène des charges négatives dans le nuage.

III. — Relations météorologiques des atmosphériques

A. Kimpara (10) fit une série extensive d'observations simultanées de formes d'atmosphériques et de directions d'arrivée en trois stations Japonaises de 1952 à 1954. Il put ainsi clarifier la corrélation entre atmosphériques et orages, averses, tempêtes de neige, cumulo-nimbus, cyclones, dépressions et tempêtes tropicales, ouragans, fronts, creux barométriques dans l'atmosphère supérieure, etc. Il définit la distribution des atmosphériques en Extrême-Orient et sur le Pacifique occidental durant toute l'année, spécialement en Asie tropicale et subtropicale, en Australie, en Indonésie, sur la mer de Chine, etc., et put fournir une interprétation raisonnable de la distribution des origines des atmosphériques du point de vue météorologique.

IV. — Caractéristiques du bruit radioélectrique d'origine terrestre

Afin d'établir une méthode objective raisonnable pour mesurer l'intensité des atmosphériques en correspondance satisfaisante avec celle de Thomas, A. Kimpara, H. Shinkawa, T. Fujita, Y. Aono, Y. Taki et F. Minozuma constituèrent un comité spécial qui discuta plusieurs fois la question et rassembla, en octobre 1956, cinq instruments différents à la station d'Ohira près de Tokyo. Des observations simultanées furent faites dans les bandes MF et HF et par la méthode de Thomas. Comme les caractéristiques et les instants d'arrivée des atmosphériques sont irréguliers, le comité n'a pas émis de conclusions définitives et continue ses expériences.

Le Dr H. Shinkawa et le Dr Y. Furuhashi établirent un équipement permettant de déterminer la distribution statistique des amplitudes d'atmosphériques, au moyen duquel ils mesurèrent simultanément la probabilité d'occurrence à six niveaux différents et obtinrent des courbes de distribution cumulative. Ils réalisèrent encore un générateur d'impulsions et mesurèrent sa distribution d'amplitudes ; cet équipement comporte un générateur de bruit au moyen duquel toutes les combinaisons de fréquences et d'amplitudes fixes ou au hasard peuvent être réalisées. Ces auteurs trouvèrent que le bruit est généralement distribué selon une loi normale logarithmique ; ils examinent à l'heure actuelle la ressemblance entre ces données et celles concernant les atmosphériques.

Y. Aono et T. Ishida (11, 12) déterminèrent la distribution des amplitudes d'atmosphériques à 3,5 et 10 Mc/s ; celle-ci résulte de la superposition d'une distribution de Rayleigh et d'une distribution normale logarithmique, correspondant respectivement à des bruits aléatoires et impulsifs ; la distribution normale logarithmique s'accentue la nuit et disparaît pendant la journée.

H. Seki et Y. Furuhashi réalisèrent un générateur d'impulsions aléatoires simulant un bruit HF, pour examiner la réponse des récepteurs aux bruits quasi-impulsifs ; la phase aussi bien que l'amplitude sont modulées indépendamment de sorte que la simulation est complète.

T. Fujita (13) et T. Nakamura établirent sur la bande MF un équipement permettant de mesurer la distribution statistique des amplitudes à quatre niveaux distincts au détecteur des récepteurs radioélectriques, et la valeur moyenne quadratique à l'amplificateur de fréquence intermédiaire. En utilisant un générateur d'impulsions, ils trouvèrent que les inconvénients du bruit impulsif pour les radiodiffusions peuvent mieux se représenter par l'intensité moyenne quadratique que par la valeur de quasi-crête.

S'écartant de la proposition de B. E. Burgers, F. Minozuma (14) introduisit pour les instruments de mesure de bruit certaines exigences comprenant les caractéristiques de bande passante et de constante de temps en fonction de l'efficacité du détecteur ; il fit une description complète du bruit du point de vue théorique et expérimental et établit pour certaines régions principales du Japon, des cartes de bruits d'origine industrielle et d'atmosphériques,

accompagnées d'une estimation générale du bruit provoqué par l'homme, de ses caractéristiques et des moyens d'y remédier.

A. Kimpara et T. Nakai ont terminé la construction d'un équipement similaire sur la bande LF et le mettront prochainement en application.

V. — Atmosphériques sifflants

A. Kimpara, A. Iwai et J. Outsu (15) ont effectué des observations continues d'atmosphériques sifflants depuis mai 1956 à Toyokawa (lat. géomagnétique 24°5) et pendant l'été 1956 à Wakkanai (lat. géomagnétique 35°3). Les observations de routine à Wakkanai commenceront en juillet 1957. Ces auteurs observèrent que les atmosphériques sifflants à Toyokawa se présentent très souvent en hiver mais rarement en été, tandis qu'ils apparaissent aussi souvent en été à Wakkanai. En général les sifflements sont observés la nuit, et spécialement dans les deux heures avoisinant le coucher du soleil les jours d'éruptions chromosphériques ou de perturbations magnétiques. La dispersion des sifflements à Wakkanai est 45-110 s 1/2 et à Toyokawa 15-70 s 1/2.

VI. — Renforcements soudains d'atmosphériques

Depuis 1955 A. Kimpara (16), H. Ishikawa et T. Kamada ont étudié la corrélation entre les S.E.A. et les éruptions chromosphériques. La comparaison fut faite entre les renforcements à 10, 21 et 27 kc/s d'une part, et les explosions radiosolaires à 3750 Mc/s, les effets géomagnétiques des éruptions, les évanouissements brusques des ondes courtes d'autre part ; les phénomènes géophysiques remarquables furent trouvés en corrélation étroite avec les renforcements sur 21 et 27 kc/s, mais les renforcements ou les absorptions importantes sur 10 kc/s ne présentèrent pas de corrélation. Les renforcements d'atmosphériques d'origine météorologique sur 10, 21 et 27 kc/s se manifestent au contraire suivant la même allure générale. Par conséquent ceux dus aux éruptions chromosphériques peuvent ainsi être discriminés des autres quand la station d'observation n'est pas située dans l'hémisphère éclairé.

VII. — Compteurs de décharges orageuses locales

Afin de distinguer le compteur le mieux approprié, A. Kimpara, T. Kamada, A. Iwai et K. Ito (17) ont construit en 1954,

16 compteurs de types différents. Ces compteurs furent essayés tous les étés à la même station, en coopération avec H. Ishikawa, M. Takagi et T. Takeuchi (groupe d'étude des décharges orageuses). La conclusion finale obtenue récemment est la suivante : largeur de bande 1-80 kc/s, seuil d'intensité 1,5 V/m, vitesse maximum d'opération 1,25 par sec.

Lorsque la décharge orageuse se produit à moins de 10 km les composantes de haute fréquence prédominent de sorte qu'une bande de 80 kc/s est requise comme limite supérieure. Afin d'éliminer le bruit d'origine industrielle une limite inférieure de 1 kc/s est nécessaire, quoique la correspondance entre les enregistrements au compteur et ceux au fluxmètre pour les éclairs proprement dits est d'autant meilleure que la fréquence inférieure est basse.

Résumés des communications présentées à la XIIe Assemblée Générale

N° 39. — Quelques résultats des mesures simultanées d'intensité du bruit radioélectrique d'origine atmosphérique par des procédés divers, A. Kimpara, H. Shinkawa, T. Fijita, Y. Aono, Y. Taki et F. Minozuma.

Sommaire. — La mesure du bruit d'origine atmosphérique fut effectuée par cinq dispositifs différents. Les intensités furent comparées à celle du bruit sur haute fréquence, mais aucune conclusion ne fut obtenue quant à la meilleure méthode ou aux relations quantitatives étant donné la structure assez complexe du bruit atmosphérique. L'étude doit être poursuivie pour ce qui concerne la recherche d'une méthode adéquate aux radiocommunications.

N° 38. — Forme des atmosphériques en Extrême-Orient, A. Kimpara (Université Nagoya, Japon).

Sommaire. — Cette communication résume l'étude des formes d'atmosphériques faite récemment en Extrême-Orient. Les formes d'onde sont classées comme suit : éclairs pilotes en paliers, décharges partielles entre nuages, décharges successives entre nuages, éclairs de retour, éclairs multiples, queues d'éclair à développement lent, échos par réflexion, et trains de longue durée. Les caractéristiques de chacun des types dans les conditions diurnes et nocturnes, leurs caractéristiques de fréquence et leur dépendance avec la distance sont discutées en détail.

N° 40. — Mesure de la distribution de probabilité des amplitudes au bruit atmosphérique en haute fréquence, T. Ishida (Laboratoire de recherches radioélectriques, Japon).

Sommaire. — La détermination des caractères statistiques du bruit atmosphérique fut entreprise cinq fois pendant les trois années 1955, 1956

et 1957 en utilisant un équipement nouveau. En général la distribution des amplitudes pour le bruit atmosphérique en haute fréquence est représentable par une superposition d'une distribution de Rayleigh et d'une distribution normale logarithmique. Cette dernière distribution présente une remarquable variation diurne.

N° 41. — Une investigation sur les atmosphériques sifflants au Japon, A. KIMPARA, A. IWAI et J. OUTSU (Université de Nagoya, Japon).

Sommaire. — Depuis mai 1956 des observations continues d'atmosphériques sifflants ont été faites à Toyokawa. Des observations simultanées à Toyokawa et Wakkanai ont été faites pendant un mois depuis le 13 juillet 1956.

Les résultats obtenus furent entièrement similaires à ceux décrits par Storey, excepté pour une variation diurne de dispersion 20 s 1/2 — 25 s 1/2 et pour des cliquetis précurseurs d'atmosphériques du type « tweek » accompagnant les sifflements courts.

N° 37. — Mécanisme des éclairs et radiation d'atmosphériques, H. ISHIKAWA (Université de Nagoya, Japon).

Sommaire. — Les enregistrements des variations du champ électrostatique et de la forme des atmosphériques au même instant de la décharge orageuse ont été étudiés ; il est possible que certaines décharges lentes dans les images d'orage soient composées principalement de décharges en couronne de divers types entre deux centres chargés du nuage.

N° 36. — Variations du champ dues à la décharge en éclair, et leurs mécanismes, N. KITAGAWA (Institut de Recherches Météorologiques, Suginami, Tokyo, Japon).

Sommaire. — Les variations du champ dues à l'éclair sont enregistrées simultanément par deux appareils dont les temps de résolution sont différents. Les caractéristiques détaillées de ces variations pendant les décharges pilotes jusqu'à la décharge au sol sont décrites et quelques mécanismes sont discutés. Les variations dues à une décharge entre nuages et au processus de fonction dans un éclair au sol sont également étudiées, et le mécanisme de ces décharges est expliqué en corrélation avec la distribution des charges dans les nuages.

RÉFÉRENCES

1. A. KIMPARA. — The waveform of atmospherics in the daytime and at night. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. IV, 1956.

2. K. SAO. — Frequency spectrum of the daytime waveform of atmospherics radiated from the return streamer of lightning flash. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

3. K. Sao. — A special daytime waveform and the distance from its origin. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

4. K. Sao. — Echo-type waveforms which appear to exhibit the effect of reflections from two layers in E region. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. IV, 1956.

5. T. Nakai. — The frequency spectrum of atmospherics. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

6. T. Nakai. — The distance of the source and the height of reflection deduced from the waveforms of ionospheric reflection type. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. IV, 1956.

7. K. Ishikawa, M. Takagi. — On the fine structure of atmospherics near their origins. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

8. M. Takagi, H. Ishikawa. — The waveform recorder of atmospherics radiated from short distance origin. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. IV, 1956.

9. N. Kitagawa. — *Papers Meteo. Geophy.*, Vol. 7, 1957 (sous presse)

10. A. Kimpara. — Atmospherics in the Far East. *Proc. Res. Inst. Atm., Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

11. H. Yuhara, T. Ishida, M. Higashimura. — *J. Radio Res. Lab.*, Vol. 3, nº 11, Jan. 1956.

12. T. Ishida, M. Higashimura. — *J. Radio Res. Lab.*, Vol. 4, nº 15, Jan. 1957.

13. T. Nakamura, M. Inoue, H. Inatomi. — Evaluation of radio noise I, *Tech. J. Japan Broadcasting Corp.*, Vol. 25, June 1956.

14. F. Minozuma. — Communication and Radio Noise, 1956, Kyoritsu Press Co.

15. A. Iwai, J. Outsu. — On an investigation of whistling atmospherics in Japan. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. IV, 1956.

16. A. Kimpara. — On the sudden enhancement of atmospherics. *Bul. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. 6, nº 1-2, 1956.

17. K. Ito, A. Iwai. — Local lightning flash counter within 20 km. *Proc. Res. Inst. Atm. Nagoya Univ.*, Vol. III, 1955.

Maroc

Nº 170. — Rapport du Comité National marocain

Les enregistrements statistiques sur 27 kc/s, à l'aide d'un anémocinémographe et d'un balistègre, se sont poursuivis.

Les relevés goniométriques par goniomètre enregistreur à secteur étroit système Bureau sont effectués de façon continue.

Les enregistrements et observations particulières sont transmis quotidiennement par télégramme radiotéléphoné au Laboratoire National de Radioélectricité à Bagneux et par téléphone au Service Météorologique de la Base aérienne de Rabat-Salé.

Les renforcements d'atmosphériques sont comparés aux perturbations de service du Centre des Liaisons Radioélectriques entre 4 et 18 Mc/s. Des constatations intéressantes ont été faites pendant la formation des P.I.D.B.

Un goniomètre cathodique est utilisé à l'observation des foyers, conjointement avec l'étude des whistlers.

Cette dernière étude, commencée dès fin 1954, n'a commencé à donner des résultats qu'en fin 1956. Des enregistrements sur bande magnétique sont effectués chaque nuit, toutes les heures rondes, pendant 5 minutes. La mise au point du matériel se poursuit.

Nouvelle-Zélande

N° 159. — Rapport du Comité National à la Commission IV

(*Traduction*)

Un programme d'études en commun sur les atmosphériques sifflants et les chœurs crépusculaires est envisagé au Dominion Physical Laboratory et au Service de Radiodiffusion de Nouvelle-Zélande.

a) Atmosphériques sifflants

Des enregistrements réguliers de ces atmosphériques sur bande magnétique ont débuté en juillet 1955 à des endroits calmes situés près de Wellington et Dunedin, stations distantes de 600 km sur le même méridien géomagnétique, avec l'assistance et la coopération de Darthmouth College, N. H., U. S. A.

Ces stations sont approximativement les conjuguées magnétiques de celle de Dartmouth College à Unalaska (Iles Aléoutiennes). Les résultats obtenus sont en bon accord avec la théorie de Storey concernant la propagation des atmosphériques sifflants le long des lignes de force magnétique ; en particulier des trains spécifiques d'atmosphériques ont été observés simultanément à Unalaska et en Nouvelle-Zélande ; une association généralement

étroite entre les atmosphériques courts à Unalaska et longs en Nouvelle-Zélande (45 % en moyenne) a été remarquée (1).

D'après les variations diurnes de l'occurrence des trains d'atmosphériques (laquelle présente un sommet important à 2 h. du temps local), il a été conclu que l'énergie de l'atmosphérique est absorbée d'une manière appréciable au sommet de sa trajectoire.

Une expérience en vue de mesurer l'angle d'arrivée des atmosphériques sifflants en utilisant des aériens espacés de 15 km a été proposée (2).

b) Chœurs crépusculaires

Des signaux de ce type ont été observés simultanément (à 0,01 sec près) aux stations de Wellington et de Dunedin distantes de 600 km (3). D'après l'étude des corrélations entre les observations de Nouvelle-Zélande et d'ailleurs, il a été conclu que les chœurs crépusculaires se propagent de la même façon que les atmosphériques sifflants et qu'ils sont probablement créés par l'arrivée de particules chargées dans l'ionosphère extérieure au moment des perturbations magnétiques (4).

RÉFÉRENCES

1. Morgan, M. G., Allcock, G. M. — Observations of Whistling Atmospherics at Geomagnetically Conjugate Points. *Nature,* **177**, p. 30, 1956.

2. Crombie, D. D. — Measurement of the Arrival Angle of Whistlers. *J. Geophys. Res.*, **60**, p. 364, 1955.

3. Allcock, G. M., Martin, L. H. — Simultaneous Occurrence of « Dawn Chorus » at Places 600 km apart. *Nature,* **178**, p. 937, 1956.

4. Allcock, G. M. — A Study of the Audio-Frequency Radio Phenonenon known as « Dawn Chorus ». *Aust. J. Phys.* (sous presse).

Pologne

N° 240. — Rapport du Comité National à la Commission IV

En 1952, l'Institut Météorologique et Hydrologique d'Etat a repris ses recherches sur le bruit radioélectrique d'origine terrestre qui avaient été interrompues par la guerre. Les bruits ou atmosphériques sur 27 kc/s sont enregistrés.

La direction d'arrivée des atmosphériques sera également enregistrée automatiquement à partir de 1957. Il est envisagé de mettre en service trois de ces enregistreurs en Pologne.

En outre, les fortes décharges atmosphériques locales sont enregistrées dans quelques localités polonaises et des travaux théoriques et expérimentaux sur le caractère des parasites radioélectriques sont effectués pour ce qui concerne les radiocommunications.

Royaume-Uni

N° 125. — Rapport du Comité National à la Commission IV

par F. Horner

(*Traduction*)

Généralités

Les travaux récents dans le domaine de la Commission IV se rapportent surtout aux sujets du programme pour la XIIe Assemblée Générale dont la liste figure au Bulletin n° 101.

1. — Utilisation des formes d'onde d'atmosphériques pour l'étude des Radiopropagations

La plupart des investigations concernant les formes d'atmosphériques fournissent simultanément des informations sur les phénomènes de radiopropagation et sur les caractéristiques de la source. Les études se rattachant plus particulièrement au premier de ces sujets seront décrites ici ; celles qui concernent surtout le second feront l'objet du paragraphe 2.

Au Cavendish Laboratory, l'utilisation des atmosphériques pour contrôler la validité de la théorie de K. G. Budden sur la propagation guidée a été l'objet d'un intérêt soutenu. J. Chapman et E. T. Pierce (1) ont discuté les spectres correspondant à diverses formes d'atmosphériques. A courte distance des éclairs de retour (par exemple 200 km), les différences concernant le type ou le spectre doivent être attribuées à des différences dans la source. A des distances considérablement plus grandes les conditions

de propagation prédominent. Des comparaisons détaillées entre les caractères des atmosphériques sur 10 et 18 kc/s et les prévisions de la théorie de Budden ont été faites. Un bon accord fut obtenu qualitativement ; l'agrément fut moins satisfaisant du point de vue quantitatif. Chapman et Pierce (2) ont également étudié les différences systématiques entre atmosphériques engendrés à des emplacements différents situés à la même distance de l'observateur. Les différences entre les spectres obtenus à partir de mesures faites à des fréquences fixes comprises entre 0,65 et 27 kc/s purent être utilisées pour améliorer la précision des résultats d'un travail antérieur basé seulement sur les différences de forme.

F. Hepburn (3), à l'Université de Nottingham, a pu également expliquer qualitativement les formes d'onde d'après la théorie de Budden, particulièrement en ce qui concerne les variations en fonction de la distance et de l'heure du jour. Des formes variables avec la direction de propagation ont été observées. Un travail antérieur commencé avec Pierce (4) sur l'explication des « queues » à développement lent a été poursuivi, et a fourni des résultats en bon accord avec la théorie (5).

F. Horner et C. Clarke (6), à la Station de Recherches Radioélectriques, ont étudié l'usage des enregistrements de formes pour la localisation possible des orages à partir d'une station unique. La nature complexe de beaucoup d'ondes « en échos » utilisées pour estimer la distance de la source accroît considérablement les difficultés d'application de cette technique dans les travaux de routine. Une réflexion partielle simultanée des ondes sur deux couches séparées par quelques kilomètres d'altitude fut mise en évidence.

F. W. Chapman, au King's College de Londres, a poursuivi ses travaux sur les formes et le spectre dans la gamme de 40 c/s à 16 kc/s en utilisant des magnétogrammes afin d'étudier les perturbations prolongées qui ne peuvent pas être résolues d'une manière adéquate sur une base de temps. Des enregistreurs améliorés à double canal sont utilisés actuellement. Les nouveaux résultats comprennent l'identification de deux types distincts de composantes lentes dans certains atmosphériques. Une analyse de la polarité et d'autres caractéristiques de ces composantes en relation avec la nature de la source et du trajet a été faite. Les lois de propagation des ondes radioélectriques aux basses fréquences jusque 40 c/s en ont été déduites (7, 8).

2. — Relations entre atmosphériques et décharges orageuses

E. T. Pierce (9, 10, 11) a décrit les résultats d'une longue étude sur les variations du champ dues aux éclairs. L'intensité et la nature des champs rayonnés ont été discutées. Les facteurs influençant la confiance à accorder aux compteurs d'éclairs et leur construction (12) ont été étudiés, ainsi que l'utilisation des atmosphériques comme indicateurs de l'activité orageuse mondiale (13). L'auteur a également discuté le choix de la fréquence optimum d'observation afin d'obtenir des résultats significatifs à partir de stations en nombre limité. M. I. Large et E. T. Pierce (14) ont étudié les courants dans les décharges naturelles des pointes, et M. I. Large (15) a investigué expérimentalement et théoriquement l'intensité et le spectre du parasite radioélectrique produit par la décharge en couronne d'une pointe isolée. Il apparut une similitude étroite entre les décharges naturelles et celles observées au laboratoire.

La nature de l'éclair précurseur dans les décharges orageuses est encore sujette à spéculations. C. G. R. Bruce, à l'Association des Recherches Electriques, a réaffirmé sa théorie antérieure basée sur l'hypothèse que le mécanisme du courant-pilote et de l'éclair précurseur implique une transition du type en couronne au type en étincelle (16). Cette théorie constitue une alternative à celle de Schonland (17) qui n'implique pas de décharge en couronne.

J. S. Forrest, de la Central Electrical Authority, a enregistré des formes d'atmosphériques dans le but d'obtenir des données statistiques sur le nombre d'éclairs au sol par unité d'aire, mais l'interprétation de ces enregistrements parut difficile.

A. G. Edwards (18) a déterminé le spectre de fréquence des atmosphériques aux fréquences très basses et l'a trouvé en bon accord avec l'hypothèse d'une origine dans les décharges de retour. F. Horner a étudié les caractéristiques du bruit à bande étroite, à très basse fréquence et à haute fréquence, en relation avec celles des décharges d'éclair. Ce travail confirme que le bruit à très basse fréquence provient à peu près entièrement des décharges de retour, et fournit des informations sur sa structure fine. L'origine du bruit à haute fréquence n'est pas aussi claire, mais les théories basées sur l'hypothèse suivant laquelle les éclairs précurseurs en paliers qui précèdent les éclairs en retour en constituent la source prin-

cipale ne sont pas conformes au caractère du bruit observé en Angleterre.

Le spectre de différents types de décharge, à la source, a été déduit par F. W. Chapman de mesures à distance en tenant compte des effets de propagation.

3. — Mesure des caractéristiques du bruit atmosphérique

Les mesures du bruit à haute fréquence (2-20 Mc/s) ont été poursuivies, comme programme partiel de la Station de Recherches Radioélectriques, en plusieurs emplacements distribués autour du monde. La méthode employée se base sur l'intelligibilité d'un signal local mélangé au bruit. La même méthode a été utilisée au fréquences plus basses (15-150 kc/s) en quelques-unes de ces stations.

Les caractéristiques détaillées du bruit aux très basses fréquences (10-30 kc/s) en Angleterre ont été étudiées par F. Horner et J. Harwood (19). Le bruit pourrait être décrit en termes de la distribution statistique des amplitudes (en volts) de l'enveloppe (durées relatives au cours desquelles des seuils donnés sont dépassés) et de la distribution statistique des sommets dans l'enveloppe (nombre d'impulsions par seconde dont l'amplitude excède chaque seuil). Le bruit à haute fréquence fut très difficile à décrire ; celui-ci apparut formé de sursauts ayant en eux-mêmes des caractéristiques similaires à celles d'un bruit aléatoire. Les propriétés statistiques des enveloppes de sursauts sont requises plutôt que celles de la tension de bruit ; ces propriétés sont en cours d'étude. Certaines techniques pour enregistrer le bruit sur bandes magnétiques ont été développées.

Des mesures de bruit au moyen d'aériens fortement directionnels ont été faites par le British Post Office. Les résultats ont indiqué dans quelle mesure la distribution géographique des sources de bruit influence les communications HF à longue distance.

Des observations continues du niveau de bruit intégré à 10 kc/s ont été faites par F. W. Chapman, et des enregistreurs à plusieurs pistes seront installés pour sa mesure simultanée à certaines fréquences entre 10 c/s et 10 kc/s.

4. — Atmosphériques sifflants

Les types prolongés de perturbations connus sous le nom de « tweeks », « whistlers » courts et « whistlers » longs ont été étudiés

par F. W. Chapman. Il a été découvert que la théorie d'une simple réflexion spéculaire des ondes entre la Terre et l'Ionosphère pour expliquer les « tweeks » ne convient pas pour les premiers stades de la perturbation.

5. — Programme de l'A.G.I.

Le programme de l'A.G.I. concernant les bruits atmosphériques est largement une continuation et une extension des investigations déjà en progrès, décrites dans les paragraphes précédents, principalement en ce qui concerne la mesure du bruit atmosphérique et la détermination des formes. Ce programme sera étendu par l'enregistrement de caractéristiques détaillées à Singapore, Malaya, et Ibadan (Nigéria) en utilisant les mêmes techniques qu'à la Station de Recherches Radioélectriques en Angleterre. On espère que des enregistreurs de la puissance de bruit du type développé par le National Bureau of Standards seront également disponibles.

Des arrangements ont été pris pour faciliter l'enregistrement simultané des formes en plusieurs stations européennes et pour l'identification subséquente des formes correspondantes sur les différents enregistrements. Un programme coopératif de ce type a été proposé depuis longtemps par l'U.R.S.I. et l'on espère qu'il sera stimulé par l'A.G.I. La procédure à suivre pourrait comprendre l'envoi de marques de temps à toutes les stations par radio, mais des essais préliminaires ont montré que l'occurrence des atmosphériques eux-mêmes est généralement suffisante pour permettre l'identification des phénomènes correspondants. Les informations sur la position des orages seront fournies par le réseau britanique des indicateurs de direction organisé par l'Office Météorologique, et une extension de ce réseau a été proposée.

6. — Autres sujets

Bien que ce ne soit pas l'une des questions qui doivent être discutées à la XIIe Assemblée Générale, celle relative à l'amélioration des méthodes pour localiser les orages se rapporte à tous les sujets. Une description complète de l'indicateur de direction utilisé dans ce but au Royaume-Uni a maintenant été faite par C. Clarke et V. A. W. Harrison (20). Les erreurs intervenant dans ces mesures ont été investiguées par F. Horner (21). En particulier l'étude des erreurs de polarisation des atmosphériques conduisit à une série de mesures de la portée de l'émetteur à très basse fréquence

GBR (16 kc/s), à partir desquelles il fut conclu que la propagation sur cette fréquence varie avec la direction du trajet relativement à celle du champ géomagnétique (22, 23).

E. T. Pierce présenta une communication sur les problèmes fondamentaux dans la détermination des directions d'arrivée d'atmosphériques par radio à la conférence de Météorologie et de Radiolocalisation à Essen en juin 1956.

Des travaux ultérieurs sur la mesure des distances d'une tempête à partir d'une seule station, par l'observation de l'énergie reçue en haute fréquence, ont été décrites par C. Clarke et B. J. Byrne (24). Une attention particulière fut apportée aux effets des irrégularités ionosphériques sur la précision des mesures.

Un relevé des techniques de localisation d'orages à partir d'une seule station a été fait par E. T. Pierce (25).

7. — Sommaire des Communications présentées a la XIIe Assemblée Générale

a) J. Harwoord. — *Bruits radioélectriques d'origine atmosphérique dans l'intervalle* 10 *kc/s*-30 *kc/s.*

Les caractéristiques du bruit atmosphérique à bande étroite aux très basses fréquences, et leurs variations avec le temps et la fréquence, sont décrites en termes de la distribution statistique des amplitudes de l'enveloppe.

b) F. Horner. — *La relation entre le bruit radioélectrique atmosphérique et l'éclair.*

L'amplitude et la structure détaillée des atmosphériques aux très basses fréquences ont été comparées aux caractéristiques connues des décharges d'éclair. La conclusion fut qu'à peu près toute l'énergie provient des décharges en retour à partir du sol.

Les atmosphériques à haute fréquence ont des durées beaucoup trop longues pour avoir leur origine principale dans les éclairs précurseurs en paliers. La source principale peut consister en une décharge en brosse comme il l'a été suggéré par Malan et Schonland.

c) C. Clarke. — *Utilisation d'un enregistreur sur bande magnétique pour l'étude de la structure du bruit atmosphérique.*

Afin d'étudier la distribution statistique des amplitudes et les autres caractéristiques du bruit atmosphérique, il est utile de pouvoir examiner plusieurs fois les mêmes échantillons à différents niveaux de seuil. L'opération est possible si le bruit est enregistré sur bande magnétique.

Le bruit HF est converti en bruit à bande étroite sur 10 kc/s et enregistré sur la bande magnétique. Un intervalle d'amplitude de 60 db peut être

inscrit. La reproduction fidèle des formes originales est limitée par les imperfections de la bande magnétique et de l'enregistreur.

25 avril 1957.

RÉFÉRENCES

1. J. Chapman, E. T. Pierce. — The waveforms, frequency spectra and propagation of atmospherics. Proceedings of the Paris Conference on Radio Propagation, Sept. 1956. To be published in *L'Onde Electrique.*
2. J. Chapman, E. T. Pierce. — Relations between the character of atmospherics and their place of origin. Proceedings of the V. L. F. Symposium, Boulder, Jan. 1957. To be published in *Proc. I.R.E.*
3. F. Hepburn. — Waveguide Interpretation of Atmospheric Waveforms. To be published in *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*
4. F. Hepburn, E. T. Pierce. — Atmospherics with Long Trains of Pulses. *Phil. Mag.*, 1954, **7**, 917.
5. F. Hepburn. — Atmospheric Waveforms with Very Low Frequency Components below 1 kc/s, known as Slow Tails. To be published in *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*
6. F. Horner, C. Clarke. — Some Waveforms of Atmospherics and their use in the Location of Thunderstorms. *Journ. Atmos and Terr. Phys.*, 1955, **7**, 1.
7. F. W. Chapman. — On the Waveform and Audio-Frequency Spectrum of Atmospherics. Proceedings of Symposium on V. L. F. Radio Waves. Munich, Oct. 1955.
8. F. W. Chapman, R. C. V. Macario. — Propagation of Audio-Frequency Radio Waves to Great Distances. *Nature*, 1956, **177**, 930.
9. E. T. Pierce. — Electrostatic field changes due to Lightning Discharges. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, 1955, **81**, 211.
10. E. T. Pierce. — Development of Lightning Discharges. *Ibid.*, 1955, **81**, 229.
11. E. T. Pierce. — Lightning. *Sci. Progress.* 1957, p. 62.
12. E. T. Pierce. — The Influence of Individual Variations in the Field-changes due to Lightning Discharges upon the Design of Lightning Flash Counters. *Arch. Met. Geophys. Bioklim*, 1956, **9**, 78.
13. E. T. Pierce. — Atmospherics as Indicators of Worldwide Thunderstorm Activity. To be published in the Report of the Conference on « Atmospheric Electricity in the I.G.Y. », Aachan, May 1956.
14. M. I. Large, E. T. Pierce. — The Fine Structure of Natural Point-discharge Currents. *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, 1955, **81**, 92.
15. M. I. Large. — The Radio Interference Produced by Corona Discharge. To be published in *Journ. Atmos. and Terr. Phys.*
16. C. E. R. Bruce. — The Leader Strokes of the Lightning and Spark Discharges. *Journ. Inst. Elect. Eng.*, 1955, **1**, 38.

17. B. F. J. Schonland. — The Pilot Streamer in Lightning and the Long Spark. *Proc. Roy. Soc. A.*, 1953, **220**, 25.

18. A. G. Edwards. — The Effect of Atmospherics on Tuned Circuits. *Journ. Brit. I.R.E.*, 1956, **16**, 31.

19. F. Horner, J. Harwood. — An Investigation of Atmospheric Radio Noise at Very Low Frequencies. *Proc. I.E.E.*, 1956, **103**, Part B, 743.

20. C. Clarke, V. A. W. Harrison. — Low-Frequency Direction Finder : Twin-Channel Cathode-Ray Design. *Wireless Eng.*, 1955, **32**, 109.

21. F. Horner. — The Accuracy of the Location of Sources of Atmospherics by Radio Direction Finding. *Proc. I.E.E.*, 1954, **101**, Part III, 383.

22. F. Horner. — V.L.F. Propagation and Direction Finding. *Proc. I.E.E.*, 1957, **104**, Part B, 73.

23. F. Horner. — The Dependence of the Propagation of Very Long Waves on Direction. Proceedings of the Paris Conference on Radio Propagation, Sept. 1956. To be published in *L'Onde Electrique.*

24. C. Clarke, B. J. Byrne. — The Location of Thunderstorms by a Single-Station High Frequency Ranging Technique. *J. Atmos. Terr. Phys.*, 1956, **9**, 210.

25. E. T. Pierce. — Some Techniques for Locating Thunderstorms from a Single Observing Station. Vistas in Astronomy, Perganon Press, Vol. 2, Chapter 9, (Geophysics).

Suède

N° 216. — Rapport du Comité National à la Commission IV

par H. Noringer

(*Traduction*)

Le niveau du bruit atmosphérique sur 45 kc/s est mesuré depuis 1952 à la station de réception du Bureau des Télécommunications Suédoises à Enköping (17°08′ E, 59°35′ N). Deux méthodes différentes sont utilisées pour ces mesures, celle de Thomas et une méthode à peu près identique à celle recommandée par le Comité mixte des Etats-Unis pour les Radioréceptions.

Une description de l'équipement de mesure et des résultats obtenus en 1952 a été faite dans le document n° 230, C.C.I.R., Londres 1953 intitulé « Résultats préliminaires obtenus par deux méthodes différentes dans la mesure du bruit atmosphérique ».

A l'Institut de recherches sur les Hautes Tensions de l'Université d'Uppsala, les atmosphériques d'origine terrestre ont été étudiés par 4 stations au voisinage d'Uppsala, l'une située à l'Institut même et les trois autres à des distances de 7, 12 et 17 km.

Le but principal de ces investigations fut d'analyser, si possible, les variations simultanées du champ électromagnétique dans le voisinage des éclairs. Chacune des stations a été équipée d'enregistreurs cathodiques scellés. Des indicateurs cathodiques de direction ont été utilisés pour localiser les orages.

La distance des éclairs et leurs formes ont été déterminées par des observateurs placés à l'extérieur, et pendant les saisons orageuses de 1955-1956 au moyen de photographies d'éclairs prises par des caméras diurnes. Les clichés furent autant que possible obtenus en simultanéité avec les oscillogrammes des stations respectives, où les oscillographes étaient synchronisés grâce à un dispositif spécial.

La majeure partie de ces investigations fut concentrée sur l'analyse des variations simultanées des composantes magnétiques mesurées par des antennes-cadres dans le plan horizontal, le plan vertical et le plan à 45° du sol. Les stations étaient caractérisées par des conditions de champ libre et une résistance homogène du sol (couches argileuses profondes). Des investigations sur les composantes électriques dans le voisinage des éclairs furent également poursuivies simultanément en deux stations munies d'antennes non directionnelles.

L'une des stations, située en bordure d'un lac, fut équipée d'une antenne linéaire longue et isolée et de deux antennes-cadres au niveau du lac. Cette station se caractérisait par un niveau de bruit industriel très faible. Son but principal était de fournir des résultats simultanés concernant les atmosphériques locaux et lointains, reçus en même temps sur l'antenne ouverte (composantes électriques) et sur les cadres (composantes magnétiques).

La station du lac a été utilisée pour des études sur les atmosphériques sifflants et leurs relations avec les décharges orageuses. Ces investigations ont été faites au moyen de l'antenne linéaire au niveau du lac (direction nord-sud) en combinaison avec des observations de direction. Les sifflements furent enregistrés au magnétophone. Des relations temporelles très prononcées furent obtenues entre les éclairs individuels et ces sifflements. En outre

la station a été pourvue de deux cadres verticaux dans les directions nord-sud et est-ouest ; ces cadres sont adaptés aux amplificateurs par des transformateurs d'impédance. Des essais ont montré que les propriétés réceptrices de ces systèmes vis-à-vis des sifflements sont très satisfaisantes. Les résultats de ces recherches ne sont pas encore publiés, mais il est dans nos intentions d'en faire rapport verbalement à la séance consacrée aux atmosphériques sifflants à l'Assemblée de Boulder.

Bibliographie

Les résultats des investigations mentionnées plus haut sont donnés dans les publications suivantes :

Harald Norinder et Walter Pucher. — Intensités du champ et densités de charge dans les nuées orageuses. *Arkiv för Geofisik*, Bd. 2, n° 5, Stockholm 1944, pp. 97-107.

Harald Norinder. — Les formes d'onde du champ électrique des atmosphériques enregistrées simultanément en deux stations éloignées. *Arkiv för Geofysik*, Bd 2, n° 9, Stockholm 1954, pp. 161-195.

Harald Norinder. — Variations du champ magnétique des décharges d'éclair au voisinage des orages. *Arkiv för Geofysik*, Bd. 2, n° 20, Stockholm 1956, pp. 423-451.

Olov Norinder et Edgar Knudsen. — Une nouvelle méthode pour mesurer les variations du champ magnétique des décharges électriques atmosphériques à l'aide d'antennes-cadres sur la surface du sol. *Arkiv för Geofysik*, Bd. 2, n° 23, Stockholm 1956, pp. 481-499.

Les travaux suivants et leurs sommaires sont en cours de publication dans les *Arkiv för Geofysik*, Académie des Sciences, Stockholm et quelques-uns d'entre eux seront disponibles à la Commission IV à l'Assemblée de Boulder.

Harald Norinder et Edgar Knudsen. — Prédécharges en relation avec les éclairs qui suivent (communication présentée).

Sommaire. — Les caractéristiques des variations dans le prédécharges d'éclair ont été jusqu'à présent négligées dans les recherches. La cause doit en être recherchée en majeure partie, dans les temps de variation compliqués et étendus dans les éclairs. Ceux-ci comportent trois stades : 1) les prédécharges où, durant des intervalles de temps allant jusque 10 millisecondes, l'ionisation débute dans le canal de l'éclair, 2) les décharges partielles ou principales avec l'augmentation rapide de leurs fronts dans des intervalles de quelques microsecondes, 3) les variations ultérieures où la décroissance des courants dans l'éclair se prolonge parfois durant des centaines de microsecondes. Les auteurs ont développé des méthodes spéciales afin d'investiguer les caractéristiques des variations dans les prédécharges.

Ils ont mis en évidence deux formes différentes. Les variations ont été analysées aussi bien du point de vue physique que statistique.

Harald NORINDER et Burghardt VOLLMER. — Forme des variations et séquence temporelle des éclairs multiples (communication présentée).

Sommaire. — Dans l'analyse des atmosphériques causés par les décharges d'éclair la séquence temporelle et la forme des variations ont été négligées jusqu'ici. Ce problème est important sous plusieurs aspects, mis en évidence lors de l'évaluation du niveau de bruit radioélectrique produit par les éclairs en comptant les décharges se produisant sur une aire donnée.

Les variations et la séquence temporelle des décharges d'éclair multiples obtenues au moyen d'un enregistreur spécial à balayage pendant les saisons orageuses de 1953-1955 ont été analysées à l'Institut. Ces résultats furent obtenus en utilisant des cadres mobiles verticaux en combinaison avec des amplificateurs et des oscillographes cathodiques. La méthode permit une analyse des composantes magnétiques du champ des décharges multiples.

Harald NORINDER et Edgar KNUDSEN. — Décharges atmosphériques électriques des rafales de neige éloignées et des fronts d'occlusion (communication présentée).

Sommaire. — Les atmosphériques d'un type nouveau engendrés par les décharges électriques dans des nuages contenant des particules de neige ou de glace, découverts à l'Institut des recherches sur les Hautes Tensions il y a quelques années, ont été investigués sous le rapport de leurs sources et de leurs formes. Les sources furent localisées par deux indicateurs de direction placés aux extrémités d'une base. Les formes furent analysées à l'oscillographe cathodique. Celles-ci accusent des régularités tout à fait différentes de celles des atmosphériques d'éclair et ne présentent pas de variations rapides superposées. Le champ de ces nouveaux atmosphériques à des distances de 300 km atteint le quart de la valeur obtenue pour les atmosphériques d'éclairs.

D'autres publications sur les sujets mentionnés plus haut sont en préparation et sortiront de presse ultérieurement dans les *Arkiv för Geofysik*.

Suisse

N° 141. — Rapport du Comité National à la Commission IV

par le Prof. J. LUGEON

Le Prof. Dr Lugeon a continué ses enregistrements de parasites atmosphériques avec des radiogoniographes, atmoradiographes, radiomaximographes accordés sur 27 kc/s à la centrale météorologique de Zurich et à la Station aérologique de Payerne. La base

de 131 km entre ces deux stations a permis de recouper les azimuts pour obtenir la position géographique des foyers de parasites lointains ainsi que les orages proches.

Un grand travail de collaboration internationale a été entrepris à ce sujet entre les services météorologiques de Grande-Bretagne, de France et de Suisse. Le résultat des confrontations des méthodes utilisées dans ces trois pays, de même que la comparaison des recoupements avec les données visuelles et auditives des orages sur une grande partie du continent européen, a permis de préciser les idées sur l'emploi des Méthodes sferics à la météorologie synoptique et en particulier à la sécurité de la navigation aérienne.

M. Lugeon a convoqué à Zurich du 29 au 31 octobre 1956 le 2e Symposium mondial des parasites atmosphériques, afin de chercher à coordonner les mailles du réseau mondial de sferics pendant l'Année géophysique internationale. Il est résulté de cette session des recommandations importantes pour l'application des diverses méthodes actuelles en matière d'exploration à grande distance des orages et tempêtes électriques générateurs de sferics. C'est ainsi qu'on a pu montrer avec évidence que l'exactitude des repérages était de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres à quelques milliers de kilomètres de distance dans beaucoup de situations. On a révélé aussi que les lacunes du réseau purement météorologique dues au manque d'observations humaines, pouvaient être partiellement comblées par le dépistage des orages à grande distance par la méthode des parasites atmosphériques.

Il est rappelé que le Prof. Lugeon organise pendant l'A.G.I. une station radiométéorologique par 80° de latitude nord à l'archipel du Spitzberg, en collaboration avec la Suède et la Finlande. On attend des résultats très importants des enregistrements opérés là-bas pour mettre au point définitivement les problèmes de transmission sur de grandes longueurs d'ondes pendant le jour et la nuit polaire, et pour l'étude détaillée des effets crépusculaires pendant les longues périodes crépusculaires à l'entrée et à la sortie de la nuit polaire.

Allocution de Mr Ratcliffe

Président de la Commission à la Séance Plénière d'Ouverture

(*Traduction*)

La Commission IV s'intéresse aux « Perturbations Radioélectriques d'Origine Terrestre ». Nous étudions la nature de la perturbation reçue et cherchons des déductions sur sa source et sur la façon dont cette perturbation se modifie au cours de son parcours dans l'ionosphère et au-dessus du sol. Pendant cette Assemblée Générale, les sujets ci-après seront discutés aux cours de séances distinctes.

Dans une séance il sera traité des travaux entrepris pour déterminer l'intensité et la nature statistique de nos perturbations de telle façon que ceux qui réalisent des chaînes de communications radioélectriques connaîtront le genre d'interférences qu'ils rencontreront probablement en tout temps et en tout endroit.

Nous entendrons les conclusions d'un groupe de travail établi à la dernière Assemblée Générale pour étudier de tels sujets.

Au cours d'une autre réunion nous discuterons ce que l'étude des atmosphériques permet de déduire sur la propagation d'ondes de très basse fréquence, et nous entendrons le rapport d'un autre groupe de travail établi pour comparer les résultats obtenus par différents chercheurs. Les atmosphériques prennent naissance au sein de décharges électriques pendant du temps orageux, souvent dans les éclairs ; une de nos réunions sera consacrée à la discussion de la relation existant entre la source et l'atmosphérique qu'elle produit.

A la réunion de Sydney en 1952, il fut annoncé au sein de la Commission IV une explication des perturbations radioélectriques d'origine terrestre connu sous le nom de « siffleurs » (whistlers).

Depuis cette époque, et particulièrement depuis la dernière Assemblée Générale de 1954, ce sujet a fait l'objet de nombreux

travaux intéressants tant expérimentaux que théoriques. Nous consacrerons une réunion pour en prendre connaissance, et nous tiendrons également une réunion mixte sur ce sujet avec les Commissions III et V, qui s'intéresseront à certaines suggestions nouvelles sur l'origine et la propagation des différentes espèces de perturbations de basse fréquence quasi-musicale.

Compte Rendu des Réunions

Première réunion le 26 août à 14 h.

La séance a été consacrée à l'établissement du programme suivant :

Mercredi 28 *à* 9 *h.* 30 :

Sifflements ; Introduction par le Dr Morgan.

Orateurs prévus : MM. M. Helliwell, Gallet, Dinger, Kimpara, Maeda, Rivault, Jean, Hines.

Documents nos 3, 4 et 34 (Com. III).

Jeudi 29 *à* 9 *h.* 30 :

Suite de la discussion sur les sifflements, en liaison avec les Commissions III et V.

A 14 *h.*

Discussion, introduite par le Dr Wormell, sur les formes et la propagation des atmosphériques.

Documents nos 4, 38, et une communication de M. Wait.

Vendredi 30 *à* 14 *h.* :

Discussion, introduite par M. Crichlow, sur les caractéristiques du bruit radioélectrique d'origine terrestre.

Documents nos 39, 40, 126, 127, 254.

Lundi 2 *septembre à* 8 *h.* 45. Visite au N.B.S.

A 14 *h.* Programme de la Commission IV pour l'A.G.I.

Documents no 151 et Rapports Nationaux. Exposé des contributions nationales.

Mardi 3 *à* 9 *h.* 30 :

Discussions sur les formes et les sources d'atmosphériques.
Documents nos 36, 37, 115, 223, 230, 231, 239 et 257.

Mercredi 4 *à* 9 *h.* 30 :

Réunion finale, discussion des résolutions.

Le Dr Wormell présenta ensuite brièvement le rapport du groupe de travail sur les formes d'atmosphériques et le document nº 254, rapport du groupe de travail sur les caractéristiques du bruit, fut résumé par M. Crichlow. Les discussions sur ces deux principales questions auront lieu au cours des prochaines réunions.

Les essais de collaboration avec la Commission VI au sujet des caractéristiques du bruit s'étant montrés infructueux, aucune réunion mixte n'aura lieu. Enfin, il fut entendu que le groupe de travail sur le bruit, présidé maintenant par M. Crichlow, s'occuperait du Programme d'études nº 96 du C.C.I.R.

Deuxième réunion le 28 août à 9 h. 30

Sifflements et phénomènes connexes à très basses fréquences

Exposés :

Le Dr Morgan rappelle les principaux faits d'observation.

Le Dr Helliwell décrit les expériences où des impulsions, émises de la station WSS, près de Washington, D. C., à la fréquence de 15, 5 kc/s, étaient reçues au Chili en se propageant comme les sifflements.

M. Gallet donne une explication théorique de la formation du bruit à très basse fréquence, basée sur l'interaction entre les corpuscules émis par le soleil et le champ magnétique terrestre.

En l'absence du Prof. Maeda, le Dr Helliwell expose l'essentiel de la théorie Japonaise sur l'écart entre les trajectoires des sifflements et les lignes de force magnétiques.

Le Prof. Kimpara décrit les types de sifflements reçus du Japon en des lieux de basses latitudes magnétiques.

Quelques phénomènes à très basses fréquences, comprenant des types périodiques du chœur de l'aube, sont commentés par le Dr Dinger ; quelques enregistrements ont été obtenus simultanément à Washington, D. C. et à Ottawa.

Le Dr Rivault établit la corrélation entre les sifflements longs et certaines formes des atmosphériques. Certaines des observations ont été faites simultanément aux Iles Kerguelen et en France.

M. Jean rapproche les sifflements et l'existence d'une forte composante sur 5 kc/s dans le spectre de l'atmosphérique initial.

M. Hines, commentant une suggestion du Dr Storey, montre que la présence d'ions lourds dans le milieu de propagation peut expliquer certaines caractéristiques des sifflements.

Le Dr Morgan donne des exemples de sifflements multiples, vraisemblablement propagés par des chemins différents. Il montre, aussi, la distribution géographique du chœur de l'aube.

Discussions :

Elles ont porté sur :

- le moment de la journée où le chœur de l'aube est reçu ; il dépend de la latitude géomagnétique ;
- la réception des sifflements provenant d'éclairs dus à un orage local ;
- les relations entre la répartition spectrale de l'énergie d'un atmosphérique et l'occurrence de sifflements. La localisation de l'éclair joue un rôle certain.

Enfin, un groupe de travail, comprenant MM. Helliwell, Morgan, Gallet, Rivault, Dinger et Storey, a été formé pour étudier la terminologie propre à ce domaine d'études.

Réunion mixte

(Commissions III, IV et V) du 29 août à 9 h. 30

Sifflements et autres phénomènes à très basses fréquences

Exposés :

M. Ratcliffe rappelle les caractéristiques principales de ces phénomènes.

Le Dr Morgan donne des exemples de sifflements multiples et décrit les expériences de réception de sifflements en deux lieux conjugués magnétiquement. Il mentionne l'observation de sifflements dus à des éclairs visibles aux cours d'un orage local.

Le Prof. MAEDA explique l'essentiel de sa théorie au sujet de la non-coïncidence des trajectoires des sifflements et des lignes de force magnétiques.

Le Prof. HELLIWELL donne la théorie des « nose whistlers ». Il décrit, ensuite, les expériences de sifflements artificiels. La station N.S.S. d'Annapolis émettait, sur 15,5 kc/s, des impulsions de 0,25 s espacées de 2 s ; la réception se faisait en un lieu proche du point magnétique conjugué. Deux sortes de signaux étaient reçus, les uns se propageant entre l'ionosphère et le sol, les autres suivant les lignes de force magnétique, comme les sifflements naturels. Des trajectoires multiples, entraînant du fading, furent mises en évidence. On n'a pas constaté de corrélation marquée entre l'occurrence des sifflements et la réception des signaux de N.S.S.

M. JEAN expose les relations trouvées entre l'occurrence des sifflements d'une part, et les spectres des atmosphériques et la localisation des éclairs émetteurs d'autre part, au cours de réceptions simultanées à Stanford et à Boulder.

M. GALLET propose une théorie du souffle à basse fréquence basée sur l'interaction du flux de corpuscules émis par le soleil et du champ magnétique terrestre. Il discute l'ionisation de l'exosphère qui peut être uniformément répartie ou, plus souvent, se présente sous forme de nuages localisés.

Discussions :

Le Dr MORGAN signale la corrélation observée entre l'occurrence de « hooks », sifflements brefs à fréquence décroissante puis croissante, et certaines modifications dans l'aspect de l'aurore polaire.

Le Dr BIERMANN ne pense pas que l'action du champ magnétique terrestre soit effective au-delà de 5 à 10 rayons terrestres.

Revenant sur la théorie de la genèse du souffle à basse fréquence, exposée par M. Gallet, le Prof. RYDBECK demande des précisions sur le gain du pseudo-amplificateur ainsi formé dans l'exosphère.

Le Prof. HELLIWELL répond que l'énergie cinétique due aux corpuscules est beaucoup plus grande que celle nécessaire pour expliquer les niveaux constatés du souffle. Une discussion plus large montre que le souffle pourrait aussi bien prendre naissance dans les régions aurorales.

Le Dr Fuchs rappelle l'observation de sifflements en Autriche dès 1886 ; une variation diurne de leur fréquence d'occurrence avait déjà été remarquée à cette époque. Le Prof. Kimpara suggère une relation entre cette variation diurne et la latitude géomagnétique du lieu d'observation.

M. Hines signale un travail récent du Dr Storey montrant que la présence d'ions dans le milieu de propagation pouvait avoir une influence sur le spectre des sifflements du côté des basses fréquences et était même susceptible de provoquer une propagation perpendiculairement à la direction du champ terrestre.

Troisième réunion le 29 août à 14 h.

Etude de la propagation au moyen des formes d'atmosphériques

L'activité du groupe de travail sur les formes d'atmosphériques est exposée par le Dr Wormell. Des quatre formes typiques généralement reconnues, le type impulsif reçu pendant la nuit a surtout été utilisé pour l'étude de la propagation. D'un membre à l'autre du groupe de travail, l'interprétation d'un même oscillogramme diffère parfois beaucoup.

Le Prof. Kimpara a rencontré les mêmes difficultés d'interprétation et il décrit les types de formes les plus fréquemment reçues au Japon.

Le Dr Wait présente des courbes donnant l'amplitude du champ et la phase relative des ondes très longues propagées par le sol et l'ionosphère en fonction de la distance et de la fréquence. Il montre que la théorie de la propagation géométrique peut être appliquée au-delà de la distance couverte par l'onde réfléchie une seule fois.

M. Jean a appliqué l'analyse de Fourier aux ondes directes et réfléchies, et a comparé les résultats à la théorie.

Le Prof. Norinder rappelle les enregistrements simultanés de formes effectués en Suède. La plupart des membres présents pensent que ce genre d'expériences est le plus profitable. Le Dr Horner demande que soit précisé quels aspects de la propagation seraient le mieux étudiés par cette technique. Les membres suivants se réuniront pour en discuter : MM. Norinder, Jean, Watt, Wormell, Kimpara, Lauter, Yzyumov et Horner.

Le Prof. LAUTER suggère l'étude des effets du lever solaire sur la basse ionosphère au moyen des formes.

Le Dr WAIT donne quelques renseignements supplémentaires sur les variations de l'atténuation des ondes longues en fonction de la fréquence.

Quatrième réunion le 30 août à 14 h.

Mesure et description des caractéristiques du bruit atmosphérique

M. CRICHLOW présente le rapport du groupe de travail chargé de l'étude des caractéristiques du bruit. Ce rapport comporte des recommandations concernant les paramètres à mesurer et les principales caractéristiques de l'appareillage à utiliser. Ces recommandations résultent d'un accord intervenu entre les membres du groupe de travail à la suite de plusieurs réunions pendant les jours précédents. A l'appui de ces recommandations des informations ont été fournies sur les méthodes et résultats de différents auteurs.

M. RATCLIFFE propose que ce rapport serve de base à un Rapport Spécial de l'U.R.S.I. : cette proposition reçoit un accueil favorable.

M. HORNER présente une communication du Dr Harwood sur la distribution des amplitudes du bruit atmosphérique en ondes myriamétriques. Il décrit ensuite ses propres enregistrements simultanés à bande étroite de formes d'atmosphériques individuels en ondes myriamétriques et décamétriques (10 kc/s et 10 Mc/s).

Le Dr AONO présente des résultats du Dr Ishida sur la distribution de probabilité des amplitudes du bruit atmosphérique en ondes décamétriques. Une discussion a lieu sur la question de savoir si, aux faibles amplitudes, le bruit tend vers une distribution de Rayleigh lorsqu'il n'est pas contaminé par le bruit de récepteur. Les expériences diffèrent sur ce point.

M. FOLDÈS commente une Note de M. Carbenay signalant la concordance d'enregistrements de champ moyen, obtenus en ondes myriamétriques avec des récepteurs différents, à la condition d'utiliser pour l'étalonnage des impulsions courtes.

M. WATT discute la relation entre les distributions de probabilité du bruit et la perturbation apportée par le bruit à divers types de communications. Il montre que dans certains cas il était

possible de prévoir le comportement des divers types de communications sur la base des distributions d'amplitude du bruit.

Cinquième réunion le 2 septembre à 14 h.

Programme de la Commission IV pendant l'A.G.I.

PROGRAMMES NATIONAUX :

Etats-Unis :

13 stations, réparties à différentes latitudes à l'est du continent Américain et une dizaine d'autres, situées du côté du Pacifique en deux groupes à peu près conjugués géomagnétiquement, observeront les sifflements. Les enregistrements, d'une durée de 2 minutes, auront lieu à chaque heure ronde plus 35 minutes avec une précision de l'ordre du dixème de seconde. La localisation des éclairs sera fournie toutes les trois heures par le réseau de goniomètres cathodiques. Les documents obtenus comprendront les feuilles d'observation journalières et mensuelles donnant les caractéristiques des sifflements et des phénomènes à très basse fréquence. Les feuilles mensuelles seront envoyées aux Centres Mondiaux d'échange. Le lieu où seront rassemblés les enregistrements magnétiques n'est pas encore fixé mais sera sans doute Boulder. Si l'analyse des sifflements pouvait être obtenue beaucoup plus rapidement qu'actuellement, les spectrogrammes pourraient être envoyés aux Centres Mondiaux.

M. HINES montre un exemple de spectrogramme de sifflement obtenu à la même vitesse que l'enregistrement magnétique ; l'appareil utilisé a un prix de revient très élevé.

Le programme d'enregistrement du bruit atmosphérique, s'étendant sur 15 années, a été accéléré en vue de l'A.G.I. Des appareils du type C.R.P.L. équiperont environ 14 stations réparties dans le monde entier ; ils sont fournis par le C.R.P.L. mais chaque pays sera responsable de l'installation et de la maintenance.

U. R. S. S. :

Le programme A.G.I. est supervisé par le Prof. Pushkov de l'Institut du Magnétisme Terrestre et de la Propagation des Ondes Radioélectriques situé près de Moscou. Le programme s'étend aux sifflements, aux formes d'atmosphériques, à la localisation des

éclairs par goniomètres, aux mesures du champ électrique au voisinage des éclairs et à l'enregistrement des niveaux de bruit atmosphérique.

En réponse aux questions qui lui sont posées sur le nombre et l'emplacement des stations de mesure, le Prof. YZYUMOV dit qu'il y aura au moins trois stations enregistrant le bruit de 30 kc/s à environ 0,5 Mc/s.

France :

On continuera, en l'étendant, l'enregistrement du niveau moyen et des directions d'arrivée des atmosphériques en diverses parties du monde. Les modalités d'envoi des données obtenues aux Centres Mondiaux n'ont pas encore été réglées.

Les sifflements seront enregistrés à Poitiers pendant deux minutes après chaque heure ronde et les documents seront échangés avec les autres pays. La participation au programme Européen d'enregistrements simultanés des formes d'atmosphériques sera sans doute effective.

Japon :

La réception des sifflements, la localisation des sources, l'enregistrement des formes, la mesure des caractéristiques du bruit seront effectués à quelques-unes des cinq stations japonaises. Les sifflements seront enregistrés pendant 2 minutes à H + 5 et H + 35 minutes. Les goniomètres sont accordés sur 10 kc/s. Le champ moyen des atmosphériques sera étudié sur 10, 21 et 27 kc/s, ainsi que sur des fréquences dans la bande 50 kc/s à 20 Mc/s. Des photographies de l'éclair seront étudiées en liaison avec les variations du champ électrique.

Suède :

Des enregistrements simultanés des variations du champ électrique au voisinage des éclairs seront faits à plusieurs stations, ainsi que des enregistrements de sifflements.

Allemagne :

Un goniomètre est utilisé à Potsdam ; les formes seront enregistrées à Potsdam et Weissenau, les sifflements à Kühlungsborn

et près de Francfort. Le champ moyen et le niveau des atmosphériques seront mesurés sur 14, 27, 40, 70 et 130 kc/s à 4 stations, en portant l'attention sur les variations diurnes.

Royaume-Uni :

La mesure du bruit par le procédé Thomas est toujours effectuée. Trois appareils ont été construits pour la mesure du champ de la puissance moyenne et d'autres caractéristiques du bruit. Ils seront placés à Slough, Singapour et Ibadan. Des appareils du type C.R.P.L. sont déjà installés près de ces deux derniers endroits. Les données obtenues au cours des enregistrements simultanés des formes en Angleterre, France et Allemagne seront concentrées par le Dr Wormell ; la localisation des éclairs sera assurée par le Meteorological Office. Le champ moyen sera enregistré à Cambridge sur 22 kc/s, ainsi que les sifflements.

M. Ratcliffe attire l'attention sur les points suivants :

1. Il faudrait obtenir que les enregistrements de bruit atmosphérique effectués en certains observatoires astronomiques soient communiqués aux Centres Mondiaux.
2. Le groupe Européen d'enregistrements simultanés des formes, ainsi que tout groupe similaire, devrait être formellement reconnu par l'U.R.S.I. de façon que, le cas échéant, une aide financière puisse lui être fournie.

Sixième réunion le 3 septembre à 9 h. 30

Formes des almosphériques et caractéristiques des sources

Le Prof. Norinder décrit l'équipement utilisé en Suède pour l'observation des formes et des sifflements à partir de cadres ; l'un de ceux-ci, particulièrement développé, est placé horizontalement dans un lac. A partir d'oscillogrammes il est montré que les décharges entre nuages, ou entre sol et nuage peuvent se distinguer par les valeurs de champ et de polarisation observées.

M. Newman expose le principe et la réalisation du générateur de décharges installé à Minneapolis. La source de haute tension peut aussi servir à provoquer des sifflements artificiels. Les champs

produits par les décharges naturelles sont aussi mesurés dans la bande 15 kc/s à 150 Mc/s.

Des tentatives pour provoquer l'éclair sont faites à partir d'un bateau ; une fusée, dirigée vers le nuage, entraîne un fil conducteur relié à l'équipement de mesures. La fusée pourrait être remplacée par un ballon ; l'avantage des deux procédés est discuté.

M. Doherty donne les principaux résultats du Prof. Jones sur les mesures de la fréquence d'occurrence des atmosphériques au moment des tornades observées en Floride. Lorsque le météore a lieu, le nombre des impulsions reçues sur 150 kc/s dépasse 20 par seconde. Le rôle des différents paramètres : seuil du récepteur, éloignement de la tornade, a été étudié.

Le Prof. Norinder décrit les caractéristiques des atmosphériques dus à des averses de neige ; des observations identiques ont été faites en Amérique et dans l'Antarctique.

Le Prof. Kimpara montre des clichés représentant les appareils qu'il utilise pour l'enregistrement des formes et la photographie simultanée et directe de l'éclair. Il relie les résultats obtenus au processus de la décharge et suggère l'existence d'un effet corona à l'intérieur du nuage.

M. Foldes expose quelques travaux théoriques français montrant que la distribution log. normale peut être interprétée comme le produit d'un grand nombre de variables aléatoires indépendantes. Il pense que le bruit produit par un seul foyer orageux doit être de cette forme et que la loi de distribution peut éventuellement rester la même quand les foyers sont nombreux.

MM. Fulton et Watt pensent que la loi log. normale n'est qu'une représentation empirique de la distribution dans une gamme limitée d'amplitudes et qu'une justification théorique n'est peut-être pas indispensable.

M. Ratcliffe suggère que le phénomène d'auto-interaction dans l'ionosphère est susceptible de modifier sérieusement les formes d'atmosphériques en affectant principalement les composantes voisines de 200 pps.

M. Dinger signale l'existence probable de l'interaction entre un atmosphérique violent et un sifflement.

Septième réunion le 3 septembre à 14 h.

Rédaction des Recommandations.

Les recommandations sur les sujets suivants sont discutées :

A. Les caractéristiques du bruit atmosphérique, comprenant les réponses aux questions du C.C.I.R. et la rédaction d'un rapport spécial de l'U.R.S.I.

B. L'enregistrement des formes d'atmosphériques, comprenant une proposition pour que l'U.R.S.I. aide les chercheurs dans ce domaine.

C. L'opportunité d'un symposium sur les sifflements et les phénomènes connexes.

D. Une demande à l'Union Internationale Astronomique pour obtenir la communication des données sur le bruit, enregistrées dans les observatoires.

E. L'établissement d'une nomenclature spécifique des travaux sur les sifflements et les phénomènes à très basses fréquences.

La recommandation A est divisée en deux parties, l'une sur les réponses au C.C.I.R. (IV/1) l'autre sur la rédaction d'un rapport spécial de l'U.R.S.I. (IV/2).

La recommandation B est adoptée (IV/5). Elle ne comprend pas de suggestion sur les techniques expérimentales qui feront l'objet d'une note dans le *Bulletin de l'U.R.S.I.*

Les recommandations C (IV/3) et D (IV/4) sont adoptées.

La recommandation E est discutée et finalement adoptée (IV/7). Il est suggéré qu'un groupe de travail soit formé pour adapter continuellement cette nomenclature suivant les progrès réalisés. Une recommandation (IV/6) propose les membres suivants : Prof. Helliwell (Président), MM. Dinger, Gallet, Horner, Kimpara, Morgan, Pushkov, Rivault, Storey et Wait.

M. Ratcliffe informe la commission des propositions officielles suivantes :

Président : Prof. R. A. Helliwell.

Vice-Président : M. F. H. Dickson.

Secrétaires : MM. F. Horner et G. Foldès.

Il explique que la nouvelle règle de l'Union est de remplacer les secrétaires toutes les deux sessions ; la proposition ci-dessus tient compte de la nécessité de ne pas changer les deux secrétaires en même temps.

La Commission exprime ses remerciements à M. Ratcliffe, Président sortant.

Réunion finale du 4 septembre à 9 h.

Approbation des Recommandations.

L'opportunité et les modalités d'un symposium sur les sifflements sont discutées en détail. Ce symposium doit être une réunion de travail effectif entre spécialistes. Si l'idée en est acceptée, il devra être organisé par un comité spécial de l'U.R.S.I.

Les recommandations sont approuvées après quelques légères modifications et l'addition de titres à chacune d'elles. La commission exprime ses remerciements au Dr Rivault, Secrétaire sortant, qui est en fonction depuis onze ans.

Rapport final du Président de la Commission IV

La Commission IV, dont les activités se rapportent au Bruit Radioélectrique d'origine terrestre, a examiné les sujets suivants :

1. — *Relation entre les caractéristiques de la source et la forme des atmosphériques à la réception*

La photographie directe des éclairs d'orage a été utilisée pour mettre en relation la lumière émise lors d'un éclair et les variations du champ électrique correspondant. Les variations du champ lors de l'éclair ont été étudiées, particulièrement sous l'angle de leur dépendance envers la distance au voisinage de la source. Les bruits radioélectriques produits par les tornades et les tempêtes de neige ont été également examinés.

2. — *Utilisation de formes d'ondes d'atmosphériques dans l'investigation des phénomènes de propagation*

Le groupe de travail désigné lors de la dernière Assemblée Générale a fait rapport sur la cohérence remarquable des déductions faites par différents chercheurs à partir d'enregistrements identiques. Il est souhaitable que des mesures plus nombreuses d'un atmosphérique donné, à diverses distances, soient obtenues, et la Commission recommande (recommandation 5) que l'U.R.S.I. facilite le travail des chercheurs qui se sont volontairement associés en groupes dans ce but, en fournissant des moyens pour échanger les données et pour procéder à des consultations mutuelles.

3. — *Mesure et description des caractéristiques du bruit atmosphérique à la réception*

Le groupe de travail désigné lors de la dernière Assemblée Générale a fait rapport sur la cohérence remarquable, entre différents

groupes de chercheurs, des caractéristiques du bruit reçu à différentes fréquences. Il est recommandé (recommandation 1) qu'une partie de ce rapport soit adressée comme réponse à la question posée par le C.C.I.R., et que ce rapport soit étendu sous la forme d'un Rapport Spécial de l'U.R.S.I. sur la mesure des caractéristiques du bruit radioélectrique atmosphérique et sur leur relation avec les interférences radioélectriques (recommandation 2).

4. — *Plans concernant l'Année Géophysique Internationale*

Les plans de travail de l'A.G.I. dans les différents pays ont été revus. Il est recommandé (recommandation 4) qu'une demande soit faite aux observatoires astronomiques procédant à des enregistrements continus d'atmosphériques en vue de la surveillance d'éruptions chromosphériques, dans le but de rendre possible la transmission de ces résultats aux chercheurs qui étudient la propagation des atmosphériques.

5. — *Atmosphériques sifflants et bruit atmosphérique d'origine terrestre à très basse fréquence*

Lors d'une réunion de la Commission et au cours d'une séance conjointe avec les Commissions III et V, des résultats nouveaux concernant les bruits radioélectriques à très basse fréquence furent indiqués. Il apparut que des signaux d'origine humaine peuvent se propager suivant le « mode des sifflements ». Des théories furent proposées pour expliquer des bruits radioélectriques à très basse fréquence autres que les sifflements. Un groupe de travail a été constitué (recommandation 6) pour reviser la terminologie concernant les bruits à très basse fréquence, et une terminologie provisoire a été recommandée (recommandation 7). Vu l'intérêt considérable porté par les membres de l'U.R.S.I. à l'étude des bruits radioélectriques à très basse fréquence il a été recommandé (recommandation 3) qu'un symposium sur le sujet soit tenu en 1959 sous les auspices de l'U.R.S.I.

Recommandations

Recommandation nº 1

Mesure du bruit atmosphérique

La Commission IV de l'U.R.S.I. recommande que les commentaires suivants soient communiqués au C.C.I.R. au sujet de la mesure du bruit atmosphérique :

« L'U.R.S.I. a examiné la question, posée par le C.C.I.R., de savoir quelles sont les caractéristiques le plus facilement mesurables du bruit d'origine terrestre à partir desquelles il est possible d'évaluer le brouillage des divers systèmes de communications » et a également considéré le Programme d'Etudes nº 96 du C.C.I.R. relatif à la mesure du bruit atmosphérique.

Les commentaires suivants sont proposés au C.C.I.R. sur ces sujets.

Un progrès considérable a été réalisé au cours des dernières années en matière de mesure et de description des caractéristiques d'amplitude du bruit atmosphérique. Bien que des caractéristiques temporelles soient également nécessaires pour une description complète du bruit, des relations utiles ont été trouvées entre les seules caractéristiques d'amplitude et le brouillage causé par le bruit dans divers types de communications radioélectriques.

Un accord a pu être réalisé quant aux caractéristiques d'amplitude qui devraient être mesurées, et les membres de l'U.R.S.I. ont été invités à étudier ces caractéristiques en un plus grand nombre, conformément aux recommandations contenues dans l'Annexe.

Recommandation nº 2

Rapport Spécial de l'U.R.S.I. sur le bruit atmosphérique

La Commission IV recommande qu'un groupe de travail soit constitué par le Président de la Commission pour préparer un

Rapport Spécial de l'U.R.S.I. sur la mesure des caractéristiques du bruit atmosphérique et leurs relations avec le brouillage radioélectrique. Ce Rapport devrait être basé sur les diverses contributions recueillies en vue des réponses à fournir aux questions du C.C.I.R.

Recommandation n° 3

Symposium sur les phénomènes naturels à très basses fréquences

Considérant le grand intérêt manifesté par les membres des Commissions III, IV, et V de l'U.R.S.I. à l'étude des sifflements et autres types de bruit atmosphérique de très basse fréquence, la Commission IV recommande que l'U.R.S.I. envisage la possibilité d'organiser un symposium sur ce sujet avant la XIIIe Assemblée Générale.

Recommandation n° 4

Communication des mesures de bruit atmosphérique effectuées dans les Observatoires Astronomiques

La Commission IV recommande qu'un vœu soit adressé à l'Union Astronomique Internationale, exprimant la conviction que des mesures du bruit atmosphérique sont effectuées dans de nombreux observatoires astronomiques pendant une grande partie de chaque jour, et demandant que les résultats de ces mesures soient mis à la disposition des personnes s'occupant de recherches radioélectriques. Ce vœu devrait suggérer, en outre, une consultation entre l'U.A.I. et l'U.R.S.I. pour s'assurer que les mesures seront effectuées d'une manière aussi utile et uniforme que possible dans l'intérêt commun des applications tant radioélectriques qu'astronomiques.

Recommandation n° 5

Etudes simultanées des formes d'atmosphériques

Au cas où des chercheurs désireraient coopérer pour enregistrer simultanément les formes d'atmosphériques, en étudier les variations en différents lieux et publier le travail d'équipe réalisé, la Commission IV recommande que l'U.R.S.I. leur facilite le travail en fournissant les moyens d'échanger les observations et de se réunir.

Recommandation nº 6

Groupe de travail sur la terminologie des phénomènes à très basses fréquences

La Commission IV recommande qu'un groupe de travail soit constitué par le Président de la Commission pour réviser, d'une manière continue, la terminologie employée dans la description des sifflements et des phénomènes connexes, et soumettre d'autres recommandations à ce sujet à la XIIIe Assemblée Générale.

Recommandation nº 7

Terminologie provisoire des phénomènes à très basses fréquences

La Commission IV recommande l'adoption, à titre d'essai, de la terminologie suivante dans les travaux sur les sifflements et les phénomènes connexes en attendant les conclusions du groupe de travail constitué conformément à la Recommandation nº 6 :

Atmosphériques : Perturbations électriques naturelles se produisant dans l'atmosphère terrestre.

Les atmosphériques peuvent comprendre les trois types suivants :

A. « Sferics » : Atmosphériques prenant naissance et se propageant dans l'espace situé entre le sol et l'ionosphère.

B. Sifflements : Atmosphériques produits par l'éclair et se propageant, à travers l'ionosphère, le long de trajectoires situées dans un milieu dispersif.

C. Emissions a très basses fréquences : Atmosphériques non produits par l'éclair. Ces émissions ont généralement lieu en même temps que les perturbations magnétiques et ont, jusqu'ici, été souvent désignées sous le nom de « chœur de l'aube ».

On peut les subdiviser en trois groupes :

1. *Souffle à très basses fréquences* : Emission à très basse fréquence relativement continue dont l'amplitude varie avec la fréquence ; ces deux paramètres peuvent se modifier lentement dans le temps, la période étant de plusieurs secondes ou davantage.

2. *Phénomènes transitoires* : Emissions à très basses fréquences très caractérisées, dont la durée peut varier de quelques dixièmes de seconde à plusieurs secondes.

On observe souvent une relation bien définie entre la variation de la fréquence instantanée et le temps.

3. « *Le Chœur* » : Séries de phénomènes transitoires à très basses fréquences se répétant à des intervalles de temps plus petits qu'une seconde et pouvant se chevaucher.

Annexe à la Recommandation n° 1

Elaborée par : W. Q. Crichlow, *Président*,
G. Foldes, F. J. Hewitt, F. Horner, H. Shinkawa
et A. W. Sullivan

I. — Mesures

Il serait hautement désirable d'obtenir des informations statistiques détaillées sur la distribution de probabilité de la valeur instantanée de l'enveloppe, les fonctions de distribution dans le temps et les directions d'arrivée du bruit en de nombreux points du globe. Toutefois, en raison de la complexité des appareils et de l'importance du personnel qui serait nécessaire pour l'obtention de mesures continues et détaillées en un grand nombre de stations, il est recommandé que ces études complètes des caractéristiques détaillées du bruit soient faites en un petit nombre de stations, tandis qu'un ou plusieurs paramètres plus simples seraient mesurés d'une façon continue dans d'autres stations plus nombreuses.

La distribution de probabilité des amplitudes a été mesurée à un certain nombre d'emplacements, et trois manières ont été proposées pour la représentation mathématique de la distribution.

La représentation la plus simple est la distribution log-normale qui peut se caractériser par deux paramètres, la médiane et la dispersion, exprimées en unités logarithmiques. Des expressions mathématiques relativement simples permettent également de caractériser cette distribution par la puissance moyenne et la valeur moyenne de la tension d'enveloppe.

Une autre représentation est de la forme :

$$Q(v) = \left\{ 1 + \left(\frac{2v}{\overline{v}} \right)^q \right\} - 1$$

où $Q(v)$ est la fraction du temps pendant laquelle l'enveloppe dépasse une valeur v, $\overline{v}$ est la valeur moyenne de v et q est une

constante déterminée expérimentalement. Cette expression peut être évaluée en fonction de trois paramètres mesurés.

Une troisième représentation est donnée par les expressions ci-après :

$$Q(v) = e^{-y^2}$$

$$v = a_1 y + a_2 y^{\frac{b+1}{2}} + a_3 y^b$$

$$b = 0{,}6 \left[20 \log_{10} \frac{v \text{ eff}}{\bar{v}} \right]$$

Les constantes intervenant dans ces expressions peuvent être évaluées en fonction de trois paramètres mesurés tels que la puissance moyenne, la valeur moyenne de la tension d'enveloppe et la valeur moyenne du logarithme de la tension d'enveloppe. Cette représentation est plus complexe et nécessite la mesure d'un moment de plus que la distribution log-normale, mais elle offre l'avantage de pouvoir représenter la distribution complète des amplitudes sur une gamme beaucoup plus étendue de probabilités.

Etant donné que chacune de ces trois représentations peut être caractérisée par des moments mesurés de la distribution, on recommande la mesure, en un nombre d'emplacements aussi grand que possible, de la puissance moyenne, de la moyenne de la tension d'enveloppe et de la moyenne du logarithme de la tension d'enveloppe. Dans le cas où le nombre de paramètres mesurés devrait être réduit, une priorité devrait être adoptée selon l'ordre indiqué. Le nombre de paramètres réellement nécessaires pour décrire la distribution sera déterminé par la variabilité des formes que l'on observera en fonction du lieu, du temps et de la fréquence. Au cas où un nombre suffisant de tendances systématiques de la distribution pourrait être constaté, il serait possible de réduire le nombre requis de paramètres pour décrire les variations du bruit.

Il est recommandé que les études soient poursuivies sur les relations entre divers paramètres, telles que le rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne en diverses circonstances, en fonction du temps, de la fréquence et du lieu. On devra également étudier l'influence de la bande passante sur les divers paramètres de la distribution statistique.

Il est certain qu'une description complète du bruit nécessitera la mesure de certaines caractéristiques temporelles telles que les

durées des impulsions ou rafales de bruit, mais on ne voit pas, pour le moment, quelles recommandations pourraient être faites à ce sujet.

On préférera la mesure directe des moments aux mesures du type Thomas, mais il est recommandé que les stations effectuant de telles mesures soient maintenues en fonctionnement jusqu'à leur remplacement par les mesures recommandées.

Bien que les mesures directionnelles soient désirables en un certain nombre d'emplacements choisis, il est recommandé que des antennes omnidirectionnelles soient utilisées à la plupart des stations, en vue d'assurer l'uniformité des résultats.

Dans toute mesure du bruit, il est extrêmement important que toutes les conditions de mesure soient définies avec le plus grand soin, de manière à permettre la comparaison des observations.

II. — Techniques de Mesure

A. — *Distributions de probabilité*

Dans l'investigation statistique détaillée de la tension d'enveloppe du bruit, il est recommandé que les mesures soient basées sur les techniques de comptage, utilisant par exemple des impulsions de 10 kc/s appliquées à des portes commandées par le bruit. On obteindra ainsi le maximum de souplesse, étant donné que l'équipement de comptage pourra aisément s'adapter à la mesure de divers paramètres, et plus particulièrement à la détermination des distributions de probabilités des amplitudes, des durées d'impulsions, des intervalles entre impulsions.

L'équipement nécessaire pour de telles mesures comportera en général les éléments suivants :

1. antenne,
2. source d'étalonnage,
3. atténuateur étalonné,
4. récepteur,
5. circuits sélectifs de bande passante connue,
6. détecteur de l'enveloppe,
7. discriminateur d'amplitudes,
8. circuits de portes,
9. générateur de signal ou d'impulsions (en général 10 kc/s),
10. un ou plusieurs compteurs.

La structure du récepteur devra assurer un temps de récupération très court après surcharge par des impulsions de grande amplitude. Mise à part cette précaution, il n'y aura aucune condition particulièrement sévère de gamme dynamique ou de linéarité. Le bruit du récepteur devra être naturellement inférieur au bruit extérieur à mesurer.

Les distributions sont obtenues par l'intermédiaire des portes admettant le signal de 10 kc/s pendant le temps où le niveau de bruit dépasse le niveau fixé par les portes et en faisant varier par échelons connus l'affaiblissement à l'entrée du récepteur. Les durées de compagnie varieront suivant les niveaux de seuil : on utilise par exemple 100 secondes pour des valeurs égales ou supérieures à 5 %, 200 secondes entre 0,0005 et 5 %, 300 à 1000 secondes pour des valeurs inférieures à 0,0005 %. Il faut en général 10 minutes pour obtenir toutes les lectures sauf celles des trois pourcentages les plus faibles, lesquels, à eux seuls, peuvent nécessiter 10 à 20 minutes pour l'obtention de résultats statistiquement constants. Le temps total nécessaire est fonction du type de bruit à mesurer ; il augmentera avec l'étendue de la gamme dynamique du bruit.

B. — *Paramètres individuels*

1. *Moyenne de la tension d'enveloppe.* — L'équipement de mesure de la moyenne de la tension d'enveloppe comprendra essentiellement :

a) antenne,

b) source d'étalonnage (générateur ou diode de bruit),

c) circuits sélectifs de bande passante connue,

d) détecteur d'enveloppe (détecteur capable de suivre les pointes des cycles de moyenne fréquence à une vitesse déterminée par la basse fréquence),

e) circuit intégrateur (en général, un circuit R. C. avec une constante de temps de l'ordre de 100 secondes ou davantage),

f) circuit de commande automatique du gain ou d'un atténuateur variable (commandé par la tension intégrée).

g) circuit enregistreur (l'enregistreur devra indiquer la grandeur de la tension de commande qui est étalonnée en valeurs du niveau du signal d'entrée).

Il est essentiel que le récepteur soit linéaire sur toute l'étendue de la gamme dynamique du bruit observé, pour un gain fixe, de manière à éviter toute distorsion de l'enveloppe à la sortie du détecteur. Ceci exige une gamme dynamique instantanée de 40 db ou davantage. La gamme dynamique requise est fonction du type de bruit à mesurer et de la bande passante de l'équipement. Plus la bande passante sera étroite, plus il sera possible de rétrécir la gamme dynamique. On utilise habituellement des bandes passantes de l'ordre de 300 à 1000 cycles. La stabilité de l'équipement devra pouvoir assurer la reproduction des étalonnages. Le facteur de bruit de l'équipement devra être aussi faible que possible afin de réduire au minimum la contamination des bas niveaux de bruit.

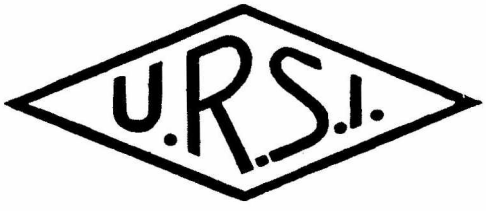
2. *Puissance moyenne.* — L'équipement nécessaire pour la mesure de la puissance moyenne ou de la valeur efficace de la tension de bruit sera similaire à celui requis pour la mesure de la tension moyenne, sauf qu'un circuit quadratique sera utilisé immédiatement en amont de la détection.

Ce circuit pourra consister en deux tubes dont les grilles sont attaquées en push-pull et les plaques sont en parallèle : la fréquence sera doublée tandis que la tension délivrée sera proportionnelle au carré de la tension d'entrée. L'amplificateur et le détecteur qui le suit devront présenter une gamme dynamique beaucoup plus large pour pouvoir admettre sans distorsion les valeurs quadratiques. En utilisant une largeur de bande d'environ 300 c/s, une gamme dynamique égale ou supérieure à 80 db pourra être nécessaire ; toutefois, des bandes passantes beaucoup plus étroites pourront être utilisées pour les mesures de puissance, étant donné que la puissance est directement proportionnelle à la largeur de bande quel que soit le type de bruit. Pour une bande passante de l'ordre de 1 c/s la gamme dynamique requise se réduit à 40 db ou moins, étant donné que pour ces largeurs de bande le bruit prend le caractère de bruit thermique et s'approche de la distribution lognormale.

La constante de temps utilisée dépendra dans une certaine mesure de la largeur de bande ; toutefois, une constante de temps de 500 secondes semble permettre un enregistrement satisfaisant dans les conditions actuellement utilisées.

3. *Moyenne logarithmique.* — L'équipement nécessaire pour la mesure de la moyenne logarithmique est aussi très similaire à celui requis pour la mesure de la moyenne de la tension d'enveloppe. La différence principale est l'insertion d'un amplificateur logarithmique entre le détecteur de l'enveloppe et le circuit intégrateur. Un circuit ayant donné de bons résultats comprend une triode travaillant avec une polarisation nulle et une forte résistance de grille, de sorte que le courant de plaque est une fonction exponentielle de la tension appliquée à la grille. Avec ce type de mesure, une constante de temps de l'ordre de 50 secondes a donné des résultats satisfaisants. Il y a lieu de noter que l'amplificateur logarithmique doit être capable de fonctionner à la fréquence de l'enveloppe, c'est-à-dire que l'intégration doit intervenir en aval du circuit logarithmique et non pas dans ce circuit, ni en amont de celui-ci. Il y a également lieu de noter que la tension de commande de gain devra être nécessairement prélevée en aval, et non pas en amont, de l'intégration.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 5

Commission V

Radioastronomie

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 5 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION V

Radioastronomie

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Composition de la Commission 5

Liste des rapports et communications présentés a la Commission 9

Rapport des Sous-Commissions :

Sous-Commission V*a* 11

Sous-Commission V*c* 14

Collaboration avec le C.C.I.R. 18

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 19
Australie 24
Belgique 44
Canada 49
E. U. A. 53
France 77
Italie 86
Japon 87
Pays-Bas 93
Royaume-Uni 99
Suède 130
Suisse 133
Tchécoslovaquie 135

Rapport du Président a la Séance Plénière d'Ouverture 138

Compte rendu des réunions 141

Aperçu du travail de la Commission 149

Résolutions 153

Composition de la Commission

Président : Prof. A. C. B. Lovell, Jodrell Bank Experimental Station, Lower Withington, Macclesfield, Ches., United Kingdom.

Président sortant : Dr M. Laffineur.

Vice-Président : Dr J. P. Hagen, Naval Research Laboratory, Washington 25, D. C., U. S. A.

Secrétaires : M. R. Coutrez, Observatoire Royal de Belgique, 3, Avenue Circulaire, Uccle.

M. R. Hanbury-Brown, Jodrell Bank Experimental Station, Lower Withington, Macclesfield, Cheshire, United Kingdon.

Membres :

Allemagne : Prof. Dr H. F. Siedentopf, Direktor, Astronomisches Institut Universität, Tübingen.

Australie : Dr J. L. Pawsey, C. S. I. R. O. Radiophysics Laboratory, University Grounds, Chippendale, N. S. W.

Autriche : Prof. Dr J. Hopmann, Universitäts-Sternwarte, Türkenschanzstrasse 17, Wien XVIII.

Belgique : M. M. Nicolet, Chef du Service du Rayonnement, Institut Royal Météorologique, 3, Avenue Circulaire, Uccle 1.

Canada : M. A. E. Covington, Microwave Section, Radio and Electrical Engineering, Division, National Research Council, Ottawa 2, Ont.

Danemark : Prof. Dr Bengt Strømgren, Universitete Astronomiske Observatorium, Oster Voldgate 3, Copenhagen, K.

Espagne : R. P. Romana-Pujos, S. J., Directeur de l'Observatoire de l'Ebre, Tortosa.

Etats-Unis d'Amérique : M. Frederic T. HADDOCH, The Observatory, University of Michigan, Ann. Arbor. Michigan.

Finlande : Prof. J. TUOMINEN, Station for Radio-Astronomy, Siltavuorenpenger, 20, Hensinki.

France : M. L. D'AZAMBUJA, Astronome à l'Observatoire de Meudon (Seine-et-Oise), France.

Inde : Dr A. P. MITRA, Secretary Radio Research Committee, National Physical Laboratory Hillside Road, New-Delhi 12.

Italie : Prof. G. RIGHINI, Via San Leonardo 75, Firenze.

Japon : Prof. Dr Y. HAGIHARA, Director, Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka near Tokyo.

Maroc : M. A. HAUBERT, Institut Scientifique Chérifien, Rabat.

Norvège : M. G. ERIKSEN, Institutt for Teoretisk Astrofysikk, Universitetet, Blindern near Oslo.

Nouvelle-Zélande : M. G. J. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Prof. Dr M. G. J. MINNAERT, Director, The Observatory « Zonnenburg », Utrecht.

Royaume-Uni : Prof. A. C. B. LOVELL, Jodrell Bank Experimental Station, Lower Withington, Macclesfield, Ches.

Suède : Prof. O. RYDBECK, Research Laboratory of Electronics, Chalmers Institute of Technology, Gothenburg.

Suisse : Prof. Dr M. WALDMEIER, Directeur de l'Observatoire Astronomique Fédéral, Schmelzbergstrasse, 25, Zurich, 6.

Union Sud Africaine : Dr F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Research Laboratory of the C.S.I.R., P. O. Box 10.319, Johannesburg, Tvl.

U. R. S. S. : Prof. V. V. VITKEVITCH, Académie des Sciences Moscou.

Yougoslavie : Dr Ivan ATANASIJÉVIC, Institut de Physique, Faculté des Sciences, Belgrade 550.

Sous-Commissions

Vb. — *Indice Solaire de Base*

Président : Prof. S. CHAPMAN.

Membres : J. BARTELS,
R. N. BRACEWELL,
A. E. COVINGTON,
J. F. DENISSE,
H. DODSON-PRINCE,
C. M. MINNIS,
M. NICOLET,
S. F. SMERD,
M. WALDMEYER.

Vc. — *Etalons*

Président : C. SEEGER.

Membres : A. E. COVINGTON,
F. T. HADDOCK,
R. HANBURY-BROWN,
T. HATANAKA,
M. LAFFINEUR,
D. A. MACRAE,
C. H. MAYER,
F. G. SMITH,
J. L. STEINBERG.

Vd. — *Attribution des Fréquences*

Président : F. T. HADDOCK (E. U. A.).

Membres : F. BECKER (Allemagne),
E. J. BLUM (France),
W. N. CHRISTIANSEN (Australie),
R. COUTREZ (Belgique),
A. E. COVINGTON (Canada),
A. H. DE VOOGT (Pays-Bas),
L. ERIKSON (Norvège),
T. HATANAKA (Japon),

A. Hewish (Royaume-Uni),
A. P. Mitra (Inde),
G. Righini (Italie),
O. E. H. Rydbeck (Suède),
J. Tuominen (Finlande),
V. Vitkevitch (U. R. S. S.).

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I., *Bull. Inf. U.R.S.I.*, **100**, 50-86.
2*	Rapport de la Sous-Commission V*a*, sur la surveillance continue de l'émission radioélectrique du soleil, A. H. DE VOOGT.
14*	Rapport du Comité National Belge, R. COUTREZ, Observatoire de Radio-Astronomie, Humain.
42	A multiphase radio interferometer for locating the sources of solar radio bursts, T. HATANAKA, S. SUZUKI, Tokyo Astronomical Observatory, University of Tokyo.
43	Emission mechanism of polarized radio bursts, T. TAKAKURA, *Ibid.*
44	The position and size of the source of the most intense solar-noise burst on February 23, 1956, at a frequency of 4000 Mc/s, H. TANAKA, T. MAKINUMA; The Research Institute of Atmospherics, Nagoya University.
45	Direct measurements of polarization of the radiation from individual radio spot at a frequency of 4000 Mc/s, Same authors.
64	About one possibility of using small-aperture antennas for estimating the position of local sources of radio waves on the Sun's disk, J. BUDĚJICKY, Astronomical Institute of the Czechoslovakian Academy of Sciences.
93	On solar radio emission, V. V. VITKEVITCH.
94	Research on the irregular structure of the ionosphere by means of radio-astronomical methods, V. V. VITKEVITCH, J. L. KOKURIN.
95	Observations of polarized sunspot radiation at a wavelength of 3 cm, D. V. KOROTKOV, N. S. SOBOLEVA.
128*	Rapport sur les travaux britanniques en radio-astronomie depuis 1954, A. C. B. LOVELL.

N°	Titres et Auteurs
142*	Rapport du Comité National Suisse, Prof. WALDMEIER.
162*	Rapport du Comité National Italien.
168*	Rapport du Comité National Néerlandais.
173*	Rapport du Comité National Tchécoslovaque.
177	On the origin of radar echoes associated with auroral activity, J. MEOS, S. OLVING, Research Laboratory of Electronics, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
178	Observations of radio star scintillation at high latitudes, H. HVATUM, T. ORHOUG, *Ibid.*
179	Continued visual and radar observations of meteors, B. A. LINDBLAD.
187*	Rapport du Comité National Canadien.
194*	Rapport sur les travaux allemands en Radio-Astronomie.
201*	Rapport du Comité National Japonais, Y. HAGIHARA.
217*	Rapport du Comité National Suédois, O. E. H. RYDBECK.
234	Electromagnetic wave reflexion and spare charge wave propagation in electron streams, O. E. H. RYDBECK, Research Laboratory of Electronics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
236*	Rapport du Comité National Français.
259	Instrumentation techniques in radio astronomy, P. D. STRUM.
260	An X-band switched source comparison radiometer, H. I. EWEN.
264	The fading of meteoric radio echoes, A. MANNING.
265	X-band observations of radio stars and planets, F. DRAKE.
266	Oblique meteoric echoes from over-dense trails, A. MANNING.
293	On the directional properties of meteor burst propagation, R. F. MLODNOSKY.
294	Radar studies of 15th magnitude meteors, P. B. GALLAGHER V. R. ESHLEMAN.
295	The initial radius of meteoric ionization trails, A. MANNING.
299*	Rapport de la Commission V des E.-U.
306	Rapport du Président du Comité Permanent des Ursigrammes.
310*	Rapport de la Sous-Commission Vc.

Rapports des Sous-Commissions

N° 2. — Rapport de la Sous-Commission Va sur la surveillance continue des radioémissions solaires

par A. H. DE VOOGT

(*Traduction*)

I. — COMPTE RENDU DE LA SITUATION ACTUELLE CONCERNANT LA SURVEILLANCE RADIOSOLAIRE MONDIALE

a) *Observations de la densité de flux totale et des événements remarquables.* — Les fréquences sur lesquelles les mesures radiosolaires de routine sont faites par les divers observatoires peuvent être subdivisées en quatre groupes :

Fréquences	Observatoires
2800-3750 MHz	Toyokawa, Nera, Ottawa.
460- 600 MHz	Ondrejov (Prague), Humain (Belgique), Nera, Boulder.
300 MHz	Tokyo, Nera, Harestua (Oslo), Arcetri (Florence), Cornell, Paramaribo.
169 MHz	Humain, Nançay (France), Boulder.

La surveillance continue est la mieux réalisée aux fréquences voisines de 3000 et 200 Mc/s. En été (hémisphère nord), la surveillance n'est pas encore complète. En hiver il subsiste un intervalle vide, d'environ 2 heures entre les périodes d'observation des stations nord-américaines et celles des stations japonaises, tandis que le creux entre les périodes d'observation des stations européennes et celles des stations japonaises est d'environ 1 heure. Aucun observatoire n'a été établi dans une des îles du Pacifique, par exemple Hawaï ou Tahiti.

Des données radiosolaires mensuelles ont été envoyées par tous ces observatoires, sauf un, au bureau de La Haye. Elles furent redistribuées à un petit nombre d'institutions ne pratiquant pas elles-mêmes de mesures radiosolaires. A peu près tous les observatoires ont fourni des moyennes trihoraires du flux et de la variabilité. Seuls les observatoires de Toyokawa (3750 Mc/s), d'Ondrejov (460 Mc/s), et de Nera (200 et 545 Mc/s) ont donné des moyennes horaires.

Des observations régulières à d'autres fréquences seront faites.

à 9400 Mc/s : Institut de recherches sur les atmosphériques (Toyokawa, Japon) et Institut Heinrich Hertz (Berlin-Adlershof, Allemagne) ;

à 1500 Mc/s : Institut Heinrich Hertz.

b) Mesures de polarisation. — Bien que la liste des événements remarquables du Quarterly Bulletin comprenne une colonne réservée aux données de polarisation, peu d'informations sur ce paramètre y ont jamais été contenues depuis fin 1953. Cependant, cela ne veut pas dire qu'aucun observatoire n'effectue de mesures de polarisation. A ma connaissance il y en a au moins 4 : Toyokawa (3750 Mc/s), Tokyo (200 Mc/s), Nera (200 Mc/s), Cornell (200 Mc/s).

Je voudrais recommander que les résultats de polarisation soient disponibles pour le *Quarterly Bulletin.* Les difficultés éventuelles de calibration pourraient être résolues grâce à l'adoption d'un schéma simplifié, par exemple :

R, L (polarisation droite ou gauche), O (non polarisé), Irr (polarisation irrégulière).

(R), (L) (polarisation droite ou gauche faible).

L'état de polarisation de la radiation renforcée pourrait être indiqué de la même manière.

c) Déterminations interférométriques de la position. — Il est souhaitable que les résultats interférométriques soient disponibles. Le *Quarterly Bulletin* paraît le mieux approprié pour les inclure. Cependant aucun schéma simplifié pour la présentation de ces mesures n'a été préparé. Dans les circonstances présentes, il serait donc du plus haut intérêt que les observatoires décident de publier leurs mesures interférométriques à intervalles réguliers. A ma connaissance, ces mesures sont faites actuellement par les obser-

vatoires suivants : Toyokawa (3750 Mc/s), Ottawa (2800 Mc/s), Sydney (1420 Mc/s), Nançay (169 Mc/s), Nera (255 Mc/s), Cornell (200 Mc/s).

Il doit être observé que les mesures sont loin de couvrir un intervalle complet de 24 h. Beaucoup d'interféromètres ne peuvent être utilisés que pendant peu de temps, aux environs du midi local. Les informations concernant les changements de position des sources de radiation renforcées et des explosions de bruit sont par conséquent fragmentaires.

II. — Classification des événements radiosolaires

Quatre systèmes principaux de classification sont utilisés à présent :

1. L'ancienne classification au moyen de laquelle les types d'événements remarquables sont mentionnés dans le *Quarterly Bulletin*, et dont les symboles ne donnent pas une spécification détaillée des occurrences. Ce système semble maintenant quelque peu dépassé ;

2. La classification introduite par H. Dodson. Ce système résume les événements principaux d'une manière simple et assez complète. Il est utilisé pour la rédaction des Ursigrammes ;

3. La classification de Cornell. Ce système donne la représentation la plus complète et la plus détaillée des événements radiosolaires. Cependant, pour ceux qui ne disposent pas des enregistrements eux-mêmes, la richesse des informations contenues dans la classification de Cornell peut entraîner certaines confusions. Ce système est utilisé par les observatoires de Cornell et de Humain ;

4. La classification spectrale du C.S.I.R.O. (Dapto-Sydney). Cette classification fournit un résumé concis des événements qui couvrent un intervalle de fréquences étendu. Elle est conçue pour les observatoires ayant des radiospectrographes à leur disposition.

Il est douteux qu'on obtienne jamais une classification satisfaisante sous tous les aspects. Celle-ci ne doit pas être trop simple sous peine de ne pas fournir d'information suffisante ; elle ne doit pas être trop élaborée au prix de sa clarté et de sa simplicité. Le schéma de Dodson est très utile pour les Ursigrammes ; pour

la publication finale il ne paraît pas nécessaire d'utiliser un système plus élaboré.

Une liste complète des événements remarquables contient un amas embarrassant de données. De plus, les informations sur un événement particulier, contenues dans une telle liste, donnent seulement une notion vague de ce qui est advenu. Par conséquent il serait intéressant que les événements les plus importants et rares soient décrits séparément et commentés brièvement. La chose pourrait être d'importance spéciale pour ceux qui n'effectuent pas eux-mêmes d'observations.

N° 310. — Rapport de la Sous-Commission Vc pour la période 1954-1957

1) La Sous-Commission constate avec satisfaction que le nombre des observations régulières du rayonnement solaire radioélectrique s'est accru depuis 1957. Il existe maintenant des observations presque continues du soleil à la fréquence 200 Mc/s.

De plus des radiospectrographes pour l'observation des perturbations sont installés et effectuent actuellement des observations à :

C.S.I.R.O., Div. of Radiophysics, Field Station Dapto près de Sydney, Australie ; Harvard Radio Astronomy Station, Fort Davis, Texas, U. S. A. ; The Observatory, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, U. S. A.

Des appareils similaires sont en construction et seront en état de fonctionner à :

Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka, près de Tokyo, Japan ; Fraunhofer Institut, Freiburg im Brisgau, Allemagne ; Observatoire de Meudon, Seine et Oise, France.

Enfin des observations interférométriques destinées à localiser sur le soleil les sources du rayonnement radioélectrique sont effectuées actuellement à :

Nagoya University, Toyokawa, Japon (3750 Mc/s).
National Research Council, Ottawa, Canada (2800 Mc/s).
Radiophysics Laboratory, Sydney, Australie (1420 Mc/s).
Carnegie Institution, Washington, D. C., U. S. A. (300 Mc/s).
Observing Station Nederhorst den Berg Radio, Hollande (200 Mc/s).
Stations de Recherche de Nançay, Nançay, Cher, France (169 Mc/s),

2) Un indice journalier de l'émission solaire radioélectrique symbolisé par la lettre I a été préparé par Ottawa et publié régulièrement depuis 1947 dans le *Quarterly Bulletin on Solar Activity*. Cet indice est simplement la densité de flux du rayonnement solaire reçu aux environs de 16.00 TU sur la longueur d'onde 10 cm (fréquence 3000 Mc/s) exprimé en unités 10^{-22} watts par mètre carré et par cycle.

3) En plus des observations effectuées à Ottawa sur la longueur d'onde 10 cm, des observations journalières sur une longueur d'onde voisine (8 cm) sont effectuées maintenant à Toyokawa (Japon). En raison du caractère relativement stable de ce rayonnement, le programme d'observation semble satisfaisant.

4) Le précédent rapport de la Sous-Commission (1954) prévoyait que les observatoires de Meudon et de Sydney devaient préparer en collaboration des propositions pour un indice trihoraire d'intensité des orages radioélectriques. Ces propositions sont décrites au paragraphe suivant.

5) Il est recommandé que l'émission solaire radioélectrique durant chaque période de 3 heures TU, soit caractérisée par 3 indices symbolisés par les lettres F, V et B, donnés dans cet ordre, chacun de ces indices pouvant varier de 0 à 3. Tous ces indices sont basés sur le rayonnement reçu à la fréquence 200 Mc/s, qui, comme on l'a déjà noté, est maintenant observé de façon presque continue.

a) L'indice F exprime la valeur médiane de la densité de flux et les échelons proposés correspondent aux limites suivantes :

F	Densité de flux en 10^{-22} w. m^{-2} $(c/s)^{-1}$
0	<10
1	10-20
2	20-35
3	>35

b) L'indice V représente la variabilité du rayonnement au-dessus de la valeur minimum adoucie. La variabilité peut être estimée d'après le nombre n et la hauteur h des maxima successifs (suivants). D'après l'enregistrement ,on estime pour chaque période de 3 heures une valeur pondérée n' du nombre des sursauts par minute.

Cette estimation devrait se rapprocher de la valeur calculée par la formule :

$$n' = \frac{1}{60} \sum_{1}^{h} \left| \log_{10} \frac{h}{F} \right|$$

avec les échelons fixés sur la base suivante :

V	n'
0	<1
1	1-2,5
2	2,5-4
3	>4

c) L'indice B caractérise l'ensemble des sursauts remarquables observés pendant chaque période de 3 heures, superposés ou non à un orage radioélectrique. L'activité des sursauts peut être mesurée par leur énergie totale, c'est-à-dire par la surface située au-dessus du niveau moyen et limitée par la courbe qui figure l'enregistrement du sursaut au cours du temps. Cette énergie intégrée sera mesurée ou estimée et les échelons fixés sur la base suivante :

B	Energie totale en 6.10^{-20} Joule.m^{-2}. c/s^{-1}
0	<3
1	3-30
2	30-150
3	>150

6) La Sous-Commission est parfaitement consciente que ce triple indice basé sur le rayonnement observé sur une seule fréquence ne donne vraisemblablement qu'une représentation imparfaite de l'activité radio électrique solaire en général, cependant, actuellement et plus particulièrement pour la période de l'A.G.I., ces propositions paraissent constituer la voie la plus praticable.

7) Il peut arriver que plusieurs observatoires fournissent pour une même période de 3 heures des indices différents ; il est recommandé qu'en pareil cas il soit laissé à la discrétion de l'éditeur de cette section du *Quarterly Bulletin* de fixer les valeurs de ces indices. Pour les périodes où aucun indice n'est fourni par les observatoires on peut également laisser à sa discrétion de fixer si possible des indices en utilisant individuellement les autres informations à sa disposition, c'est-à-dire les enregistrements obtenus sur des fréquences voisines de 200 Mc/s.

8) Un indice journalier de l'activité solaire sur 200 Mc/s pourra être établi en faisant la moyenne ou la somme des 8 indices trihoraires, et cet indice moyen devrait être publié dans le *Quarterly Bulletin on Solar Activity*.

9) L'indice journalier I basé sur les observations à 3000 Mc/s donnera une idée des émissions solaires radioélectriques issues de la chromosphère, tandis que l'indice F, V, B basé sur les observations à 200 Mhz représentera une certaine activité coronale.

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière du C.C.I.R. tenue à Varsovie en 1956 a demandé la collaboration de l'U.R.S.I. dans l'Avis n° 173 (Protection des fréquences utilisées pour les mesures radioastronomiques) intéressant le domaine de la Commission V.

Le texte complet de cet avis a été publié dans le *Bulletin d'Information* n° 100 (novembre-décembre 1956).

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 194. — Rapport sur les travaux effectués en Radioastronomie (1954-1956)

(*Traduction*)

Ce rapport résume les travaux effectués en Allemagne depuis la XIe Assemblée Générale, dans le domaine de la Radioastronomie.

Berlin Adlershof (Heinrich Hertz Institut für Schwingungsforschung der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Dir. : Prof. Hachenberg). — Des observations régulières du flux total radiosolaire ont été effectuées sur 20 et 3.2 cm de longueur d'onde depuis septembre 1954. Récemment, des observations similaires ont débuté sur 10.2 cm. Les résultats en ont été communiqués au *Quarterly Bulletin on Solar Activity*. En outre des récepteurs sur 1.2 cm et 15 cm ont été complétés et seront mis en service pendant l'A.G.I.

La distribution de brillance solaire sur 20 cm a été déduite des observations faites pendant l'éclipse du 30 juin 1954. Les résultats obtenus sont en bon accord avec ceux des mesures interférométriques. A partir de modèles coronaux, G. Wallis a déterminé la distribution de brillance pour la radiation thermique et a comparé ses résultats aux observations.

Un important effort a été consacré à la préparation de mesures absolues précises de la densité de flux en vue d'étudier la distribution spectrale des radiosources (construction de générateurs de bruit étalons et amélioration des techniques d'observation) ; plusieurs antennes étalon destinées à ces mesures sont actuellement en cours de réalisation.

La construction du radiotélescope de 36 m à Berlin Aldershof a débuté en septembre 1955. Cet instrument sera orientable dans

le plan méridien uniquement, mais son dipôle pourra être déplacé dans le plan focal de manière à permettre de suivre le mouvement diurne pendant une heure environ. Les premiers essais du système débuteront vraisemblablement en juin 1957.

Observatoire de Bonn (Dir. : Prof. Fr. Becker). — Le radiotélescope de 25 m établi sur le Stockert dans l'Eifel a été inauguré officiellement le 11 septembre 1956 ; des détails sur la construction de cet instrument et sur son récepteur ont été publiés dans *Telefunken Zeitung*, vol. 29, n° 113. La monture d'antenne est azimutale ; un calculateur analogique doit être utilisé pour la conversion des coordonnées. Les essais effectués ont indiqué que la surface du miroir est parabolique à 4 mm près.

L'équipement technique du radiotélescope a été complété au cours de l'hiver 1956-1957 mais le système de conversion des coordonnées et de poursuite ne sera pas prêt avant mai 1957.

Le réglage de l'instrument a été fait par la méthode astronomique conventionnelle en utilisant une lunette de 10 cm de diamètre dont l'axe est parallèle à l'axe géométrique du paraboloïde. Le pointage peut être réalisé à la précision d'une minute d'arc après corrections systématiques dépendant de l'azimut et de la hauteur. Un programme observationnel provisoire pourra être entrepris à partir d'avril 1957.

Fraunhofer Institut, Fribourg en Brisgau (Dir. : Prof. K. O. Kiepenheuer). — Des observations radiosolaires à 2600 Mc/s ont été effectuées au moyen d'un paraboloïde de 3 m d'ouverture. Un spectrographe dynamique solaire sur la bande de 48 à 165 Mc/s est actuellement en construction et sera probablement prêt pour l'A.G.I. ; la section efficace de son antenne est 10 mètres carrés ; la bande de fréquence est analysée deux fois par seconde au moyen de six récepteurs.

Observatoire radioastronomique de Kiel (Dir. : Prof. A. Unsöld). — Un radiotélescope provisoire sur 198 Mc/s (antenne à monture azimutale constituée par 7 × 3 dipoles en réseau de 5 × 5 m) a été utilisé pour :

1° Des observations radiosolaires pendant l'éclipse du 30 juin 1954.

2° L'établissement d'une carte des isophotes galactique aux déclinaisons supérieures à —20°.

L'antenne provisoire a été retirée au début d'octobre 1956. Des observations radiosolaires ont alors été effectuées sur 198 Mc/s au moyen d'un réflecteur dièdre pendant les mois d'octobre et novembre 1956. Un paraboloïde de 7,5 m de diamètre actuellement en construction sera placé à 30 m au sud de l'ancien radiotélescope ; cet instrument est destiné à l'enregistrement des sursauts radiosolaires à deux fréquences simultanées écartées de 10 Mc/s dans le voisinage de 130 Mc/s.

Observatoire astrophysique de Potsdam (Dr Dhaene). — La construction d'équipements fut poursuivie durant cette période. Divers récepteurs, simples et à permutation, sur 50 cm à 3 m de longueur d'onde, sont maintenant réalisés. Un récepteur travaillant sur 12 à 17 m servira à des observations radiosolaires pendant l'A.G.I. La station, située à 25 km au sud de Potsdam, comporte deux antennes à monture parallactique de 10,5 m et 3,5 m d'ouverture. Deux autres antennes parallactiques, respectivement de 10,5 m et 7,5 m d'ouverture, sont en construction. Deux antennes fixes de 12 m d'ouverture, distantes d'environ 300 m, ont été utilisées pour des expériences interférométriques à permutation de fréquence. Des observations solaires de routine sont faites sur 1,7 m de longueur d'onde depuis septembre 1956. D'autres observations, sur plusieurs fréquences ,sont envisagées pour l'A.G.I.

L'influence de la diffraction sur les positions et les diamètres des radiosources, déterminés par la méthode des occultations lunaires (M. Schubert) ainsi que la scintillation astronomique y compris celle des radiosources (H. Scheffler) ont été étudiées théoriquement.

Institut astronomique de l'Université de Tübingen (Dir. : Prof. Siedentopf). — Divers travaux expérimentaux sont en préparation. Des observations radiosolaires sur 4000 Mc/s à l'aide d'un paraboloïde de 3 m d'ouverture sont envisagées ; la scintillation des radiosources sera observée sur 47 Mc/s. G. Elwert et H. Siedentopf ont évalué le pouvoir résolvant des interféromètres de Michelson pour des radiosources circulaires, en connexion avec la résolution des détails sur la surface solaire.

Max Planck Institut für Physik, Göttingen (Dir. : Prof. Biermann). — Les travaux théoriques sur la radioastronomie et la physique des plasmas ont été poursuivis.

La contribution de R. Lüst sur les « Ondes de choc et oscillations de plasma » (XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I.) a été développée en détail dans deux publications du même auteur ; il y est établi que les oscillations de plasma en présence d'un champ magnétique fournissent une contribution non nulle au vecteur de Poynting ce qui permet à la radiation d'être émise. Le problème de l'origine de la radiation non thermique solaire a été discuté par L. Biermann et R. Lüst en connexion avec le chauffage de la chromosphère et de la couronne suivant Biermann et Schwarzschild ; l'explication proposée est que les émissions non thermiques sont entretenues par le même mécanisme résultant des ondes acoustiques produites dans la région convective d'hydrogène située juste sous la photosphère. A. Schlüter a discuté la question de l'émission radiosolaire et de l'accélération des particules produisant les orages magnétiques ; un mécanisme selon lequel des matériaux non magnétiques peuvent être éjectés et se mouvoir entre les lignes de force du champ magnétique général du Soleil est proposé ; ces matériaux se comporteraient comme un corps diamagnétique accéléré par les tensions de Maxwell (« melon seed mechanism »). Des travaux sur la théorie des plasmas ont été effectués et présentés par A. Schlüter au Symposium sur les Phénomènes électromagnétiques en Physique cosmique (Stockholm, 1956).

BIBLIOGRAPHIE

Expérience

Radio Telescope Bonn (11 Papers) Telefunken-Zeitung, 29, 143-208, 1956.

H. Daene. — Strahlungsnormale im Wellenlängengebiet der kosmischen Hochfrequenzstrahlung. *Physikalische Verhandlungen,* Band IV, 252, 1953.

H. Daene. — Ueber Messungen der Hochfrequenzstrahlung der Sonne während der Finsternis am 30 Juni 1954. *Physikalische Verhandlungen,* Band V, 131, 1954.

H. Daene. — Ueber den Entwicklungsstand der Geräte zur Messung der Hochfrequenzstrahlung im Meterwellengebiet. Bericht über die Jahrestagung d. Deutschen Akad. d. Wiss. Berlin, 1955. *Mitt. Astrophys. Obs. Potsdam,* Nr. 58.

H. Daene. — Sonnenmission und Ultrastrahlung. Bericht über die Tagung der Deutschen Akademie der Wiss. Berlin, 1956, Ueber Probleme des Plasmas. *Mitt. Astrophys. Obs. Potsdam,* Nr. 59.

F. Dröge, W. Priester. — Durchmusterung der allgemeinen Radiofrequenzstrahlung bei 200 MHz. *Zeitschr. f. Astrophysik*, 40, 236, 1956.

G. Elwert, H. Siedentopf. — Zur Beobachtung radialsymmetrischer Radioquellen mit dem Michelson-Interferometer I. *Z. f. Naturforschung*, 11*a*, 769, 1956.

G. Elwert. — Zur Beobachtung radialsymmetrischer Radioquellen mit dem Michelson-Interferometer II. *Z. f. Naturforschung*, 11*a*, 961, 1956.

F. Fürstenberg, H. Prinzler. — Die Strahlungsabsolutmessung im dm- und cm-Gebiet. Abh. Deutsche Akad. d. Wiss. Berlin. *Fachkonferenz Radioastronomie*, 1955 (sous presse).

O. Hachenberg. — Die Strahlung der Sonne im cm-Wellengebiet. Abh. Deutsche Akad. d. Wiss. Berlin. *Fachkonferenz Radioastronomie*, 1955 (sous presse).

O. Hachenberg, F. Fürstenberg, H. Prinzler. — Messungen der Sonnenstrahlung bei 20 cm und 3 cm Wellenlänge anlässlich der Sonnenfinsternis, 1954, June 30. *Z. f. Astrophys.*, 39, 232, 1956.

K. O. Kiepenheuer, H. H. Rabben. — Ein Radioteleskop für λ 11,5 cm (2600 Mc/s). *Z. f. Astrophys.* (sous presse).

L. Mollwo. — Die Grenzen der Empfängerempfindlichkeit im dm- und cm-Gebiet. Abh. Deutsche Akad. d. Wiss. Berlin. *Fachkonferenz Radioastronomie*, 1955 (sous presse).

W. Priester, F. Dröge. — Ueber die Mitte-Rand-Variation der solaren Radiofrequenzstrahlung von 198 MHz während der Finsternis 1954, June 30. *Z. f. Astrophysik*, 37, 132, 1955.

M. Schubert. — Lokalisierung und Durchmesserbestimmung von Radioquellen bei Bedeckungen durch den Mond. *Astr. Nachr.*, 282, 245, 1955 ; *Mitt. Astrophys. Obs. Potsdam*, Nr. 44.

Théorie

U. Becker, J. F. Denisse. — Controls of geomagnetic activity by sunspots. *J. Atm. Terr. Phys.*, 5, 70, 1954.

L. Biermann. — Joint Discussion on Turbulence in Stellar Atmosphere. I.A.U. General Assembly in Dublin, 1955.

L. Biermann, R. Lüst. — Proceedings of the Radio Astronomy-Meeting at Jodrell Bank, 1955.

K. O. Kiepenheuer. — On the mechanism of solar outbursts. Radio Astron. Symp. Manchester, 1954, Paper 65.

R. Lüst. — Stationary Hydromagnetic Shock-waves of arbitrary Strengths. *Z. f. Naturforschg.*, 10*a*, 125, 1955.

R. Lüst. — Plasma Oscillations in an external magnetic Field. *Z. f. Astrophys.*, 37, 67, 1955.

H. Scheffler. — Astronomische Szintillation und atmosphärische Turbulenz. *Astr. Nachr.*, 282, 225, 1955 ; *Mitt. Astrophys. Obs. Potsdam*, Nr. 42.

A. SCHLÜTER. — Proceedings of the Radio Astronomy-Meeting at Jodrell Bank, 1955.

A. SCHLÜTER. — Proceedings of the Symposium on Electromagnetic Phenomena in Cosmical Physics, Stockholm, 1956.

G. WALLIS. — Die Berechnung der Strahlungsintensität für $\lambda = 20$ cm aus einem rotationssymmetrischen Koronamodell. *Z. f. Astrophys.* (sous presse).

Australie

N° 225. — Rapport du Comité National à la Commission V

(*Traduction*)

Introduction

1. Radioémissions solaires.
2. Radioémissions cosmiques :
   - 2.1. Radiation monochromatique de l'hydrogène.
   - 2.2. Spectre continu.
3. Ondes radioélectriques d'origine planétaire.
4. Météores.
5. Effets ionosphériques en Radioastronomie.
6. Hydromagnétique.
7. Sujets techniques.

INTRODUCTION

Ce rapport résume les travaux radioastronomiques effectués en Australie depuis la dernière Assemblée Générale en 1954.

D'une manière générale une phase d'études systématiques, impliquant fréquemment une instrumentation de plus en plus développée, se substitue progressivement à la phase des découvertes préliminaires. En Australie, un exemple de cette évolution est fourni par l'étude et la mise en service de la Croix de Mills pour les observations galactiques aux longueurs d'onde métriques. Des modèles réalisés sur 19 et 85 Mc/s ont des faisceaux d'antenne de 1°4 et 0°8 respectivement. Ces directivités dépassent considérablement celles de tous les autres équipements travaillant sur les mêmes fréquences et les résultats obtenus, tout en fournissant

beaucoup d'informations nouvelles, jettent un sérieux doute sur la validité de certains relevés plus anciens. Mais ces directivités même sont insuffisantes pour montrer les détails sur la surface solaire, et un équipement est actuellement en construction pour analyser cette surface à la manière d'une image de télévision, à l'aide d'un faisceau de 3′ de diamètre. En utilisant des techniques d'une élégante simplicité, la limite inférieure du domaine d'observation des ondes d'origine cosmique a été abaissée de 10 Mc/s à 1 Mc/s, en observant ces ondes à des moments et en des lieux ou la fréquence critique de l'ionosphère est très basse.

Le centre principal des recherches radioastronomiques en Australie reste le Laboratoire de Radiophysique du C.S.I.R.O. à Sydney. Il y est procédé à des recherches sur les radioémissions solaires et cosmiques y compris la radiation monochromatique de l'hydrogène, sur les effets ionosphériques correspondants, et sur les radio-émissions de Jupiter. Des travaux sur les météores sont entrepris à l'Université d'Adélaide, et les travaux sur les basses fréquences mentionnés plus haut ont été effectués en commun par G. Reber et G. R. Ellis à Hobart (Australie-Etats-Unis).

I. — Radioémissions solaires

Des observations de routine sur les spectres dynamiques des sursauts radiosolaires ont été faites depuis 1952 et sont maintenant publiées dans le *Quarterly Bulletin of Solar Activity de l'U.A.I.* Il a été établi que les sursauts de type III, qui présentent une dérive de fréquence rapide, ont une association avec les éruptions chromosphériques .Des sursauts de ce type se présentant en groupe précèdent souvent un sursaut de type II, à dérive de fréquence lente, au moment d'une éruption importante. Il a été suggéré que les sursauts de ces deux espèces sont indicatifs de perturbations en mouvement rapide dans l'atmosphère solaire ; le type III serait associé à l'éjection de rayons cosmiques et le type II à l'éjection de particules aurorales (57, 61). Des sursauts de type III sont également associés à de très petites éruptions. En vue de suivre ces perturbations dans leur mouvement rapide, un équipement qui permettra d'obtenir des informations simultanées sur le spectre, la polarisation et la position apparente sur le Soleil est en cours d'étude.

Des observations ont été faites (9) à l'aide de l'interféromètre multiantenne de Christiansen sur 1400 Mc/s. Celles-ci ont permis d'établir la distribution de brillance du Soleil calme au voisinage du minimum des tâches. Une analyse de ce travail a été faite en vue de déterminer l'effet de la pente et de la largeur du faisceau d'antenne sur la distribution de brillance déduite des observations. Il a été indiqué que la distribution bidimensionnelle, obtenue au moyen d'une analyse par bandes orientées de manières diverses, est identique à celle qui serait obtenue au moyen d'un faisceau circulaire ayant une indicatrice en relation avec celle du faisceau laminaire de l'instrument (50). L'effet de la largeur finie du faisceau d'antenne sur la distribution de brillance est de produire une extension apparente du disque et d'adoucir et déplacer les pics de brillance se produisant près du limbe. En tenant compte de ces facteurs, on remarque que les observations sur 1400 Mc/s sont en bon accord avec les densités coronales calculées par van de Hulst pour le minimum solaire.

Les résultats d'observation sur 1400 Mc/s ont été examinés en vue de déterminer les caractéristiques des aires brillantes donnant lieu à la composante de variation lente. Ces aires sont en connexion étroite avec les plages brillantes de l'hydrogène, avec les régions magnétiques de Babcock, et avec les régions brillantes coronales. Une aire typique a un diamètre de 4′ et une température de brillance de 10^6 °K. Une application de la méthode des faisceaux étroits a été possible aux environs du minimum solaire lorsque la distribution sur le disque était relativement simple, mais actuellement, à proximité du maximum des tâches, on peut s'attendre à des distributions trop complexes. En vue d'obvier à cet inconvénient, un nouvel instrument a été étudié, dans lequel un mince faisceau d'antenne doit analyser le disque à la manière d'une image de télévision, et par suite procurer des images radioélectriques comparables aux spectrohéliogrammes optiques.

Des observations ont été faites (51) avec le dispositif original à 32 antennes sur 500 Mc/s en vue de confirmer éventuellement un éclaircissement au limbe, prévu théoriquement mais infirmé par d'anciennes observations. Les résultats obtenus ont confirmé la prévision théorique.

En juin 1956, l'occultation de la nébuleuse du Crabe par la couronne solaire a été observée au moyen de la Croix de Mills sur

85 Mc/s (48). Il avait été préalablement indiqué par les observateurs de Cambridge que l'influence de la couronne solaire se fait sentir à des distances angulaires de plusieurs rayons solaires ; par des observations interférométriques, ceux-ci avaient pu déterminer une certaine forme d'indicatrice de diffraction et une structure conséquente de la couronne. Les observations de 1956 ont confirmé l'étendue considérable de la couronne solaire, mais n'ont pas confirmé les détails de l'indicatrice extrapolée. La circonstance pourrait être due à une variation en fonction du cycle des tâches ; toutefois des observations nouvelles au moyen de faisceaux effilés et d'interféromètres paraissent désirables.

Des observations de routine à diverses fréquences ont été entreprises depuis 1954. Les fréquences actuelles sont 200, 600 et 1400 Mc/s.

2. — Radioémissions cosmiques

2.1 — *Radiation monochromatique sur* 1420 *Mc/s*

Les observations sur 1420 Mc/s ont été poursuivies au moyen d'un paraboloïde de 11 m d'ouverture et d'un récepteur à 4 canaux, dans lequel les fluctuations de gain sont supprimées en opposant continuellement le signal dans chacun des canaux avec celui d'un canal hors de la fréquence de la raie. Un nouveau récepteur à 48 canaux utilisant la technique de permutation est en cours d'étude.

Une étude des observations antérieures des Nuées de Magellan a été faite ; la masse d'hydrogène en fut déduite ainsi que le mouvement de rotation (17). La masse totale des nuées a été estimée d'après les caractéristiques de leur rotation (18).

Un relevé extensif de la Voie Lactée visible de Sydney a été effectué (7). Ces observations dans l'hémisphère sud complètent les travaux faits à Leyde pour l'hémisphère nord. Une structure spirale à plusieurs bras dirigés à l'opposé du mouvement a été mise en évidence.

Dans les environs du Soleil, l'hydrogène neutre fournit environ 15 % de la densité totale ; dans les régions nucléaires, la proportion d'hydrogène est très faible. En moyenne, sur toute la Galaxie, l'abondance de l'hydrogène est environ 2 % de la masse totale.

Le gaz apparaît concentré en un disque très mince dont l'épaisseur (à mi-densité) est d'environ 250 pc. Ce disque est également

très aplati, et par conséquent les observations de l'hydrogène interstellaire montrent la nécessité de revoir la position du plan galactique, révision d'ailleurs envisagée par l'U.A.I. Une solution provisoire a été obtenue pour ce qui concerne le « plan principal » galactique.

Dans les régions externes, la distribution du gaz accuse des déviations systématiques à cet aplatissement dans la direction des Nuées de Magellan (20). Du côté des Nuées, le disque est courbé vers elles ; du côté opposé, le disque est repoussé. Cette distorsion suggère un effet de marée mais la grandeur de l'effet apparaît hors de proportion avec la gravité. Cette grandeur suggère l'existence d'autres forces, peut-être visqueuses, peut-être électromagnétiques. Une étude plus détaillée de ces résultats pourrait fournir beaucoup d'informations sur la structure et la distribution des vitesses dans la Galaxie, par exemple, les profils observés dans le plan galactique à des longitudes équidistantes du centre galactique ne sont pas symétriques. Il s'agirait d'une asymétrie structurelle plutôt que de l'effet des déviations à des orbites circulaires.

2.2. — *Le spectre continu*

Equipement instrumental. — Les deux croix de Mills, respectivement sur 85 et 19 Mc/s sont utilisées pour des relevés aux déclinaisons inférieures à $+10^{o}$, comprenant le fond continu et les sources discrètes. La croix de Mills a été construite en 1954 ; elle servit jusqu'en octobre 1955 à des observations d'objets sélectionnés ; un relevé du ciel vient d'être achevé, mais la réduction des observations doit être complétée pour plus de la moitié. La croix de Mills sur 19 Mc/s a été achevée mi-1956 et les observations faites au moyen de cet instrument en sont encore au stade préliminaire. Un relevé du ciel sur 600 Mc/s a été fait au moyen d'un paraboloïde de 11 m d'ouverture et d'un récepteur conventionnel à permutation. Des mesures du diamètre de radiosources sur 100 Mc/s ont été faites au moyen d'un interféromètre à liaisons radioélectriques dont les aériens étaient espacés de plusieurs kilomètres.

L'extension du spectre des radioémissions cosmiques jusqu'à 1 Mc/s a été faite à Hobart, endroit où les fréquences critiques ionosphériques sont particulièrement basses. Certains résultats

de ces observations sont indiqués plus bas (sujets techniques, par. 7).

Observations sur 85 *Mc/s.* — Grâce à un instrument aussi sensible que la croix de Mills et d'un tel pouvoir résolvant (0°8) il est possible d'étudier un nombre raisonnable d'objets et de les grouper en différentes classes. Celles étudiées comprennent :

1) *les galaxies normales brillantes* (23). — Neuf d'entre elles ont été détectées, et les Nuées de Magellan ont été étudiées en détail ; une estimation approximative du rapport entre l'émission radioélectrique et l'émission optique a été faite pour les divers types de galaxies ; les types S*b* et S*c* apparaissent comme les émetteurs les plus intenses, le type E n'est pas détectable ;
2) *une classe possible de galaxies anormales morphologiquement semblables.* — Celle-ci comprend NGC 5128, radiosource connue NGC 1316 et NGC 1947. Il a été confirmé que NGC 1316 est une radiosource et que NGC 1947 n'en est pas une ; l'existence d'une classe homogène fut donc infirmée (22) ;
3) *les nébuleuses brillantes par émission* (25). — 7 ont été détectées en émission ou absorption suivant les circonstances ; l'émission apparaît thermique, due aux transitions free-free ;
4) *les novae et supernovae* (24). La supernova de Kepler a été définitivement identifiée comme radiosource ; les novae sont indétectables ;
5) *les amas globulaires* (23). — Non détectables ; émetteurs très faibles ;
6) *les amas de galaxies* (28). — Sur 5 amas de l'hémisphère sud, 4 sont associés à des radiosources.

Diverses nébuleuses extragalactiques suggérées comme radiosources possibles d'après leurs particularités optiques ont été étudiées, mais aucune d'entre-elles ne fut observée comme radiosource intense (31).

Les observations du relevé principal sont maintenant achevées et couvrent les déclinaisons de $+10°$ à $-80°$. Un catalogue des sources discrètes, des isophotes détaillées près du plan galactique, et des isophotes adoucies pour l'ensemble du ciel, sont en préparation. Le catalogue des sources est achevé pour un échantillon du ciel d'environ 1 stéradian, commun au relevé de Cambridge

sur la fréquence adjacente de 81,5 Mc/s. Ces catalogues, qui comprennent 383 sources de Sydney et 227 sources de Cambridge, présentent de grosses différences. Certains arguments ont été avancés pour montrer que le relevé de Sydney, fait avec un pouvoir résolvant plus grand, a plus de raisons d'être correct (27).

Les résultats de Cambridge comprennent un nombre inattendu de sources faibles, et d'intéressantes conclusions cosmologiques en ont été tirées. Les résultats de Sydney ne montrent pas cet excès de sources faibles. Il est possible qu'un faible excès existe mais la chose pourrait résulter d'incertitudes observationnelles. L'analyse est d'ailleurs compliquée par les tendances au groupement.

Le tracé des isophotes en est au stade préliminaire. Des régions de la Voie Lactée à diverses longitudes ont été examinées. Les résultats confirment l'existence des deux composantes de la radiation galactique proposées par Shklovsky : une composante quasi-sphérique avec une concentration galactique d'environ 60°, et une composante discoïdale avec une concentration d'environ 3° (23). Des isophotes détaillées ont été préparées pour une région de 10 degrés carrés au voisinage du centre galactique (26). Celles-ci montrent un pic allongé vers le centre, et une dépression faible à l'endroit où une source intense est observée sur les fréquences plus élevées. Cette circonstance implique une structure complexe comprenant des sources thermiques et non thermiques, et fait comprendre le désaccord des observations antérieures. Des isophotes ont également été tracées au voisinage des sources de diamètre angulaire adéquat, comprenant NGC 5128 (23), NGC 1316, et Puppis A.

Les occultations de la Nébuleuse du Crabe (IC 443) et de l'étoile de Kepler par la Lune ont été observées.

Observations sur 19 *Mc/s.* — Les observations préliminaires avec la croix de Mills (pouvoir résolvant 1°4) comprennent (46) des passages à travers la Voie Lactée et un relevé détaillé d'une région de 10 degrés carrés autour du centre galactique. Celles-ci indiquent généralement des températures de brillance élevées de l'ordre de 10^5 deg. K, et deux crêtes situées de part et d'autre de l'équateur galactique. L'intervalle entre les crêtes est très irrégulier. Il est clair que cet intervalle est dû à une absorption par les régions H_{II} situées près du plan galactique. L'absorption est

très forte à cette fréquence, et sa présence constitue l'indicateur le plus sensible obtenu jusqu'à présent en astronomie pour les régions H_{II}. Les observations sur 19 Mc/s étudiées en conjonction avec les observations similaires, aux fréquences plus élevées où l'absorption est moindre, promettent une importante quantité d'information sur la distribution de l'oxygène ionisé dans les zones galactiques les plus proches du Soleil.

Relevé sur 600 *Mc/s.* — Un relevé du ciel entre les déclinaisons de $+50^{\circ}$ à -90° a été effectué (38) en utilisant un paraboloïde de 11 m de diamètre donnant un pouvoir résolvant de $3^{\circ}3$. 49 sources discrètes furent cataloguées (37), la plupart dans le voisinage du plan galactique, et des isophotes détaillées ont été tracées dans une aire s'étendant jusqu'à 45° de l'équateur galactique.

Dimensions des sources à 101 *Mc/s.* — Des mesures du diamètre angulaire de sources modérément étendues ont été faites au moyen d'un interféromètre à liaisons radioélectriques à antennes carrées de 7,5 m espacées de 90 et 1000 longueurs d'onde dans la direction Est-Ouest. Le rapport d'amplitude des franges fut interprété d'après un modèle hypothétique de distribution de brillance et le diamètre angulaire équivalent en fut réduit. 75 sources parmi les plus intenses furent observées, mais la confusion réduit ce nombre à environ la moitié. Le diamètre angulaire le plus couramment observé fut $2'$ et le plus petit environ $0,5'$.

Observations au-dessous de 10 *Mc/s.* — Ces dernières années, les observations de la région inférieure du spectre sont devenues spécialement intéressantes étant donné l'hypothèse suivant laquelle la « radiation de synchrotron » pourrait constituer un important mécanisme d'émission. Dans cette hypothèse, le spectre doit présenter un maximum à une fréquence qui dépend de l'énergie des électrons individuels et du champ magnétique dans le gaz interstellaire.

Des observations ont été faites à Hobart (11, 12, 14, 40) et portent sur le fond continu général et les sources discrètes dans l'intervalle 10-I Mc/s. Le fond continu a été mesuré jusque 2 Mc/s et sa limite inférieure déterminée jusque 0.9 Mc/s. Le spectre exprimé en unités de brillance ($W.m^{-2}.c/s^{-1}.stérad^{-1}$) s'élève avec la fréquence décroissante jusqu'à 10 Mc/s environ. Au-dessous de cette fréquence le spectre s'aplatit et pourrait décroître.

Des observations de radiosources ont été faites à 18 et 10 Mc/s au moyen d'un interféromètre à permutation de phase (13). Six sources observées présentèrent des différences considérables dans leur spectre sur cet intervalle de fréquence. Deux d'entre elles montrèrent une décroissance marquée dans leur densité de flux aux fréquences inférieures. Il est probable que ces observations sont très influencées dans certains cas par l'absorption de l'hydrogène ionisé présent entre la source et l'observateur.

Une source discrète présentant des fluctuations anormales. — La source discrète Hydra A (U.A.I. 09SIA) observée (47) au moyen de l'interféromètre marin semble présenter des fluctuations beaucoup plus marquées que les autres apparemment similaires. Ce comportement anormal a été confirmé par les observations faites au moyen du bras Est-Ouest de la croix de Mills sur 85 Mc/s. Les mesures de diamètre angulaire (8) sur 101 Mc/s indiquent également des fluctuations du diamètre, sans corrélation avec les fluctuations d'intensité et très en excès sur celles de sources voisines. La radiosource fut tentativement identifiée avec une galaxie faible, et s'il en est ainsi la source pourrait difficilement présenter des variations de courte durée (secondes ou minutes) ; l'explication de ces fluctuations anormales n'est pas connue ; suivant une observation faite à Cambridge, où les fluctuations ne présentèrent pas de caractère anormal, il est possible que le comportement observé à Sydney ait son origine dans le voisinage de la Terre.

3. — Ondes radioélectriques d'origine planétaire

Suite à la découverte, aux États-Unis, d'une émission radioélectrique de Jupiter, les enregistrements du Laboratoire de Radiophysique couvrant plusieurs années sur plusieurs fréquences furent analysés en vue de retrouver des signes de cette radiation. Celle-ci fut constatée seulement sur les enregistrements à 18,3 Mc/s ; aucun signal de Jupiter n'apparut aux fréquences plus élevées.

Un examen détaillé des enregistrements australiens sur 18,3 Mc/s montra (45) qu'en 1950-1951 la radiation provenait, non pas de la planète dans son ensemble, mais bien d'une aire limitée de sa surface. D'après la période de rotation et la longitude l'aire active fut localisée dans la région Sud-Tempérée, laquelle apparaît perturbée d'après les observations visuelles.

A la fin de 1955, un équipement fut établi pour procéder à des observations supplémentaires de la radiation de Jupiter. Les premiers résultats, concernant notamment l'aire d'émission assez restreinte, ont été confirmés, mais aucune identification simple des radiosources de 1955-1955 avec des particularités optiques ne fut possible. Trois sources se révélèrent actives sur 19,6 Mc/s mais seule la principale d'entre elles présenta une émission appréciable sur 27 Mc/s. L'information nouvelle concernant l'émission de Jupiter fournie par ces travaux est la suivante : l'ionosphère terrestre a un effet considérable sur les variations à court terme dans la radiation reçue puisque les enregistrements faits à deux stations écartées de 25 km diffèrent ; les sursauts les plus courts enregistrés furent de 0,5 sec. bien que l'équipement eut répondu à des sursauts de 0.01 sec. ; l'intensité et la fréquence d'occurrence à 19,8 Mc/s fut 2 à 3 fois plus grande qu'à 14 ou 27 Mc/s, et en général il n'y eut aucune corrélation entre les sursauts courts à 19,6 et 27 Mc/s ; la dispersion angulaire de la radiation fut moindre à 27 Mc/s qu'à 19,6 Mc/s lorsque les axes des faisceaux furent déplacés ; le seul enregistrement approprié accusa une forte polarisation circulaire.

4. — Météores

Un contrôle de routine de l'activité météorique à Adélaïde débuta en juin 1952 et fut poursuivi sur 27 kc/s au moyen d'un système à grande ouverture sur ondes continues jusque septembre 1957. A partir de décembre 1956 il fut effectué sur 67 kc/s au moyen d'un radar à faisceau étroit (53, 54, 55). Toutes les averses météoriques connues, visibles d'Adélaïde, ont été détectées avec leur abondance et les coordonnées de leur radiant, excepté les Taurides nocturnes pour lesquelles on s'attendait d'ailleurs à une activité faible. De plus, deux essaims nocturnes ont été découverts : les Puppides, radiant situé vers $S = -40°$, faiblement actif du 5 au 7 décembre, et un essaim plus abondant, vraisemblablement périodique, situé vers $S = -55°$, actif du 5 au 6 décembre, et détecté pour la première fois en 1956. La distribution des radiants de météores sporadiques plus brillants que $m = 7$, sur la sphère céleste, a été examinée à partir des décomptes de météores et des directions des points de réflexion sur les traînées individuelles. Cette distribution présente une concentration prononcée vers le

plan de l'écliptique, et une prépondérance marquée des météores se mouvant sur des orbites périodiques à courte période de faible inclinaison. La densité des météores sporadiques de $0 = 120^{o}$ jusque $0 = 300^{o}$ dépasse, en concordance avec les relevés télescopiques et visuels, de quelque 50 % la densité pour le reste de l'orbite terrestre.

5. — Effets ionosphériques en radioastronomie

Scintillations. — Les auteurs de l'hémisphère boréal ont très généralement attribué les scintillations des radiosources aux irrégularités de la région F2. Les chercheurs australiens ont suspecté en plus un effet de E sporadique. Des travaux récents (58, 59) ont montré que les scintillations de Cygnus A observées à Sydney à des hauteurs de 15° présentent une corrélation bien définie avec les deux régions ionosphériques. Il a été établi que les scintillations nocturnes (observées durant les mois d'hiver) sont en corrélation avec les irrégularités de F2 tandis que les scintillations diurnes (observées pendant les mois d'été) sont en corrélation avec la région E sporadique.

Crépuscule du bruit cosmique. — Le bruit cosmique à basse fréquence est occulté par l'ionosphère Terrestre quand la fréquence critique est supérieure à la fréquence d'observation. Mais il a été montré que cet effet n'est pas abrupt puisque la fréquence critique zénithale augmente avec la fréquence d'observation. Au contraire, une sorte d'effet « crépusculaire » dû à la combinaison de plusieurs phénomènes intervient ; parmi ces phénomènes, on peut citer la réduction de l'aire zénithale par où l'énergie pénètre, et la propagation, entre l'ionosphère et le sol, de l'énergie qui entre dans l'ionosphère en des lieux distants, quand la fréquence critique est suffisamment basse.

Atmosphériques sifflants. Voir rapport à la Commission III sur la prédiction des « Nose-Whistlers ».

Vents météoriques. — Voir rapport à la Commission III.

6. — Hydromagnétique

Une investigation des divers types de perturbation (ou ondes) dans les gaz ionisés en présence d'un champ magnétique a été faite (32, 33). Il fut établi que 4 types d'ondes sont possibles (34) ;

les propriétés des trois types hydromagnétiques, y compris leur polarisation et leur coefficient d'absorption, furent investiguées (35). Quelques propriétés non linéaires des charges électriques d'espace furent examinées. Une longue et remarquable théorie de la croissance spontanée de ces charges d'espace, et une autre théorie de la croissance des ondes radioélectriques dans l'atmosphère solaire, furent critiquées (36, *a*, *b*, *c*).

Il est très connu que le chauffage de l'atmosphère solaire, les éruptions chromosphériques et autres effets sont en relation étroite avec le bruit radiosolaire. L'origine de ces effets en termes d'ondes hydromagnétiques a été étudiée, et une théorie du chauffage a été faite (39). Une théorie des éruptions chromosphériques a atteint ses premiers stades de développement.

7. — Sujets techniques

7.1. — *Aériens en général*

Les limitations fondamentales imposées par les aériens aux possibilités de mettre en évidence les fins détails dans les distributions unidimensionnelles de brillance ont été étudiées. Des méthodes proposées pour restaurer ces fins détails ont été examinées et il a été indiqué (1) que, bien qu'un certain accroissement de finesse soit parfois accessible, les détails plus fins qu'une certaine limite sont irrémédiablement perdus. L'étude a été étendue aux distributions bidimensionnelles (5, 6) avec une attention spéciale sur le problème de l'intégration par bandes (4) ; les implications de la limite de résolution ont été investiguées et un certain nombre de méthodes rapides (2, 3) ont été établies pour le traitement des données et l'obtention d'un accroissement de finesse. Une méthode a été proposée (5, 6) pour définir les brillances bidimensionnelles à partir d'une paire d'interféromètres à axes croisés.

7.2. — *Radiotélescope géant*

Dans les travaux radiosolaires et ceux relatifs au bruit cosmique à basse fréquence où l'on dispose d'un signal intense, une résolution élevée peut s'obtenir au moyen de dispositifs spéciaux (ex. les croix de Mills) ; au contraire pour les travaux concernant la raie de l'hydrogène interstellaire ou le continuum à haute fréquence, il est nécessaire de disposer d'une large section efficace d'absorption.

La construction d'un paraboloïde orientable d'une ouverture de 60 à 90 m est envisagée. L'état actuel du projet est qu'une étude faite par une firme d'ingénieurs de Londres est à peu près terminée. Dans l'intervalle, une recherche d'un site adéquat dans des régions à faible niveau de bruit a été entreprise.

Une forme équivalente de radiotélescope utilisant un réflecteur hémisphérique fixe dans lequel le faisceau est orienté par déplacement du dipôle a été étudiée (15). L'aberration sphérique y est supprimée par l'usage d'un miroir secondaire de forme appropriée, faisant partie intégrante du dipôle au foyer.

7.3. — *Croix de Mills sur* 85,5 *et* 19,7 *Mc/s*

Généralités. — Plusieurs années auparavant, une analyse du bruit cosmique suggéra que sa distribution sur la sphère céleste est très complexe. Par conséquent, il apparut que des aériens aux faisceaux effilés de haut pouvoir résolvant s'avéraient nécessaires pour la réalisation de progrès significatifs. Le problème du haut pouvoir séparateur aux ondes métriques fut résolu grâce au développement de la « croix de Mills », comme il l'a été indiqué dans le rapport de 1954 à l'U.R.S.I. Cet instrument, qui consiste en un arrangement cruciforme de deux réseaux linéaires de dipôles étendus sur 450 mètres, est maintenant en fonctionnement depuis juillet 1954. Les observations y sont faites sur 85.5 Mc/s et la largeur de faisceau à mi-puissance est 50′. La limite de sensibilité dans les conditions optima avoisine 2.10^{-26} $W.m^{-2}.c/s^{-1}$, niveau pour lequel les observations sont limitées par la résolution. Cette limite correspond à une densité de flux de l'ordre de 1/10.000 de celle émise par la radiosource la plus brillante, Cas. A. Pour ce qui concerne les relevés célestes cependant, un système de balayage qui distribue quasi-simultanément les données sur 5 déclinaisons est utilisé (27). Cette méthode réduit la sensibilité à 5.10^{-26} $W.m^{-2}.c/s^{-1}$. Une précision de 2 à 3′ est atteinte pour les radiosources plus fortes que 5.10^{-25} $W.m^{-2}.c/s^{-1}$. L'usage de cet instrument a amplement justifié sa construction. Il est clair que de tels dispositifs à faisceau effilé, ayant un pouvoir résolvant du même ordre ou, de préférence, plus élevé encore, sont indispensables.

Problèmes. — Un tel radiotélescope pose certains problèmes principalement en connexion avec *a*) la question des lobes secondaires, *b*) la question des températures absolues.

a) Puisque l'indicatrice d'ensemble est le produit des indicatrices des réseaux pris séparément, les lobes secondaires peuvent intervenir très sérieusement le long du faisceau en éventail de chaque réseau. Pour minimiser leur effet, la distribution de courant est soigneusement réglée à partir du centre vers les extrémités. Lorsque l'ajustement est parfaitement réalisé, le premier lobe secondaire est de l'ordre de 2 %, et à des angles supérieurs à 3° les lobes secondaires n'excèdent pas 0,7 %. Pour maintenir ce bas niveau il est essentiel d'ajuster avec précision l'amplitude et particulièrement la phase du courant des dipôles et, par conséquent, un équipement a été étudié dans ce but.

Les réponses parasites dues aux erreurs d'ajustement sont substantielles dans le plan méridien puisqu'elles résultent d'erreurs sur le courant des dipôles du réseau Nord-Sud, dont les phases changent chaque fois que la direction du faisceau est modifié en accumulant rapidement les erreurs d'ajustement. Des lobes secondaires de l'ordre de 1 % sont communément observés, et d'autres plus intenses interviennent occasionnellement dans le plan méridien ; mais comme ils se présentent à l'ascension droite de la source intense qui les produit, ils sont aisément reconnaissables. Dans la direction Est-Ouest les lobes secondaires atteignent rarement 1 % puisqu'ils résultent d'erreurs d'ajustement du réseau Est-Ouest, lesquelles, étant constantes, sont aisément maintenues dans des limites correctes. Hors du faisceau en éventail la structure des lobes secondaires est de beaucoup supérieure à celle d'aériens conventionnels ; les lobes secondaires n'excèdent que rarement 0,1 %.

b) Les mesures de températures *absolues* du ciel au moyen d'aériens en croix sont difficiles, à cause des couplages entre réseaux ou, si des dipôles sont omis près du point de croisement pour les réduire, à cause de la complexité accrue dans la distribution des lobes secondaires. La procédure la plus efficace consiste à réduire les couplages à des valeurs négligeables en ôtant des dipôles sur l'un des bras seulement, de préférence sur le bras Est-Ouest. La température déduite de la réponse du bras Nord-Sud est alors ajoutée à celle déduite du faisceau effilé qui donne la température absolue de l'aire céleste vers lequel le faisceau est pointé ; les erreurs résiduelles intervenant près des objets très brillants peuvent être facilement éliminées par un procédé d'adoucissement.

Croix de Mills sur 19,7 *Mc/s.* — Pour compléter les travaux faits à la croix de Mills sur 85.5 Mc/s, une autre croix sur 19,7 Mc/s a été construite. A de telles basses fréquences la sensibilité de l'instrument est sévèrement limitée par l'accroissement rapide de la brillance du fond du ciel (pour un aérien *d'aire* donnée, la température d'antenne due à une source varie avec la puissance 1 de la fréquence ou même moins rapidement). De plus, l'interférence des stations de l'émission et les effets ionosphériques introduisent des éléments de trouble. Néanmoins les observations aux basses fréquences sont d'une telle importance astronomique que ces difficultés et ces inconvénients doivent être acceptés franchement.

L'instrument construit consiste en deux réseaux de dipôles demi-onde, chacun d'approximativement 1 km de long. Le faisceau résultant, après ajustement, est de 1°4 à mi-puissance. La distribution des lobes secondaires n'a pas encore été établie, mais les performances de l'instrument sont probablement comparables à celles de la croix de Mills sur 85,5 Mc/s.

Il a été remarqué qu'en cette période de haute activité solaire, les observations utiles sont limitées à quelques heures chaque nuit par l'interférence des stations d'émission, par conséquent un relevé compréhensif du ciel austral, complémentaire à celui fait à 85,5 Mc/s, n'est pas possible actuellement ; en remplacement, des régions spécialement intéressantes sont examinées en détail.

Calibration. Les gains des aériens en croix ont été mesurés par une technique nouvelle. Puisque le gain varie avec la déclinaison du faisceau, il est essentiel de le mesurer sur un ensemble de déclinaisons choisies. La méthode consiste à mesurer la densité de flux de certaines radiosources comparativement brillantes au moyen d'un dipôle demi-onde considéré comme étalon placé à une demi longueur d'onde au-dessus d'un plan réfléchissant indéfini. Puisque le pouvoir résolvant et le gain de l'aérien étalon sont insuffisants pour des observations effectives de n'importe quelle radiosource australe, cet aérien a été utilisé en connexion interférométrique avec chacun des réseaux de la croix. Ainsi, sur chaque source, trois mesures sont effectuées, l'une avec la croix proprement dite, une autre avec l'aérien étalon et le bras Est-Ouest, la dernière avec l'aérien étalon et le bras Nord-Sud. A partir de ces trois mesures et du gain calculé pour l'aérien étalon,

la densité de flux de la source observée, et le gain des réseaux Nord-Sud et Est-Ouest, peuvent être déterminés séparément.

Des mesures de ce type ont été effectuées à 85 Mc/s sur 5 sources ponctuelles intenses à différentes hauteurs apparentes.

7.4. — *Enregistrements à basse fréquence*

La réception du bruit cosmique à basse fréquence est rendue difficile par l'opacité de l'atmosphère et par l'interférence des stations d'émission et des atmosphériques. L'obstruction due à l'ionosphère fut réduite en s'installant à Hobart et en procédant à des observations aux instants où la fréquence critique est basse. Hobart a peu de radioémetteurs dans son voisinage.

Il a été possible d'enregistrer le bruit cosmique en présence des interférences d'atmosphériques terrestres dont le niveau moyen est quelque 10^4 fois plus haut. La méthode utilisée repose sur l'idée fondamentale que le niveau de base peut être observé à des périodes occasionnelles calmes, qui peuvent ne pas dépasser 0.1 sec, et qui se présentent entre les atmosphériques. Dans sa forme finale, un dispositif électronique équivalent à un voltmètre de crête mais donnant les valeurs minima au lieu des valeurs maxima fut utilisé en conjonction avec un enregistreur à plume. La constante de temps du circuit pour les signaux croissants était d'environ 1 minute ; pour les signaux décroissants, elle était de l'ordre de 0,02 sec.

7.5. — *Radiohéliographe*

Cet instrument actuellement à l'étude fut établi selon le plan décrit par W. N. Christiansen à l'Assemblée Générale de 1954. Celui-ci combine les principes de l'interféromètre multiantenne de Christiansen ou du réseau de diffraction, qui donne un éventail de faisceaux laminaires, avec celui de la croix de Mills.

L'instrument consiste en deux interféromètres croisés à 32 éléments. Les signaux des deux systèmes sont combinés de manière à donner un certain nombre de faisceaux effilés, aux intersections des faisceaux laminaires fournis par chacun des systèmes. L'espacement des faisceaux effilés est suffisamment grand pour permettre à un seul d'entre eux de tomber sur le disque solaire. Le Soleil est balayé par le faisceau au cours du mouvement diurne. Le faisceau suivant est alors déplacé en déclinaison (par ajustement des

phases d'aériens individuels dans le bras Nord-Sud) de manière à balayer une bande adjacente à la première. L'image complète est ainsi construite par répétition de ces balayages, à la façon d'une image de télévision.

L'équipement, qu'on espère mettre en service avant juillet 1957, travaille à une fréquence voisine de 1420 Mc/s. Les bras ont 370 mètres de long. Chacun d'eux consiste en 32 paraboloïdes de 5,5 m de diamètre, montés équatorialement et guidés par un système simple. Avec ces dimensions, les faisceaux individuels ont 3′ de diamètre et sont séparés d'à peu près 1°. Les aériens individuels sont alimentés par un système de lignes bifilaires, comme dans l'interféromètre original à 32 éléments. Il en diffère cependant en ce que, par une transformation appropriée à chaque jonction, l'efficacité des antennes successives à partir du centre est réglée de manière à réduire les lobes secondaires ; la connexion à chaque ligne de transmission est faite au moyen de systèmes glissants ne faisant pas contact afin de permettre les changements de phase et d'orienter le faisceau.

Notons que le pouvoir résolvant de cet instrument avoisine celui de l'œil humain.

7.6. — *Interféromètre à balayage de fréquence*

Cet instrument est similaire en principe à celui utilisé par Wild et Roberts (58) pour les observations de la source Cygnus A. Deux aériens à lignes d'alimentation inégales sont connectés à un récepteur panoramique ; quand la fréquence de réception change, la différence de phase associée aux longueurs inégales des lignes change d'une manière parallèle et superpose ainsi une distribution d'interférences au spectre de la source. Si les aériens sont identiques, ces interférences indiquent la direction d'arrivée. S'ils sont polarisés orthogonalement, elles donnent la polarisation de la radiation reçue.

Le spectromètre proprement dit couvre l'intervalle de 40 à 240 Mc/s tandis que l'équipement directionnel travaille sur l'intervalle de 40 à 70 Mc/s. Celui-ci est constitué de deux antennes rhombiques de 3,3 m sur 6,5 m espacées de 1 km. Dans les conditions typiques le dispositif fournit des franges espacées de 5 Mc/s.

On espère mettre l'appareil en service avant juillet 1957.

RÉFÉRENCES

1. BRACEWELL, R. N., ROBERTS, J. A. — Aerial Smoothing in Radio Astronomy. *Aust. J. Phys.*, Vol. 7, p. 615 (Dec., 1954).
2. BRACEWELL, R. N. — Correcting for Gaussian Aerial Smoothing. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 54 (March, 1955).
3. BRACEWELL, R. N. — Chord Construction for Correcting Aerial Smoothing. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 200 (June, 1955).
4. BRACEWELL, R. N. — Strip Integration in Radio Astronomy. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 198-217, 1956.
5. BRACEWELL, R. N. — Two-Dimensional Aerial Smoothing in Radio Astronomy. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 297-314, 1956.
6. BURR, E. J. — Sharpening of Observational Data in Two Dimensions. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 30 (March, 1955).
7. CARPENTER, MARTHA, S. — 21-Centimetre Observations in Sydney. I.A.U. Symposium, Jodrell Bank, Manchester (Aug., 1955).
8. CARTER, A. W. L. — The Angular Size of the Variable Radio Source Hydra-A. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 564 (Dec., 1955).
9. CHRISTIANSEN, W. N. and WARBURTON, J. A. — The Distribution of Radio Brightness over the Solar Disk at a Wavelength of 21 Centimetres. Part III : The « Quiet » Sun. Two-Dimensional Observations. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 474 (Dec., 1955).
10. DAVIES, R. D. — An Analysis of Bursts of Solar Radio Emission and their Association with Solar and Terrestrial Phenomena. *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, Vol. 114, p. 74.
11. ELLIS, G. R. — The Z-propagation Hole in the Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 8, p. 43, 1956.
12. ELLIS, G. R. — On the Propagation of Radio Waves through the Upper Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 9, p. 51, 1956.
13. ELLIS, G. R., NEWSTEAD, G. — Discrete Sources of Cosmic Radio Noise at 10.05 and 18.3 Mc/s (sous presse).
14. ELLIS, G. R. — Cosmic Radio Noise Intensities below 10 Mc/s (sous presse).
15. HEAD, A. K. — A New Form for a Giant Radio Telescope. *Nature*, Vol. 179, pp. 692-693 (April, 1957).
16. HIGGINS, C. S., SHAIN, C. A. — Observations of Cosmic Noise at 9.15 Mc/s. *Aust. J. Phys.*, Vol. 7, p. 460 (Sept., 1954).
17. KERR, F. J., DE VAUCOULEURS, G. — Rotation and Other Motions of the Magellanic Clouds from Radio Observations. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 508 (Dec., 1955).
18. KERR, F. J., DE VAUCOULEURS, G. — The Masses of the Magellanic Clouds from Radio Observations. *Aust. Journ. Physics*, Vol. 9, 90-111, 1956.
20. KERR, F. J. — A Magellanic Effect on the Galaxy. *Astron. J.* (sous presse).

21. McGee, R. X., Slee, O. B., Stanley, G. J. — Galactic Survey at 400 Mc/s between Declinations, —17° and —49°. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 347 (Sept., 1955).

22. Mills, B. Y. — Abnormal Galaxies as Radio Sources. *The Observatory*, Vol. 74, p. 248 (Dec., 1954).

23. Mills, B. Y. — The Observation and Interpretation of Radio Emission from Some Bright Galaxies. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 368 (Sept., 1955).

24. Mills, B. Y., Little, A. G., Sheridan, K. V. — Radio Emission from Novae and Supernovae. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 84-89 (1956).

25. Mills, B. Y., Little, A. G., Sheridan, K. V. — Emission Nebulae as Radio Sources. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 218-227 (1956).

26. Mills, B. Y. — The Radio Source near the Galactic Centre. *Observatory*, Vol. 76, 65-67 (1956).

27. Mills, B. Y., Slee, O. B. — A Preliminary Survey of Radio Sources in a Limited Region of the Sky at a Wavelength of 3.5 m. *Aust. J. Phys.*, Vol. 10, n° 1, 162-94 (March, 1957).

28. Mills, B. Y. — Radio Frequency Radiation from External Galaxies. *Handbuch der Physik*, Vol. 53, Springer-Verlag, Berlin (sous presse).

29. Pawsey, J. L. — Radio Star Scintillations due to Ionospheric Focusing. *The Physics of the Ionosphere*, Report of 1954 Cambridge Conference, p. 172 (1955).

30. Pawsey, J. L., Bracewell, R. N. — *Radio Astronomy*, Clarendon Press, Oxford (1955).

31. Pawsey, J. L. — Current Progress in Development and Results Obtained with the Mills Cross. I.A.U. Symposium, Jodrell Bank, Manchester (Aug., 1955).

32. Piddington, J. H. — Electromagnetic Field Equations for a Moving Medium with Hall Conductivity. *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, Vol. 114, p. 638 (1954).

33. Piddington, J. H. — The Motion of Ionized Gas in Combined Magnetic, Electric and Mechanical Fields of Force. *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.*, Vol. 114, p. 651 (1954).

34. Piddington, J. H. — The Four Possible Waves in a Magneto-ionic Medium. *Phil. Mag.*, Vol. 46, p. 1037.

35. Piddington, J. H. — Hydromagnetic Waves in a Magneto-ionic Medium. *Monthly Notices Roy. Ast. Soc.*, Vol. 115, p. 671 (1955).

36. Piddington, J. H. — (*a*) Growing Electromagnetic Waves. *Phys. Rev.*, Vol. 101, p. 9 (1956) ; (*b*) Growing Electric Space-Charge Waves and Haeff's Electron-wave Tube. *Phys. Rev.*, Vol. 101, p. 14 (1956). (*c*) Growing Electric Space-Charge Waves. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 31-43 (1956).

37. Piddington, J. H., Trent, G. H. — Cosmic Radio Sources Observed at 500 Mc/s. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 74-83 (1956).

38. Piddington, J. H., Trent, G. H. — A Survey of Cosmic Radio Emission at 600 Mc/s. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, pp. 481-493 (1956).

39. Piddington, J. H. — Solar Atmospheric Heating by Hydro-Magnetic Waves. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, Vol. 116, p. 314 (1956).

40. Reber, G., Ellis, G. R. — Cosmic Radio Frequency Radiation near One Megacycle. *J. Geophys. Res.*, Vol. 61, p. 1 (1956).

41. Rishbeth, H. — An Investigation of the Radio Source O6N2A in Gemini. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 494-504 (1956).

42. Shain, C. A., Mitra, A. P. — Effects of Solar Flares on the Absorption of 18.3 Mc/s Cosmic Noise. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 5, p. 316 (1954).

43. Shain, C. A., Kerr, F. J. — A note on Factors Affecting the Interpretation of Observations of Transient Echoes from the Ionosphere. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 6, p. 280 (May, 1955).

44. Shain, C. A. — Changes in the Absorption of Cosmic Noise Observed during Two Ionospheric Disturbances. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 7, p. 347 (1955).

45. Shain, C. A. — 18.3 Mc/s Radiation from Jupiter. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 61-73 (1956).

46. Shain, C. A. — Galactic Absorption of 19.7 Mc/s Radiation. *Aust. J. Phys.*, Vol. 10, p. 195 (1957).

47. Slee, O. B. — Apparent Intensity Variations of the Radio Source Hydra-A. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 498 (Dec., 1955).

48. Slee, O. B. — Occultation of a Radio Source by the Solar Corona, Observatory (sous presse).

49. Smerd, S. F. — Non-Linear Plasma Oscillations and Bursts of Solar Radio Emission. *Nature*, Vol. 175, p. 297 (Feb. 12, 1955).

50. Smerd, S. F., Wild, J. P. — The Effects of Incomplete Resolution on Surface Distributions Derived from Strip-Scanning Observations, with Particular Reference to an Application in Radio Astronomy. *Phil. Mag.*, Vol. 2, 119-130 (1957).

51. Swarup. G., Parthasarathy, R. — Solar Brightness Distribution at a Wavelength of 60 cm. Part I : The Quite Sun. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 487 (Dec., 1955).

52. De Vaucouleurs, G., Sheridan, K. V. — Radio and Optical Intensity Distributions in the Centaurus Source (NGC 5128). I.A.U. Symposium, Jodrell Bank, Manchester (Aug., 1955).

53. Weiss, A. A. — Radio Echo Observations of Meteors in the Southern Hemisphere. *Aust. J. Phys.*, Vol. 8, p. 148 (1955).

54. Weiss, A. A. — The Distribution of the Orbits of Sporadic Meteors. *Aust. J. Phys.*, Vol. 10, p. 77 (1957).

55. Weiss, A. A. — Meteor Activity in the Southern Hemisphere. *Aust. J. Phys.* (to be published in Vol. 10, n° 2, June, 1957).

56. Wild, J. P. — Observational Radio Astronomy. *Advances in Electronics*, Vol. VII, p. 299 (1955).

57. WILD, J. P. — Solar Radio Noise and the Study of Corpuscular Streams from the Sun. *Solar Eclipses and the Ionosphere,* Pergamon Press, London, 1956.

58. WILD, J. P., ROBERTS, J. A. — The Spectrum of Radio-Star Scintillations and the Nature of Irregularities in the Ionospheric. *J. Atmos. Terr. Phys.*, Vol. 8, 55-75 (1956).

59. WILD, J. P., ROBERTS, J. A. — The Regions of the Ionosphere Responsible for Radio-Star Scintillations. *Nature,* Vol. 178, 377-378 (1956).

60. WILD, J. P., ZIRIN, H. — On the Association of Solar Radio Emission and Solar Prominences. *Aust. J. Phys.*, Vol. 9, 315-323 (1956).

61. WILD, J. P. — Spectral Observations of Solar Activity at Metre Wavelengths. I.A.U. Symposium, Jodrell Bank, Manchester (Aug., 1955).

Belgique

N° 14. — Rapport du Comité National à la Commission V

Activités radioastronomiques en Belgique et au Congo belge

R. COUTREZ

I. — BELGIQUE

Une station radioastronomique a été constituée en Belgique au cours de l'année 1954. Cette station est sise à Humain-Rochefort, à une centaine de kilomètres de Bruxelles, et jouit d'un climat radioélectrique favorable. Sa position géographique est définie par : longitude 5°20, 8 E, latitude 50°12, 5 N, altitude 295 m.

La station est placée sous la responsabilité du Service de Radioastronomie et de Physique solaire de l'Observatoire royal deBelgique à Uccle et comprend actuellement les instruments suivants :

a) radiotélescope parabolique de 6 m de diamètre, équipé d'un récepteur ultrastable sans permutation (facteur de bruit 2,2), destiné principalement aux mesures radiosolaires sur 169 Mc/s. La monture du paraboloïde est équatoriale mais peut être convertie simplement en monture azimutale pour les mesures du flux dans la région nord du ciel.

b) radiotélescope parabolique de 7,50 m de diamètre du type Wurzburg, équipé d'un récepteur ultrastable sans permutation, destiné principalement aux mesures radiosolaires sur 600 Mc/s. Monture azimutale ; guidage sur le soleil au moyen d'un transformateur d'angles électronique avec une précision de l'ordre de 0°2.

c) polarimètre à antennes croisées sur 168 Mc/s, mesurant 50 fois par seconde les composantes gauche et droite et la composante non polarisée de la radiation. La sensibilité du dispositif a été réduite à dessein pour l'étude des transitoires de la radiation solaire.

d) interféromètre à deux antennes paraboliques de 3 m de diamètre, fréquence 900 Mc/s, longueur de base 86 λ, pour la détection des sources solaires et l'étude de la distribution de brillance. La transformation de cet instrument en un « swept lobe interferometer » est en cours et sera complétée pour le début de l'A.G.I.

e) réseau « broadside » à faisceau vertical équipé d'un récepteur sur 25 Mc/s, largeur de faisceau 20°, largeur de bande 0,2 Mc/s, facteur de bruit 3, pour la mesure de l'absorption ionosphérique totale par l'observation du flux galactique.

f) récepteur d'atmosphériques sur 27 kc/s.

Un grand interféromètre à antennes multiples est actuellement à l'étude (longueurs de base Est-Ouest 850 m (32 antennes paraboliques de 3 m), Nord-Sud 350 m (16 antennes) ; fréquence probable 300 Mc/s) mais ne sera pas en service avant deux ans.

La station de Humain s'occupe principalement d'observations *radiosolaires*, et accessoirement d'observations galactiques et autres. Les observations radiosolaires y sont faites en parallèle avec les observations optiques faites à Uccle, en lumière totale et sur la raie Hα, à la table équatoriale automatique du Service de Physique solaire. Les résultats des observations sont centralisés à Uccle où l'on dispose des facilités nécessaires pour leur réduction et leur mise en corrélation. De plus le Service dispose à Uccle d'un laboratoire bien équipé pour la construction, la mise au point et l'étude des radiomètres et des dispositifs électroniques associés.

A) *Observations courantes.* — Mesures du flux radiosolaire sur 169 et 600 Mc/s ; mesures de polarisation sur 168 Mc/s.

Publication mensuelle d'un rapport miméographié destiné aux observatoires et stations spécialisées sous le titre « Observations radioélectriques », depuis janvier 1956 sans interruption. Jusque juillet 1956, seule fréquence utilisée 169 Mc/s. A partir d'août 1956, 169 et 600 Mc/s. A partir de mars 1957, 169, 600 Mc/s et données polarimétriques sur 168 Mc/s.

Ces rapports complètent les données solaires optiques miméographiées par rotation sous le titre « Observations photosphériques et chromosphériques » depuis janvier 1954 et « Observations des tâches solaires » depuis mars 1940.

Publication quadrimensuelle du « rapport sur l'activité solaire » groupant les observations radioélectriques, optiques, de propagation et de géomagnétisme qui y sont relatives.

Les rapports paraissent à plus ou moins court délai dans la revue « Ciel et Terre » de la Société belge d'Astronomie, et sont repris ensuite avec un délai plus long dans les « Communications de l'Observatoire royal de Belgique ». Ils comprennent la statistique des tâches solaires, leur évolution, les données sur les protubérances et les éruptions, des cartes héliographiques de la chromosphère en Hα, la valeur du flux radiosolaire, son caractère et sa variabilité par période de 3 heures, les données sur les événements remarquables classés *a*) dans l'échelle du *Quarterly Bulletin*, *b*) dans celle de Cornell University modifiée.

B) *Observations occasionnelles.* — En attendant la mise en service régulier de l'interféromètre « swept lobe » sur 900 Mc/s, l'instrument décrit au paragraphe I*d* a été utilisé en 1956 par C. Stockmans comme interféromètre de dérive. Des plages actives ont été détectées et localisées au-dessus de grands groupes de tâches. La distribution de brillance a été évaluée et paraît bien suivre dans ses grandes lignes celle établie par Christiansen sur 1420Mc/s. Cette étude sera reprise ultérieurement au moyen de l'interféromètre « swept lobe ».

Plusieurs membres de l'Observatoire (P. Bourgeois, R. Coutrez, E. Pourbaix, J. De Lange) ont participé aux observations, sur 169 Mc/s, de l'éclipse solaire du 30 juin 1954 sur une base relativement perpendiculaire à la ligne de centralité et s'étendant du cercle polaire boréal à l'équateur. Ces observations étaient faites en coopération avec l'Ecole Normale Supérieure de Paris et l'I.R.S.A.C. La station nord (Jokkmokk) était occupée par l'Ob-

servatoire. L'analyse de trois courbes homogènes de l'éclipse sur 169 Mc/s obtenues à Jokkmokk, Göteborg et Paris-Marcoussis a été faite par R. Coutrez en 1956, et une méthode permettant une détermination de la distribution de brillance sans hypothèse a été établie. La distribution obtenue est elliptique, sans assombrissement vers le centre, et sa légère asymétrie peut être mise en relation avec des plages chromosphériques légèrement actives le 30 juin 1954. Comparaison a été faite avec un modèle symétrique à assombrissement vers le centre (d'après les observations interférométriques de Cambridge sur 1,4 m) mais l'adoption de ce modèle ne paraît pas conduire aux courbes observées sur 1,77 m. D'autre part, l'examen des erreurs probables sur la fonction de brillance indique nettement qu'une détermination certaine de la distribution de brillance du Soleil calme par la méthode des éclipses sur ondes métriques ne pourra être obtenue qu'au prix d'un accroissement très sérieux (de l'ordre de 10 fois) de la précision des mesures (actuellement de l'ordre du pour-cent).

Une carte des isophotes galactiques sur 169 Mc/s a été entreprise et complétée en 1957 par A. Koeckelenbergh pour toutes les ascensions droites et pour les déclinaisons comprises entre $-30°$ et $+90°$. La distribution accuse au centre galactique une température d'antenne de 270° K (8.10^{-22} $W.m^{-2}.c/s^{-1}$) et pour les régions les plus froides une température d'antenne de 15° K. Cette température atteint 75° K au pôle nord équatorial et 15 à 30° K au pôle galactique nord. Les sources Cygnus A et Cygnus X sont dédoublées et accusent ainsi que Cas A une température d'antenne (moyenne dans le lobe de 18°) de 130° K. L'éperon polaire nord apparaît très nettement et comporte le repli signalé par Denisse, Leroux et Steinberg sur 900 Mc/s (cf. CR Paris 240.278.280, 1955). L'incertitude sur la température d'antenne, due surtout aux imperfections de pointage, atteint 15° K pour les régions froides et 5 à 10° K pour les régions chaudes. Les corrections de lobe vont être apportées sur la carte définitive.

Une observation radioélectrique de la comète 1956*h* a été effectuée par A. Koeckelenbergh le 10 avril 1957, au voisinage du passage au périhélie. La densité de flux de la comète a pu être évaluée à 55.10^{-24} $W.m^{-2}.c/s^{-1}$ (à 30 % près) ce qui correspond à une température d'antenne de 29° K, et son extension apparente à 8 degrés en déclinaison. Les divers pointés se groupent dans

le voisinage de la position calculée d'après l'orbite parabolique de Hasegawa.

C) *Publications*

Rapports et notes miméographiées sur les observations radioélectriques solaires. Cf. par I.A. Expédition mensuelle aux observatoires et stations spécialisées.

Rapports quadrimensuels sur l'activité solaire. Cf. par I.A.

R. Coutrez, A. Koeckelenbergh, E. Pourbaix. — Observations radioastronomiques de l'éclipse solaire du 25 février 1952 sur 169 MHz. Communications, Observ. royal de Belgique, n° 60, 1953.

R. Coutrez, A. Koeckelenbergh, E. Pourbaix. — Eclipse of the Corona on 169 MHz, 1952, Feb. 25. *The Observatory*, 73, 239, 1953.

R. Coutrez. — Radioastronomie. Ed. du Patrimoine de l'Observatoire royal de Belgique, *ib.* Monographies, n° 5, 383 pp. + VII pp., 1956.

A. Koeckelenbergh. — Extrait de la carte galactique sur 169 MHz dans Radioastronomie, par R. Coutrez.

R.Coutrez. — Observations radioélectriques de l'éclipse solaire du 30 juin, 1954 sur 169 MHz. A paraître dans *Annales d'Astrophysique*, Paris 1957.

II. — Congo belge

Une station radioastronomique est en fonctionnement depuis la station centrale de l'I.R.S.A.C. à Lwiro (Observateur L. van Hemelryck) et est équipée d'un paraboloïde de 6 m de diamètre à monture équatoriale, et d'un récepteur sensible sur 169 Mc/s (récepteur à permutation jusque avril 1957, récepteur direct depuis cette date). Un servomécanisme permet le guidage du radiotélescope sur le soleil et l'incorporation d'un programme convenu d'observations. Des circulaires miméographiées et une publication des résultats radiosolaires sont prévues pour les observations courantes.

La station radioastronomique de l'I.R.S.A.C. a participé à deux reprises, en 1952 et 1954, au programme commun d'observation des éclipses solaires sur 169 Mc/s en coopération avec l'Ecole Normale Supérieure de Paris et l'Observatoire royal de Belgique.

Canada

N° 187. — Rapport de la Commission V du Comité National

Depuis la présentation du rapport précédent, il y a deux ans, il s'est produit un heureux accroissement d'activité dans le domaine de la radio-astronomie au Canada. Ce renouvellement d'activité comprend l'enregistrement et l'étude des scintillations de la brillante étoile radio de la constellation Cassiopée, à plusieurs stations au Canada, ainsi que le programme proposé par l'Université de Toronto lequel consistera à détecter le flux solaire total à une fréquence de 300 Mc/s pendant toute la journée. On obtiendra, par la suite, à l'université la mesure précise des flux en provenance des étoiles radio plus brillantes, ainsi que du soleil.

Observations des parasites solaires, 3000 Mc/s

Voici la dixième année que l'on fait, à Ottawa, au Conseil National des Recherches, des observations régulières du flux radio solaire sur une longueur d'onde de 10.7 cm. Les valeurs journalières du flux ont atteint un minimum au cours de l'été 1954 pour ensuite accuser une hausse rapide en 1955 et en 1956 lorsqu'apparut la phase grandissante actuelle de l'activité solaire. Au cours de la période d'activité solaire minimum on a observé à Ottawa, le 30 juin 1954, une éclipse partielle du soleil. L'éclipse a commencé après le lever du soleil et on a obtenu une mesure de la diminution de la radiation solaire à partir d'une deuxième zone englobant à la fois le soleil et la lune. Cette mesure a été réalisée au moyen d'un réflecteur paraboloïde ayant un diamètre de 10 pieds. Après l'éclipse, lorsque le soleil non obscurci est passé dans le champ de réception du dispositif de 150 pieds, vers midi heure locale, l'émission solaire a été enregistrée sur des bandes nord-sud d'une largeur d'environ 1/8°. Ces deux observations ont été interprétées simultanément au moyen d'une solution de moindre carré afin de montrer que le disque radio est 1.14 fois celui de la photosphère, et que les régions équatoriales sont plus brillantes sur le « limb » que les régions polaires. La température équivalente au centre du disque radio est d'environ 33.000 degrés Kelvin.

Les observations faites avec le dispositif de 150 pieds ont également montré qu'il existait un grand nombre de caractéristiques non résolues sur le disque solaire et il s'est avéré qu'on pourrait

obtenir bon nombre de détails au moyen d'explorations faites avec une antenne de forme plus aiguë. On a cherché à obtenir un meilleur pouvoir séparateur en se servant du long assemblage qui constitue actuellement l'un des éléments d'un nouveau type d'interféromètre pouvant produire un système de réception à lobe unique. Le deuxième élément a été construit comme interféromètre à double élément ayant un pouvoir séparateur égal à celui du long assemblage mais placé à l'ouest de cet assemblage sur l'axe habituel est-ouest. Les deux éléments forment ainsi un interféromètre asymétrique ayant une ouverture de 300 pieds. On se sert dans l'un des bras de connexion, d'un appareil de déphasage rotatif du type « Ryle », et à la sortie du récepteur on se sert d'un détecteur synchrone. Le système qui en résulte est un lobe unique qui résulte de trois facteurs : (1) le système à lobe unique du long assemblage ; (2) le système d'interférence de l'interféromètre simple et (3) le système d'interférence entre l'interféromètre simple et le dispositif. La longueur totale de 300 pieds (environ 900 fois la longueur d'onde) produit un faisceau en forme d'éventail de 2° est-ouest par 2 minutes d'arc nord-sud dont on s'est servi afin d'obtenir des courbes de passage solaire au cours des premiers mois de 1956.

La caractéristique d'absorption que l'on observe rarement après une explosion (burst) fut de nouveau étudiée le 1er mars 1956 et la tache lumineuse correspondante que l'on a observée à l'Observatoire McMath-Hulbert a révélé une matière sombre d'absorption située au même endroit que dans le cas de la tache lumineuse qui fut signalée le 19 mai 1951.

Scintillations

Le Defence Research Board a effectué à Ottawa un enregistrement continu des scintillations de la brillante étoile radio de la constellation Cassiopée sur une fréquence de 50 Mc/s depuis septembre 1953. Les enregistrements ont été faits à l'aide d'un interféromètre comprenant deux dipôles horizontaux séparés par dix longueurs d'onde et orientés de telle façon que cette étoile radio circompolaire puisse être observée pendant 24 heures. Durant ce temps la source se déplace au zénith entre des angles de 13 et de 76 degrés. Un interrupteur d'inversion de phase situé dans le câble allant à une antenne ainsi qu'un détecteur sélectif de phase permet d'annuler le bruit de fond général. On a analysé les

enregistrements de chaque heure de la journée en utilisant seulement les indices de fluctuation de 0 et de 1, ce qui indique respectivement « pas de scintillation » et « scintillation ». Le tracé des pourcentages de scintillations obtenus pour chaque heure de la journée en regard de l'heure astronomique a montré, comme on s'y attendait, la relation entre la hauteur et l'épaisseur de l'ionosphère traversée ; bien qu'il ait été établi en fonction de l'heure locale le graphique a montré de hautes valeurs de jour et des valeurs encore plus hautes pour la nuit — une pointe avant minuit et une deuxième pointe après minuit. Sur une base annuelle, la fréquence critique F2 et l'étalement F ainsi qui les indices K ont permis de voir qu'il existe une corrélation positive avec cette courbe de scintillation.

On a effectué, par la suite, à Ottawa une analyse distincte des données de scintillation sans tenir compte de la scintillation due à la hauteur de l'étoile. Cette analyse a révélé un effet résiduel annuel comprenant cinq caractéristiques. Les modifications notées dans ce système résiduel permettent de penser que le soleil n'est pas la cause prédominante des variations observées mais plutôt (comme le pensent Ryle et Hewish) qu'il existe un mécanisme extérieur au système solaire. Une explication pourrait être que l'accroissement des atomes d'hydrogène par le soleil forme une forte accumulation de particules derrière lui. Partant de cette région de collision les particules tombent vers le soleil et en frappant l'atmosphère de la terre elles contribuent à l'ionisation qui produit les scintillations. De cette manière l'analyse montre que la région de collision est située à 200 millions de milles du soleil et le radiant semble se trouver dans des limites allant de 16 heures 40 minutes à 17 heures en ascension droite et de -20° à -40° en déclinaison. On peut estimer que la vitesse des particules par rapport au plan cosmique est tangentiellement de 28×10^{4} mètres/seconde et radialement vers l'extérieur de 2×10^{4} mètres/seconde.

Pendant l'année géophysique internationale on effectuera au-dessus d'une vaste région géographique la mesure des fluctuations d'intensité de Cassiopée sur 50 Mc/s. Se serviront d'appareils conçus à Ottawa : à Churchill, Manitoba, le Defence Research Board ; à Saskatoon l'Université de la Saskatchewan ; à London, Ontario, l'Université Western Ontario et à Kingston, Ontario, l'Université Queen's. Lors d'une activité solaire intense cet appareil peut enregistrer d'intenses augmentations (bursts) des parasites

solaires. On a donné un exemple en provenance de la station d'Ottawa et daté du 15 janvier 1955.

Parasites auroraux

Au cours d'un orage qui s'est produit le 26 juin 1954 on a capté des parasites sur une série de fréquences de 492, 173, 91 et 49 Mc/s à Ottawa (R. P. L., D. R. B.). On a capté d'autres bruits accentués sur plusieurs bandes au cours du mois de mars 1956. La cause la plus probable de ces bruits est à chercher soit dans l'aurore soit dans une ionosphère perturbée au cours d'une période d'activité solaire accrue.

Observations radio des météores et des aurores

La section des recherches sur la haute atmosphère du Conseil National des Recherches à Ottawa a effectué des études sur les météores et sur les aurores.

On a poursuivi, sur une fréquence de 32 Mc/s l'enregistrement radar d'échos en provenance de météores au cours des principales périodes annuelles d'activités. On a effectué cette étude en se servant de mesures visuelles et d'enregistrements photographiques. L'étude sur les météores a été conduite à la fois par l'Observatoire du Canada et par le Conseil National des Recherches. On met au point, actuellement, des dispositifs radar destinés spécialement à l'étude des météores qui fonctionneront dans la même bande de fréquence et qui sont appelés à fonctionner constamment au cours de l'année géophysique internationale.

Depuis avril 1955, on a enregistré par radar à Ottawa, de façon continue, des échos auroraux sur une fréquence de 50 Mc/s. On a construit quatre appareils émetteur-récepteur identiques qui seront mis en service tout au long de l'année géophysique internationale à Resolute Bay, à Baker Lake, à Saskatoon et à Ottawa.

BIBLIOGRAPHIE

1. Covington, A. E. and Broten, N. W. — An Interferometer for Radio Astronomy with a Single-Lobed Radiation Pattern. *Trans. IRE/PGAP*, July, 1957 (in the press).

2. Covington, A. E., Medd, W. J., Harvey, G. A., Broten, N. W. — Radio Brightness Distribution of the Sun at a Wavelength of 10.7 cm, June 30, 1954 *J. Roy. Astro. Soc. Canada*, **49**, 235, 1955.

3. COVINGTON, A. E. — Radio Science and Astronomy. *J. Roy. Astro. Soc. Canada*, **49**, 156, 1955.

4. HARROWER, G. A. — Radio Star Scintillations and Interstellar Hydrogen. *Nature*, **179**, 608, 1957.

5. HARTZ, T. R. — A Solar Noise Outburst of January 15, 1955. *Nature*, **175**, 908, 1955.

6. MCKINLEY, D. W. R. — Radio Determination of the Orbit of the Eta Aquarid Meteors. *Ap. J.*, **122**, 513, 1955.

7. MCKINLEY, D. W. R. — Some Factors Affecting the Radio Determination of Meteoric Velocities. *Naturwissenschaften*, **43**, 221, 1956.

8. MILLMAN, P. M., MCKINLEY, D. W. R. — Meteor Echo Durations and Visual Magnitudes. *Can. J. Phys.*, **34**, 50, 1956.

9. MILLMAN, P. M. — The Physics of Meteors. *Phys. in Canada*, **12**, 7, 1956.

Etats-Unis

N° 299. — Rapport de la Commission V du Comité National

(*Traduction*)

HARVARD COLLEGE OBSERVATORY

(AGASSIZ STATION)

Jusqu'en juillet 1956, les observations ont été effectuées au moyen d'un radiotélescope de 7,3 m d'ouverture. En juillet 1956 un réflecteur de 18 m a été mis en service. Les programmes principaux actuellement suivis sont résumés ci-après :

Sujet	Résultats principaux	Etat des recherches (juin 1957)
1. *Hydrogène dans les associations stellaires.* *a*) Orion.	Poursuite des observations au radiotélescope de 7,3 m. Mise en évidence d'une distribution asymétrique des masses dans la région en expansion.	Observations en progrès. Les résultats en seront publiés dans *Ap. J.*

Sujet	Résultats principaux	Etat des recherches (juin 1957)
b) Orionis	Mise en évidence d'un accroissement de densité à la périphérie de la région H_{II} et d'une expansion de cette région.	Programme achevé ; résultats en cours de publication.
c) I Lacertae	Mise en évidence d'un accroissement de densité et d'une expansion de l'hydrogène avoisinant l'association stellaire.	Ce travail progresse.
2. Structures galactiques dans Monoceros, Ophiuchus et Cygnus.	Les observations faites dans la région de Cygnus indiquent des effets d'absorption particuliers.	Programme achevé ; l'étude des résultats progresse.
3. Profils d'absorption des radiosources sur 21 cm.	Cas A, Tau A et Cyg A ont été mesurées. Cyg A montre de nouvelles composantes d'absorption. D'autres sources seront également étudiées.	L'analyse des résultats progresse.
4. Hydrogène dans les amas galactiques.	Mise en évidence définitive de l'hydrogène dans les amas galactiques : Pléiades, Praesepe, *h* et χ Persei, Coma Berenices. Résultats en accord avec les théories d'évolution stellaire.	Les observations progressent.
5. Turbulence dans le milieu interstellaire.		En progrès.
6. Observations de l'hydrogène dans les galaxies extérieures.		
a) M33, M31, M81, M51, M32.	M33 a été détectée ; son extension au-delà des dimensions optiques est considérable. Même résultat pour M31.	Résultats préliminaires, en cours de publication dans les PASP. Les observations continuent.
7. Observation des amas de galaxies.		En progrès.
8. Recherche de la matière intergalactique.		En progrès.

Université d'Alabama

Les travaux entrepris à l'Université d'Alabama en radioastronomie ont été consacrés à peu près exclusivement à des études solaires aux longueurs d'onde millimétriques ; certaines mesures de la température de la lune et de l'absorption atmosphérique ont également été faites. Les premières observations solaires furent effectuées en décembre 1955 ; la période de décembre 1955 à mai 1956 fut consacrée aux observations du Soleil et de l'absorption atmosphérique sur 7,5 mm. Les mesures indiquèrent une température solaire de 5700° K et une atténuaton atmosphérique zénithale de 0,3 à 0,6 *db* selon les conditions météorologiques.

A partir de mai 1956 le radiomètre utilisé fut modifié en vue d'observations sur 6 mm et les mêmes mesures furent faites sur cette nouvelle longueur d'onde. La température solaire trouvée fut 4500° K et l'atténuation zénithale mesurée varie entre 1,5 *db* par ciel clair et 1,8 à 2,3 *db* par ciel couvert.

En juillet 1956 un programme d'observations de la Lune fut appliqué. Comme le radiomètre était adapté aux observations solaires, la précision de ces mesures n'était pas très grande. Un procédé de calibration étudié au laboratoire donna les meilleurs résultats pour une température d'antenne du même ordre que la température ambiante : de ce fait, un aérien de relativement petites dimensions était requis pour les études solaires, tandis que les études lunaires nécessitaient un aérien plus considérable. Une variation de température lunaire de 30 % aurait cependant pu être détectée. Aucune variation de cet ordre ne fut constatée, aussi bien pendant les phases lunaires successives que pendant l'éclipse totale de novembre 1956. La température lunaire déterminée fut 150° K.

Ces observations solaires, effectuées dans une région spectrale encore inexplorée, sont en bon accord avec les modèles chromosphériques conventionnels. Les mesures d'absorption s'accordent avec les prévisions théoriques (oxygène) de Van Vleck. L'absorption dans les nuages apparaît plus faible que prévu ; il semble donc que la « fenêtre » s'étend plus loin vers les faibles longueurs d'onde qu'on ne le croyait auparavant.

Les travaux entrepris actuellement comprennent des mesures solaires à d'autres longueurs d'onde dans l'intervalle 6-8,5 mm,

la construction d'un radiomètre du type à diode pour l'intervalle 3-4 mm, et celle d'un radiomètre lunaire pourvu d'un paraboloïde de 1,5 m d'ouverture.

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-LABORATOIRES DE BOULDER

Radioémissions de Jupiter. — Des observations radioélectriques de Jupiter ont été faites pendant les hivers 1955-1956 et 1956-1957 aux heures nocturnes, simultanément au moyen d'interféromètres sur 18 et 20 Mc/s. Les faisceaux d'antenne en éventail fournis par ces instruments permettaient d'obtenir chaque nuit un enregistrement comprenant plus d'une période de rotation de la planète. Comme la comparaison avec les données de Shain (1951) l'indique, plusieurs sources, fixes l'une par rapport à l'autre, sont restées actives pendant des années. La période de rotation de ces sources est inférieure d'environ 10 secondes à la période de rotation des nuages (système II).

L'angle du cône de radiation de ces sources, angle déterminé par l'ionosphère de Jupiter, décroît avec l'activité solaire croissante. Cet effet a permis d'investiguer la correspondance entre l'ionosphère jovienne et l'activité solaire ; l'étude détaillée de l'effet en fonction de la longitude fournit une indication concernant les latitudes des sources individuelles.

Le rapport des activités de ces sources sur 20 et 18 Mc/s respectivement est de l'ordre de 0,6 ou même moins. Des impulsions d'une durée de 0.01 sec ont été observées sur des enregistrements à grande vitesse.

Observations radiosolaires. — Des observations continues de l'émission radiosolaire sur 167 et 460 Mc/s sont effectuées du lever au coucher du Soleil pratiquement tous les jours. Grâce à une calibration horaire de la sensibilité des récepteurs, la détermination des densités de flux sur un intervalle dynamique comprenant plusieurs centaines de fois le flux du Soleil calme peut s'effectuer d'une manière cohérente.

Les informations immédiates sur les événements remarquables sont utilisées pour la prévision des conditions de propagation et pour le déclanchement des « journées mondiales » pendant l'A.G.I. Les moyennes trihoraires et journalières du flux et de la variabilité,

et les événements remarquables sont communiquées au *Quarterly Bulletin* et publiées également depuis octobre 1955 dans les CRPL-F Reports. Partie B.

Scintillation des radiosources. — En vue de ces observations, un interféromètre à permutation de phase a été construit. Afin de suivre la source dans son mouvement diurne l'instrument a été pourvu d'une poursuite de phase automatique. De ce fait les scintillations de phase peuvent être enregistrées, d'une manière continue, indépendamment des fluctuations d'amplitude. Le programme actuel de ces observations comprend la détermination de la loi de scintillation de phase en fonction de la fréquence et la comparaison des données sur la scintillation avec les autres données ionosphériques. On espère mettre l'instrument en service en août 1957.

Cornell University

A l'Observatoire radioastronomique d'Ithaca, la surveillance du Soleil sur 200 Mc/s (flux et positions Est-Ouest des sursauts) a été poursuivie dans le cadre de la Sous-Commission V*a* de l'U.R.S.I. Une surveillance des perturbations ionosphériques (évanouissements observés sur les enregistrements de WWV à 5 Mc/s) débuta en février 1957.

A Sacramento Peak, une surveillance solaire sur 200 Mc/s fut maintenue jusqu'en juin 1955.

L'étude de la propagation des ondes polarisées dans la couronne et l'ionosphère (effet Faraday) fut entreprise ; ses conclusions principales furent que la dispersion de polarisation dans la couronne est si grande que des bandes passantes très étroites seraient nécessaires pour apercevoir la polarisation rectiligne, et que la rotation du plan de polarisation dans l'ionosphère doit être de l'ordre de 6 radians à 200 Mc/s. Des expériences en vue d'étudier ces effets ont été proposées.

Un interféromètre de corrélation a été construit et mis à l'étude expérimentale depuis décembre 1956, en vue d'analyser les sursauts radiosolaires. Cet instrument doit servir à investiguer la dispersion de polarisation dans la couronne. A présent, des mesures sur deux bandes sont effectuées, la seconde bande étant observée à l'interféromètre de Tokyo. Des enregistrements solaires simultanés

seront faits durant les périodes diurnes communes aux deux observatoires dans les environs du solstice d'été, en 1957.

Une théorie des scintillations des radiosources basée sur la turbulence ionosphérique a été établie.

Un interféromètre de précision à trois éléments, destiné à des mesures de scintillation et de réfraction, est en voie d'achèvement.

Observatoires du Mt Wilson et du Mt Palomar (Carnegie Institution of Washington, California Institute of Technology)

1. Site à niveau d'interférence faible découvert dans Owens Valley ; arrangements du site complétés (lignes électriques, route, eau, atelier, labo et habitation, voie ferrée).

2. Réflecteur modèle pilote de 9,5 m à monture équatoriale, en service au Palomar depuis l'an passé. Travaux sur 21 cm, principalement un relevé galactique entre -30° et -50° de déclinaison.

3. Interféromètre sur 25 Mc/s en service à Owens Valley ; scintillation des radiosources.

4. Projet de deux paraboloïdes de 27 m à monture équatoriale achevé ; fabrication prête à débuter.

Naval Research Laboratory Washington DC

Raie de l'hydrogène. — Des mesures d'absorption ont été utilisées pour arriver à déterminer les distances des radiosources Cas A (Hagen, Lilley et Mc Clain, 1955) et Sgr A (Mc Clain, 1955). Dans le cas de Cas A, une forte corrélation des vitesses dans les domaines d'absorption et d'émission du bras spiral indique une distance supérieure à 2,5 kpc. Dans le cas plus complexe de Sgr A, une distance probable de 3 kpc est indiquée par les mesures du NRL au paraboloïde de 15 m. Le déplacement vers le rouge a été mesuré dans la paire de galaxies en collision Cyg A par Lilley et McClain (1956), qui ont indiqué une constance de $\Delta\lambda/\lambda$ à 5.10^{-5} près. Lilley (1955) a attiré l'attention sur l'avantage des grandes antennes pour la recherche de raies spectrales additionnelles en absorption. Cet avantage résulte directement de l'accroissement de température d'antenne produite par la radiosource adoptée comme

source de fond. Mc Clain (1956) a indiqué l'intérêt des grandes antennes dans la mesure du déplacement cosmologique vers le rouge des galaxies externes et pour la détection de l'hydrogène intergalactique. Une discussion est faite en outre des dispositifs de guidage précis qui doivent être incorporés à ces grandes antennes afin d'en retirer tout le bénéfice qu'elles réservent. Lilley (1957) a discuté les types de mesures radioastronomiques qui peuvent présenter un intérêt cosmologique. En particulier le problème du déplacement vers le rouge en fonction de la distance fut discuté en vue d'études au moyen d'un paraboloïde de 42 m. Les calculs montrèrent que le « red-shift » significatif observé pour la source du Cygne pourrait être constaté sur des sources quatre fois plus distantes que celles étudiables par les moyens optiques ; ces mesures sont donc bien adaptées à discriminer les modèles cosmologiques d'après la loi du déplacement vers le rouge en fonction de la distance qu'ils réservent.

Raie de OH sur 18 *cm.* — Barrett et Lilley (1957*a*), en examinant la possibilité de détecter la raie OH sur 18 cm, ont conclu que pour les transitions dipolaires électriques la température d'état T*s* qui caractérise la distribution sur les niveaux peut être sérieusement influencée par la température de radiation T*r* du voisinage. Ce résultat suggère que les transitions dipolaires électriques peuvent plus facilement être observées en absorption qu'en émission. Barrett et Lilley (1957*b*) ont obtenu un résultat négatif dans leur recherche de OH. Les régions observées furent 1) le centre galactique 2) l'anticentre, 3) la direction exacte de Cas A, 4) l'atmosphère terrestre en utilisant le Soleil comme source de fond.

Etudes solaires. — L'éclipse solaire du 30 juin 1954 fut observée à Oskarshamm (Suède) par Gibson, Coates et Hagen à 8,6 mm de longueur d'onde, et la distribution de brillance radiosolaire en fut déduite. La courbe de brillance est essentiellement plate depuis le centre du disque jusqu'à la distance angulaire de II, se creuse légèrement jusqu'à un minimum à 14,5′, atteint un sommet juste à l'extérieur du limbe optique, et retombe ensuite rapidement. L'aplatissement de la courbe et la chute légère à 14,5′ sont incompatibles avec les modèles antérieurs de chromosphère.

Un programme d'observations fut entrepris par Coates (1957*a*) afin d'investiguer la distribution à des longueurs d'onde beaucoup plus courtes (4,3 mm). Dans ce but un radiomètre sensible fut étudié et connecté à un réflecteur parabolique de 3 m d'ouverture. Des balayages répétés du disque solaire furent effectués à l'aide du faisceau d'antenne de 6,7′ obtenu. La température à 4,3 mm de longueur d'onde s'éleva à 7000 $\pm$ 700° K ; la distribution de brillance fut trouvée essentiellement uniforme sur un disque plus large de 1 % que le disque optique.

Un nouveau modèle chromosphérique tenant compte des spicules a été établi par Hagen (1956) pour expliquer l'éclaircissement au limbe et au centre du disque constaté sur 8 mm de longueur d'onde à l'aide du paraboloïde de 15 m d'ouverture et précisé lors des mesures d'éclipse sur 8 mm en 1954. Ce modèle a été étendu par Coates (1956*b*) pour tenir compte des données d'observation sur 8,6 et 4,3 mm. Les spicules y sont assimilées à des cylindres d'un diamètre de 1500 km dont la base repose sur la photosphère et dont le sommet s'élève à des altitudes de 3000 à 18.000 km. Leur nombre diminue rapidement quand l'altitude s'accroît. Elles sont distribuées angulairement autour de la direction radiale prédominante. Le gaz entre les spicules est chaud et les spicules elles-mêmes sont à basse température ; celle-ci, déduite des observations sur ondes millimétriques, s'élève à 6400° K.

La radiation solaire à 9,4 cm de longueur d'onde a été mesurée pendant l'éclipse du 30 juin 1954 par Mayer, Sloanaker et Hagen (sous presse) en utilisant une antenne à faisceau effilé de 3,5° à mi-puissance. La courbe d'occultation obtenue fut transformée en distribution radiale de brillance moyennant l'hypothèse d'une symétrie circulaire. Cette distribution est en bon accord avec les prévisions théoriques. Une redistribution d'une fraction faible de la radiation intégrée sur la région équatoriale du limbe améliore l'accord du modèle et des données d'observation.

Radiosources. — Roman et Haddock (1956) ont établi un modèle de radiosource non thermique qui explique le palier apparent du spectre dans l'intervalle de 300 Mc/s. Comme l'effet est supposé provenir d'une occultation partielle de la source par les régions H_{II} associées, ce modèle peut rendre compte, au prix de légères modifications, des formes assez diverses du spectre des radiosources.

Le spectre de 7 radiosources a été étendu jusque 3,15 cm de longueur d'onde par Haddock et Mc Cullough (1955). Trois nébuleuses par émission, les trois radiosources non thermiques les plus intenses, et le centre galactique ont été investigués. Il fut remarqué que la source située dans la direction du centre galactique est probablement thermique avec deux structures plausibles *a*) une sphère de Strömgren au centre lui-même, *b*) une région H_{II} à 3 kpc associée à un groupe OB connu.

La radiation des planètes Vénus, Mars et Jupiter a été observée par Mayer, Sloanaker, et Mc Cullough (1957) à 3,15 cm de longueur d'onde au moyen du paraboloïde de 15 m du NRL. L'intensité observée pour Mars et Jupiter est en bon accord avec l'intensité de la variation thermique déduite des mesures infrarouges. L'intensitée observée pour Vénus est supérieure à l'intensité thermique prédite.

Un relevé de radiosources a été terminé récemment par Roman et Yaplee à 440 Mc/s. Les résultats obtenus s'accordent assez bien avec ceux de Seeger en Hollande et fournissent un nouvel argument concernant la nature mixte thermique et non thermique de 17 S 2 A. Les résultats en seront publiés prochainement.

Pour obtenir plus d'information sur la nature des surfaces planétaires Grant et Yaplee (sous presse) ont procédé à des investigations extensives sur la diffusion arrière de surfaces terrestres et maritimes à incidence quasi-verticale. Des pouvoirs diffusants allant du type classique au type quasi-spéculaire ont été constatés et mesurés.

Des mesures de la radiation thermique de la Lune ont été entreprises par Gibson (1957*a*) dans le voisinage de 35 Gc/s, en vue d'investiguer la variation de température de brillance avec la phase lunaire, déterminée pour la première fois par Piddington et Minnett à 24 Gc/s. Les résultats indiquent une variation de 225° K à 145° K, plus complexe que sinusoïdale avec la phase. La brillance lunaire équatoriale varie de la manière attendue ; sa forme est en bon accord avec celle de la brillance centrale durant une lunaison. L'observation de deux éclipses de Lune n'a pas indiqué de variation mesurable durant les quelques heures de l'éclipse. La comparaison de ces résultats avec les calculs de Jaeger suggère une surface lunaire couverte d'une fine poussière de conductivité thermique

très basse, distribuée dans une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur.

En relation avec les travaux précédents sur la Lune, Gibson (1957*b*) a étudié l'absorption atmosphérique relative en fonction de la hauteur apparente aux longueurs d'onde de 0,86, 1.8 et 3 cm. La température équivalente de la radiation propre atmosphérique a été déduite ; des expressions pour les coefficients de transmission de l'équation de transfert radiatif dans l'atmosphère ont été établies. Deux méthodes expérimentales utilisées à 0,86 cm pour déterminer l'atténuation atmosphérique furent trouvées en accord mutuel avec les prévisions théoriques. L'équipement utilisé pour ces mesures a été décrit en détail par Gibson (1956).

Ohio State University

Les observations radioastronomiques à Ohio State ont débuté en 1952 à un instrument de passage méridien constitué par 48 hélices montées sur un plan d'acier inclinable. A la fin de 1953 le nombre des hélices fut porté à 96, sur un plan étendu de 48 m (est-ouest) sur 6 m 60. L'aérien possède un faisceau en éventail de 1° en ascension droite et de 8° en déclinaison à 250 Mc/s. L'antenne fut utilisée par H. C. Ko pour des études extensives de la radiation galactique sur 1 m 20 de longueur d'onde et l'établissement d'une carte détaillée d'isophotes. Elle fut encore utilisée pour investiguer de nombreuses radiosources localisées ou étendues. Ces travaux comprennent également une étude de la distribution de brillance de la nébuleuse d'Andromède, de la position du noyau galactique, de la distribution des radiosources en magnitude, de la radiation de la Nébuleuse Rosette, et de la distribution de la radiation galactique.

Une phase importante des travaux radioastronomiques à Ohio State consista dans le développement de nouveaux types d'antennes pour les radiotélescopes et dans l'étude de leurs caractéristiques et performances. En particulier, un dispositif prometteur de grande ouverture a été étudié ; ce dispositif consiste en un paraboloïde fixe illuminé par l'intermédiaire d'un réflecteur plan inclinable, le sol faisant partie intégrante de la structure d'antenne aussi bien mécaniquement qu'électriquement. Cet aérien a une large bande (fréquences variant de 1 à 10), possède une ouverture large, et est peu coûteux. Le dispositif est spécialement approprié au tracé

des isophotes, à la localisation des radiosources, et aux études spectrales. Bien qu'il consiste essentiellement en un instrument de passage méridien, il peut être aménagé de manière à permettre la poursuite d'objets dans le voisinage du méridien sur des intervalles de temps modérés.

Les ondes d'origine extraterrestre sont réfléchies par la surface plane inclinable vers le paraboloïde puis récoltées par un cornet ou un autre élément sensible au foyer principal. Les surfaces réfléchissantes du plan et du paraboloïde sont formées d'un réseau grossier de fils métalliques. La seule structure mobile est le plan réfléchissant. Comme les irrégularités d'une surface plane peuvent être aisément contrôlées, il n'est pas nécessaire que la structure mobile soit rigide. Il en résulte une grande économie. Le réflecteur est incliné par l'intermédiaire de câbles indépendants qui lui donnent, grâce à des ajustements individuels, la planéité désirée. Celle-ci peut être contrôlée au moyen d'une lunette placée à l'une des extrémités du plan réfléchissant.

Il est beaucoup plus difficile de maintenir des tolérances suffisamment étroites pour un paraboloïde, spécialement si celui-ci est déplaçable. Cette difficulté est réduite dans le présent cas en rendant le paraboloïde fixe ; le coût en est réduit proportionnellement. De ce fait, le sol lui-même forme le support principal du paraboloïde et la difficulté de maintenir des tolérances convenables est ramenée à un minimum. Seul le plan réfléchissant est mobile ; une inclinaison de 65° suffit pour observer à peu près tout le ciel. En rendant le paraboloïde considérablement plus large que haut, une économie appréciable est réalisée parce que le coût d'une telle structure varie à peu près comme le cube de sa hauteur. En outre, la faible hauteur totale rend le radiotélescope moins sensible aux interférences terrestres parce que celles-ci augmentent considérablement avec la hauteur au-dessus du sol.

Le dispositif a été essayé à échelle réduite (3,60 m de long, sur 1,25 cm de longueur d'onde). Les diagrammes d'antenne mesurés sur le modèle réduit peuvent être reproduits pour un modèle réel en vertu du principe de similitude. Les diagrammes et performances constatés furent si satisfaisants que le modèle fut mis en service comme radiotéléscope à 1,25 cm pour les observations solaires et lunaires.

Spécifiquement, ce modèle équivaut à un télescope de 210 m

× 21 m d'ouverture opérant à 70 cm de longueur d'onde. Un crédit attribué par la National Science Foundation permit de mettre en construction à Ohio State (Wesleyan Radio Observatory) un télescope de ce type dont le paraboloïde aura 110 m de long sur 21 m de large. L'antenne de cet instrument est appropriée aux mesures dans l'intervalle de 20 cm à 10 m de longueur d'onde. La construction et l'étude de cette antenne sera faite par les étudiants d'Ohio State University.

En 1956 un paraboloïde de 12 m d'ouverture à monture équatoriale a été terminé et mis en service à Ohio State. Cette antenne appropriée aux mesures de 200 Mc/s à 1000 Mc/s sera utilisée sur 900 Mc/s pour établir la carte détaillée de régions sélectionnées (p. ex. dans Cygnus), et pour des déterminations de réfraction atmosphérique et de scintillations. L'étude de cet aérien, comme celle du paraboloïde fixe de 110 m et celle du réseau à hélices de 48 m, a été faite par les étudiants d'Ohio State. La plupart de ces travaux sont d'ailleurs combinés à ceux des cours et des exercices. Par exemple le projet et l'étude du paraboloïde de 110 m a été faite par R. T. Nash dans sa dissertation doctorale. Le même auteur construisit et étudia le modèle réduit de l'antenne sur 1,25 cm pour sa thèse de fin d'études.

Additionnellement, des observations sur 11 m de longueur d'onde ont été faites au cours de 1956-1957 (Soleil, Jupiter, Vénus, Comète Arend-Roland). Les aériens utilisés comprenaient des interféromètres et un réseau à faisceau orientable de 3 antennes hélicales.

Pendant la période 1954-1957, sept étudiants ont reçu le Master's degree, et deux le Ph. D en radioastronomie à Ohio State. A présent, quatre étudiants y préparent leur thèse de doctorat, et un étudiant sa thèse de Master of Sciences en Radioastronomie.

Université de Michigan
(Ann Arbor, Michigan)

Le programme radioastronomique de l'Université de Michigan fut mis en application en mars 1956 sous les auspices de l'O. N. R. L'objet principal de ce programme est 1) l'étude, la construction et la mise en service d'un équipement destiné à l'examen du spectre de fréquence du Soleil et des radiosources galactiques et extragalactiques, 2) l'interprétation des enregistrements obtenus. La phase initiale du programme concerne l'étude du Soleil actif,

principalement celle des sursauts et explosions des régions actives de l'atmosphère solaire, au moyen de récepteurs panoramiques d'après J. P. Wild à Sydney mais sur des fréquences plus élevées. La seconde phase du programme comprendra la construction d'instruments sur ondes centimétriques pour étudier non seulement le Soleil actif mais encore la radiation galactique et extragalactique.

L'observation radioastronomique a été installée à proximité de l'Observatoire de Portage Lake, situation offrant des communications faciles pour les étudiants. Des routes, des lignes électriques, des points d'eau, un laboratoire, etc. y ont été établis. La station est pourvue d'un radiotélescope de 8,50 m d'ouverture, à monture équatoriale, et pouvant viser tous les points du ciel. Trois récepteurs panoramiques synchronisés mécaniquement, observant 10 fois par seconde la bande de 100 à 600 Mc/s, y sont installés pour l'étude des sursauts radiosolaires ; les signaux fournis par ces récepteurs sont envoyés sur des oscillographes cathodiques et photographiés.

Les observations du spectre radioélectrique sont étroitement coordonnées avec les observations optiques faites à Mc Math-Hulbert Observatory, où les éruptions chromosphériques ont constitué l'objet principal des recherches durant les 20 dernières années.

La seconde phase et l'effort majeur du programme se rapporteront aux recherches sur les fréquences élevées du spectre. Pour étudier le spectre de la radiation galactique et extragalactique et les sursauts radiosolaires à ces fréquences, il est nécessaire de disposer d'un paraboloïde de précision, assez étendu. Un contrat a été passé avec une compagnie commerciale pour l'étude, la construction et la mise en place d'un paraboloïde de 25 mètres orientable à surface complète, pouvant être utilisé jusque 10.000 MHz. L'achèvement de cet instrument est prévu pour l'été 1958.

UNIVERSITÉ DE MICHIGAN
(MC MATH-HULBERT OBSERVATORY, PONTIAC, MICHIGAN)

Perturbations géomagnétiques associées aux éruptions chromosphériques avec grands sursauts aux fréquences inférieures à 200 Mc/s, dans la phase pré-maximum

L'étude de tous les cas du 1er janvier 1949 au 30 avril 1956, pour lesquels il existe une nette évidence (sur la base des données mondiales, 24 h sur 24) d'un sursaut majeur durant la phase pré-

maximum de l'éruption, aux fréquences inférieures ou égales à 200 Mc/s, a montré que cette occurrence est relativement rare. Il est probable que moins de 10 % des éruptions présentent ce type d'émission sur ondes métriques. L'investigation a montré que l'occurrence ou la non-occurrence du « major early burst » défini plus haut peut contribuer à l'identification du petit nombre d'éruptions qui causent les orages géomagnétiques non récurrents à début brusque. De tels orages géomagnétiques furent signalés par un observatoire au moins dans un délai inférieur à 5 jours, après 92 % des éruptions accompagnées d'un « major early burst ». Le délai moyen entre éruption et début d'orage est 2,5 jours.

Résumé de l'activité Solaire observée visuellement ou photographiquement au moment des orages radiosolaires sur 200 *Mc/s, au minimum Solaire de* 1954

Les enregistrements journaliers de Cornell University sur 200 MHz, et toutes les données du Quarterly Bulletin sur 200 Mc/s, ont été examinés et comparés aux spectrohéliogrammes du Calcium, aux données sur les taches solaires et aux observations d'éruptions pendant l'année 1954. L'étude montre que, pour cette année du minimum Solaire, la radiation renforcée sur 200 Mc/s fut émise dans toutes les régions présentant des éruptions et dans toutes les régions tachées, pour des aires tachées supérieures à 200.10^{-6} hémisphère et des champs magnétiques supérieurs à 1300 gauss. De plus la radiation renforcée se présenta seulement quand ces régions étaient situées sur le disque visible. D'autre part, les plages faculaires relativement étendues et brillantes et les régions d'émission coronale relativement intense sur 5303 A traversèrent le disque Solaire sans augmentation concomitante de la radiation sur 200 Mc/s.

Etude détaillée du développement du centre d'activité du 20 *au* 27 *août* 1954

L'étude de la formation et de la croissance d'une plage et d'une tache sur le disque non perturbé du Soleil, fin août 1954, permit une comparaison relativement non ambiguë des détails optiques avec les détails radioélectriques. La radiation renforcée sur ondes décimétriques suivit étroitement le développement de la plage du Calcium ; l'accord entre l'aire de la plage et l'intensité sur

2800 Mc/s fut meilleur quand l'aire fut exprimée en fractions du disque plutôt qu'en fractions d'hémisphère.

Aux ondes métriques, la radiation renforcée apparut mieux associée à l'activité éruptive qu'à celle des taches et des plages. Aucun sursaut et aucune augmentation de flux ne se manifestèrent à ces longueurs d'onde avant l'apparition d'éruptions dans ce centre d'activité, trois jours après sa formation. Il doit être noté qu'une radiation accrue sur 200 Mc/s, du type « orage », fut enregistrée alors que la région était à plus de 65° du centre du disque.

Contributions

a) « The relation between observed Solar Features and Solar Radioemission.»

b) « Relation between optical Solar Features and Solar Radioemission. »

Ces deux contributions contiennent des informations similaires. Leurs idées peuvent se résumer comme suit :

1) L'événement radioélectrique complet, aussi bien sur ondes métriques que décimétriques, associé à une éruption, paraît comprendre deux parties, dont chacune peut cependant se produire séparément. La première partie (« early part ») consiste en un sursaut soudain qui débute avec l'éruption sur Hα et qui se termine généralement, avant le maximum optique. La seconde partie (« late part ») consiste généralement en un renforcement débutant graduellement et atteignant son maximum quand l'éruption sur Hα décline ou est terminée. A 200 Mc/s la seconde partie *complètement développée* apparaît identique à l'orage radiosolaire.

2) Certaines observations et certaines mesures indiquent que les plages au Calcium sont de meilleurs indicateurs des régions émissives sur ondes décimétriques que les taches. Il devient moins nécessaire de postuler une variation du Soleil « calme » aux ondes décimétriques si les plages sont substituées aux taches comme indicateurs de l'« activité » solaire.

3) La relation entre le diagramme bien défini d'émission d'une éruption chromosphérique à fréquence fixe et le spectre dynamique de cette émission n'est pas claire. Tous les exemples publiés de dérive de fréquence pour les sursauts de type II de Wild (explosions ou « outbursts ») pour lesquels des informations détaillées existent sur les éruptions correspondantes (quatre cas seulement) se rapportent aux derniers stades de l'éruption et, par conséquent, vraisemblablement à la dernière ou seconde partie du double diagramme d'émission.

4) Dans l'hypothèse que les éruptions au début des orages radiosolaires sur 200 Mc/s identifient les régions solaires où l'émission a lieu, il est indiqué qu'en général :

a) pour les régions situées à moins de 25° du méridien central l'amplitude des sursauts superposés est *inférieure* à l'intensité du continuum,

b) pour les régions situées à plus de 50° du méridien central l'amplitude des sursauts superposés est *supérieure* à l'intensité du continuum.

Sommaire des travaux radioastronomiques au Département de Magnétisme Terrestre-Carnegie Institution of Washington, 1953-1957

Croix de Mills. — Un réseau croisé du type suggéré par Mills fut construit en vue d'observations à 13,5 m de longueur d'onde, et mis en service en 1954. Les intensités relatives des radiosources intenses furent mesurées ; la source Cygnus X fut observée en absorption. Un relevé précis d'une bande zénithale du ciel fut effectué.

Jupiter. — Dès 1955 il fut découvert que Jupiter est une radiosource variable sur 13,5 m. Un réseau spécial fut construit pour observer la planète durant de nombreuses heures par jour et pour déterminer la polarisation de son rayonnement. La radiation apparut généralement avec une polarisation circulaire. Les caractéristiques spectrales de la source furent également étudiées.

Le Soleil. — Dans les environs du minimum des taches de 1954, la distribution de brillance du Soleil calme fut mesurée sur 1,45 m au moyen d'un interféromètre à base variable. Les mesures accusèrent une distribution non circulaire, mais en accord général convenable avec celle prédite par Smerd.

Flux. — Des *tentatives* ont été faites en vue de mesurer les valeurs absolues du flux des radiosources intenses. Ces mesures furent toutes accomplies à basse fréquence (10 à 50 Mc/s) au moyen d'antennes simples à gain calculable (dipoles demi-onde) *21 cm.* Des relevés méridiens ont été effectués à plusieurs longitudes galactiques. Un récepteur à 50 canaux construit dans ce but a été mis en service.

BIBLIOGRAPHIE DE RADIOASTRONOMIE AUX E.U.A pour 1954-1957

Baade, Minkowski. — Identification of the Radio Sources in Cassiopeia, Cygnus A., and Puppis A. *Ap. J.*, **119**, 206, 1954.

Baade, Minkowski. — On the Identification of Radio Sources. *Ap. J.*, **119**, 215, 1954.

Baade. — Polarization in the Jet of Messier 87. *Ap. J.*, **123**, 550, 1956.

Barrett, Lilley. — On the Detection of Microwave Spectral Lines in Radio Astronomy. *A. J.*, **62**, 4, 1957.

BARRETT, LILLEY. — A Search for the 18-cm Line of OH in the Interstellar Medium. *A. J.*, **62**, 5, 1957.

BOK. — Radio Studies of Interstellar Hydrogen. *Sky and Telescope*, XIII, 408, 1954.

BOK. — The New Radio Astronomy, The American Scholar, Autumn, 1954.

BOK. — The Relative Concentration of Interstellar Hydrogen and Cosmic Dust, in *Les Particules Solides dans les Astres*, Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liège, XV, 481, 1955.

BOK. — The New Science of Radio Astronomy. *The Scientific Monthly*, **80**, 333, 1955.

BOK. — Gas and Dust in Interstellar Clouds. *Astronomical Journal*, **60** 146, 1955.

BOK, LAWRENCE, MENON. — Radio Observations (21 cm) of Dense Dark Nebulae. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, **67**, 108, 1955.

BOK, EWEN. — Research of the 21 cm Radiation at Agassiz Station. *Astronomical Journal*, **59**, 318, 1955.

BOK. — Jodrell Bank Symposium on Radio Astronomy. *Sky and Telescope*, XV, 21, 1955.

BOK. — 21-cm Astrophysics, In het voetspoor van Kapteyn, Groningen, 1956.

BOK. — Virginia Conference on the Cósmic Distance Scale. *Sky and Telescope*, XV, 345, 1956.

BOK. — Progress Report on the Project in Radio Astronomy at the G. R. Agassiz Station of Harvard Observatory, Jodrell Bank Symposium, 1955.

BOK, EWEN, HEESCHEN. — The George R. Agassiz Radio Telescope of Harvard Observatory. *A. J.*, **62**, 8, 1957.

BOLTON. — Distribution of Radio Stars. *The Observatory*, **76**, 62, 1956.

BOLTON. — Radio Telescopes for Position Finding. *Astronomical Journ.*, **61**, 168, 1956.

BOLTON, WILD. — On the Possibility of Measuring Interstellar Magnetic Fields by 21-cm Zeeman Splitting. *Astrophysical Journ.*, **125**, 296, 1956.

BOLTON. — Radio Astronomy of Galaxies. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, **68**, 477, 1956.

BOOKER. — Turbulence in the Ionosphere with Applications to Meteor-Trails, Radio-Star Scintillation, Auroral Radar Echoes, and Other Phenomena. *Jour. Geophys. Res.*, **61**, 673, 1956.

BOOKER. — A Theory of Radio Star Scintillation Based on Ionospheric Turbulence, presented at Cambridge, Mass. meeting of AAS, May, 1956, and at Washington, D. C. meeting of U.R.S.I., May 1957.

BOWLES. — Doppler Shifted Radio Echoes from Aurora. *Jour. Geophys. Res.*, **59**, 553-555, 1954.

BRACEWELL. — Chord Construction for Correcting Aerial Smoothing. *Aust. J. Phys.*, **8**, 200-205, 1955.

BRACEWELL. — Strip Integration in Radio Astronomy. *Aust. J. Phys.*, **9**, 198-217, 1956.

BRACEWELL, PRESTON. — Radio Reflection and Refraction Phenomena in the High Solar Corona. *Ap. J.*, **123**, 14, 1956.

BURBIDGE. — Galactic Radio Emission and the Energy Released in Nuclear Collisions of Primary Cosmic-Ray Protons. *Phys. Rev.*, **103**, 264-265, 1956.

BURBIDGE. — The Halo Distribution of Radio Emission and Extended Magnetic Fields in Our Galaxy and M31. *Ap. J.*, **123**, 178, 1956.

BURBIDGE. — On Synchrotron Radiation from Messier 87. *Ap. J.*, **124**, 416, 1956.

BURBIDGE, BURBIDGE. — The Sources of Radio Emission in NGC 5128 and NGC 1316. *Ap. J.*, **125**, 1, 1957.

BURKE, FRANKLIN. — Radio Emission from Jupiter. *Nature*, London, **175**, 1074, 1955.

BURKE, FRANKLIN. — Observations of a Variable Radio Source Associated with the Planet Jupiter. *Jour. Geophys. Res.*, **60**, 213-217, 1955.

BURKE, FRANKLIN. — High Resolution Radio Astronomy at 13.5 Meters. *Astron. J.*, **60**, 155, 1955.

BURKE. — Mills Cross Telescopes. *Astron. J.*, **61**, 167-168 1956.

BURKE, TUVE. — Interferometers in Radio Astronomy. *Smithsonian Contributions to Astrophysics*, Vol. 1, nº 1. New Horizons in Astronomy, pp. 31-36, 1956.

BURKE. — Systematic Distortion of the Outer Regions of the Galaxy. *Astron. J.*, **62**, 90, 1957.

CHAMBERLAIN. — Excitation in Nebulae : Charge Transfer and the Cassiopeia Radio Source. *Ap. J.*, **124**, 390, 1956.

COATES. — Solar Radiation at 4 mm Wavelength. *A. J.*, **62**, 90, 1957.

COATES. — A Millimeter Wavelength Investigation of the Solar Chromosphere, dissertation, Johns Hopkins University, 1957.

COHEN. — A Polarimeter for the Cornell University Radio Observatory, Ithaca, New York. *EE Report* 278, School of Electrical Engineering, Cornell University, Jan. 1956.

COHEN. — Interpretation of Radio Polarization Data in Terms of Faraday Rotation. *EE Report* 295, School of Electrical Engineering, Cornell University, May 1956.

COHEN. — An 8.2 cm Solar Receiver and Heliostat. *EE Report* 297, School of Electrical Engineering, Cornell University, July 1956.

COHEN, SCHIFFMACHER. — Some Solar Observations with the Cornell Narrow-Band Radio Polarimeter, presented at Cambridge, Mass., meeting of AAS, May, 1957, and at Washington, D. C., meeting of U.R.S.I., May 1957.

COPELAND, MITCHELL, WHITEHURST. — Solar Radiation and Atmospheric Attenuation at 6 mm Wavelength. *Interim Report* nº 1, Office of Ordnance Research, U. S. Army, Aug. 1, 1956.

COPELAND, DOZIER, WHITEHURST. — A Crystal-Audio Radiometer Analysis. *Interim Report* nº 2, Office of Ordnance Research, U. S. Army, Feb. 20, 1957.

DAVIS. — 21-cm Observations Near Galactic Longitude 120º. *Astrophysical Journ.*, **125**, 391, 1957.

DIETER. — 21-cm Observations of M33-PASP (sous presse).

DODSON, HEDEMAN, COVINGTON. — Solar Flares and Associated 2800 Mc/s (10.7 cm) Radiation. *Ap. J.*, **119**, 541, 1954.

DODSON. — The Relation between Observed Solar Features and Solar Radio Emission. *Proc. Nat. Electronics Conference*, 11, 498-505, 1955.

DODSON. — Relation between Optical Solar Features and Solar Radio Emission. *Report of the Manchester Radio Astronomy Conference*, paper 60, 327-333, 1955.

DODSON, HEDEMAN. — Detailed Study of the Development of an Active Solar Region, 1954 Aug. 20-27. *M. N.*, **116**, 428, 1956.

DODSON, HEDEMAN. — Resume of Visually and Photographically Observed Solar Activity at Times of 200 Mc/s Noise Storms Near the 1954 Solar Minimum. *Ap. J.*, **125**, 827, 1957.

DUENO. — Low-Angle Fluctuations of the Radio Star Cassiopeia as Observed at Ithaca, N. Y., and Their Relation to the Incidence of Sporadic E. *J. Geophys. Res.*, **61**, 535-540, 1956.

DWU. — Radio Observations of the Sun, 1953, 1954. *EE Report* 238, School of Electrical Engineering, Cornell University, Nov. 1955.

EWEN. — Interstellar Hydrogen 21 cm Radio Receiver, Jodrell Bank Symposium, 1955.

EWEN. — Radio Receivers for Galactic Line Spectra. *Proceedings of the National Electronics Conference in Chicago*, Oct. 1955.

FAN. — Nonthermal Radio Emission of the Galaxy and the Origin of Cosmic Radiations. *Ap. J.*, **123**, 491, 1956.

FIELD. — A VHF Bridged-T Crystal Oscillator and Measurement of Its Frequency Stability. *EE Report* 216, School of Electrical Engineering, Cornell University, Aug. 1954.

FIELD. — Radiation by Plasma Oscillations. *Ap. J.*, **124**, 555, 1956.

FIROR. — Brightness Distribution of the Sun at 1.45 Meters. *Astron. J.*, **60**, 161, 1955.

FIROR. — Brightness Distribution of the Sun at 1.45 Meters. *Astrophys. J.*, **123**, 320-324, 1956.

FIROR. — Inferences from Radio Signals from the Sun and Planets. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **43**, 2, 1957.

FORBUSH, BURKE. — Absorption of Cosmic Radio Noise at 22.2 Mc/sec Following Solar Flare of Feb. 23, 1956. *J. Geophys. Res.*, **61**, 573-575 1956.

FRANKLIN, BURKE. — Radio Observations of Jupiter. *Astron. J.*, **61**, 177, 1956.

FRANKLIN. — Outer Galactic Structure from O. B. Carbon Stars, and Neutral Hydrogen. *Astron. J.*, **62**, 15, 1957.

GORDY, DITTO, WYMAN, ANDERSON. — Three-Millimeter Wave Radiation from the Sun. *Phys. Rev.*, **99**, 1905, 1955.

GIBSON, J. F. E., 1957*a*. — *Proc. I.R.E.*, Dec. 1957, sous presse.

GIBSON, J. E., 1957*b*. — *NRL Report* n° 4966.

GIBSON, J. E., 1956. — *NRL Report* n° 4864.

GRANT, YAPLEE. — Back Scattering from the Sea and Land at Centimeter and Millimeter Wavelengths. *Proc. I.R.E.*, **45**, 1957.

HATANAKA. — The Faraday Effect in the Earth's Ionosphere with Special Reference to Polarization Measurements of Solar Radio Emission. *EE Report* 257, School of Electrical Engineering, Cornell University.

HADDOCK, MAYER, SLOANAKER. — Radio Emission from the Orion Nebula and Other Sources at 9.4 Centimeters. *Astrophys. Journ.*, **119**, 456, 1954.

HADDOCK, MAYER, SLOANAKER. — Radiation at 10 cm From Discrete Sources and the Orion Nebula. *Journ. Geophys. Res.*, **59**, 155, 1954.

HADDOCK, MAYER, SLOANAKER. — The Discovery of Microwave Celestial Sources. *Report of NRL Progress*, pp. 1-10, 1954.

HADDOCK, MAYER, SLOANAKER. — Eclipse Measurements at Centimeter Wavelengths and Their Interpretation. *Journ. Geophys. Res.*, **59**, 174, 1954.

HADDOCK, MAYER, SLOANAKER. — Radio Observations of Ionized Hydrogen Nebulae and Other Discrete Sources at a Wave-Length of 9.4 cm. *Nature*, 174, 176, 1954.

HADDOCK, MCCULLOUGH. — Extension of Radio Source Spectra to a Wavelength of 3 Centimeters. *Astron. Journ.*, **60**, 161, 1955.

HADDOCK. — Hydrogen Emission Nebulae as Radio Sources. *Proceedings of the I.A.U. Symposium on Radio Astron.*, Manchester, Aug. 1955.

HADDOCK. — The Radial Brightness Distribution of the Sun at 9.4 cm. *Proceedings of the I.A.U. Symposium on Radio Astron.*, Manchester, Aug. 1955.

HADDOCK. — Radio Sources. *Proceedings of the National Electronics Conference*, Vol. XI, p. 496, Oct. 1955.

HAGEN. — Radial Brightness Distribution of the sun at 8 mm. Solar Eclipse and the Ionosphere (special Suppl., Vol. 6 to *J. Atmosph. Terr. Phys*), Pergammon Press, London, p. 253, 1956.

HAGEN, MCCLAIN. — Galactic Absorption of Radio Waves: *Ap. J.*, 120, 368, 1954.

HAGEN, LILLEY, MCCLAIN. — Absorption of 21-cm Radiation by Interstellar Hydrogen. *Ap. J.*, **122**, 361, 1955.

HEESCHEN, LILLEY. — Interstellar Hydrogen and the Local System. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **40**, 1095, 1954.

HEESCHEN. — Some Features of Interstellar Hydrogen in the Section of the Galactic Center. *Ap. J.*, **121**, 569, 1955.

HEESCHEN, DRAKE. — A 21-cm Investigation of the Pleiades. *A. J.*, **61**, 5, 1956.

HEESCHEN, HOWARD. — A 21-cm Study in the Sagittarius-Scutum Region. *A. J.*, **61**, 6, 1956.

HEESCHEN. — Harvard's New Radio Telescope. *Sky and Telescope*, XV, 9, 1956.

HEESCHEN. — 21-cm Line Emission from the Coma Cluster. *Ap. J.*, **124**, 660, 1956.

HEESCHEN, BOK, EWEN. — The George R. Agassiz Radio Telescope of Harvard Observatory. *A. J.*, **62**, 8, 1957.

HEESCHEN. — A 21-cm Line Study of Extra-Galactic Nebulae. *A. J*,. **62**, 18, 1957.

HEESCHEN. — Neutral Hydrogen in M32, M51, and M81. *Ap. J.* (sous presse).

HEESCHEN. — HI Emission from the Corona Borealis and Hercules Clusters of Galaxies. *PASP* (sous presse).

HELFER, TATEL. — Preliminary 21-cm Meridian Plane Surveys. *Astroph. J.*, **121**, 585-603, 1955.

KO, KRAUS. — Radio Map of the Winter Sky. *Sky and Telescope*, **14**, 370, 1955.

KO, KRAUS. — An Investigation of the Cosmic Radio Radiation in the Region of the Galactic Anti-Center. *Report nº* 4, O.S.J. Radio Obs, Reports, June 22, 1955.

KO, KRAUS. — Radio Frequency Radiation from the Rosette Nebula. *Nature* (London), **176**, 221, 1955.

KO, KRAUS. — A New Radio Map of the Sky and a Model of the Galaxy. *Astronomical Journal*, **61**, 182, 1956.

KO, KRAUS. — A New Map of the Radio Sky. *Sky and Telescope*, XVI, 2, 1957.

KRAUS. — Radiation from the Galaxy and Supergalaxy at 250 Megacycles per Second. *Astronomical Journal*, **59**, 113, 1954.

KRAUS, KO. — Radio Map of the Milky Way. *Sky and Telescope*, **14**, 22, 1954.

KRAUS, KO, MATT — Galactic and Localized Source Observations at 250 Mc per Sec *Astronomical Journal*, **59**, 439, 1954

KRAUS, KO — The Radio Position of the Galactic Nucleus *Report nº* 1, O.S.U. Radio Obs, Reports, Dec. 15, 1954.

KRAUS. — A Preliminary Study of the Magnitude Distribution of Celestial Radio Sources. *Report* nº 2, O.S.U. Radio Obs. Reports, Feb. 16, 1955.

KRAUS. — Radio Astronomy at the Ohio State University. *Report* nº 3, O.S.U. Radio Obs. Reports, May 10, 1955.

KRAUS, NACH. — A Design for a Large-Aperture Low-Cost, Radio Telescope. *Report* nº 5, O.S.U. Radio Obs. Reports, Nov. 22, 1955.

KRAUS, KO. — A Detailed Radio Map of the Sky. *Nature* (London), **175**, 159, 1955.

KRAUS. — Radio Telescopes. *Scientific American*, **192**, 36, March 1955.

KRAUS. — Radio Astronomy at the Ohio State University. Graduate School Record (O.S.U.), March 1955.

KRAUS. — Radio Brightness Distribution Across the Andromeda Nebula. *Nature* (London), **175**, 502, 1955.

KRAUS, KO. — The Radio Position of the Galactic Nucleus. *Astrophys. J.*, **122**, 139, 1955.

KRAUS, KO, STOUTENBURG. — A Fluctuation Celestial Radio Source at 242 Megacycles per Second. *Nature* (London), **176**, 304, 1955.

KRAUS. — Resolution, Pattern Effects and Range of Radio Telescopes. *Trans. Inst. Radio Engrs.*, nº 3, p. 445, 1956.

KRAUS. — A Preliminary Study of the Magnitude Distribution of Celestial Radio Sources. *Astronomical Journal*, **60**, 398, 1955.

KRAUS. — Radio Astronomy at the Ohio State University. *News in Engineering (O.S.U.)*, **27**, 9, Nov. 1955.

KRAUS, KO, NASH, STOUTENBURG. — Recent Results in Radio Astronomy at the Ohio State University. Radio Astronomy Symposium, University of Manchester, England, Aug. 1955.

KRAUS. — Radio Noise from Jupiter. *Sky and Telescope*, 15, 350, 1956.

KRAUS. — New Design for a Radio Telescope of Large Aperture. *Sky and Telescope*, **15**, 400, 1956.

KRAUS. — Radio Telescope Designs of Large Aperture and Low Cost. *Astronomical Journal*, **61**, 169, 1956.

KRAUS. — Some Observations of the Impulsive Radio Signals from Jupiter. *Astronomical Journal*, **61**, 182, 1956.

KRAUS, KO, NASH, STOUTENBURG. — Recent Observations with the Ohio State University Radio Telescopes. *Astronomical Journ.*, **61**, 183, 1956.

KRAUS. — The Radio Sky. *Scientific American*, **195**, 32, 1956.

KRAUS. — Impulsive Radio Signals from the Planet Venus. *Nature*, **178**, 33, 1956.

KRAUS. — Radio Observations of the Planet Venus at a Wavelength of 11 Meters. *Nature*, **178**, 103, 1956.

KRAUS. — Class II Radio Signals from Venus at a Wavelength of 11 Meters. *Nature*, **178**, 159, 1956.

KRAUS.—Radio Sources. New Horizon, Smithsonian Institution Publ., 1956.

KRUSE, MARSHALL, PLATT. — Synchrotron Radiation in the Sun's Radio Spectrum. *Ap. J.*, **124**, 601, 1956.

LAWRENCE. — Radio Observations of Interstellar Neutral Hydrogen Clouds. *Jodrell Bank Symposium and Astrophys. J.*, **123**, 30, 1956.

LILLEY. — Analysis of the Taurus Dark Nebula Complex in 21 cm Radiation. *Astronomical Journal*, **59**, 327, 1954.

LILLEY. — A Radio Study of the Association of Interstellar Gas and Dust. Thesis, Harvard University, Nov. 1954.

LILLEY. — Association of Gas and Dust from 21 cm Hydrogen Radio Observations. *Astrophysical Journal*, **121**, 559, 1955.

LILLEY. — A Note on the Galactic Microwave Spectrum. *Ap. J.*, **122**, 197, 1955.

LILLEY, MCCLAIN. — The Hydrogen-Line Red Shift of Radio Source Cygnus A. *Ap. J.*, **122**, 197, 1955.

LILLEY. — Conference on the Role of Gravitation in Physics. *Wright Air Development Center Report* 57-216, pp. 54-59.

LITTLE. — High Latitude Ionosphere Observations Using Extra-terrestrial Radio Waves. *Proc. I.R.E.*, 42, 1700-1701, 1954.

MARNER. — Radiometric Measurement of 8.7 mm Atmospheric Attenuation. Collins Radio Co. *Report CER*-479, Cedar Rapids, Iowa, June 1956.

MARSHALL. — Production of the Sun's Non-Thermal Radio Emission by Cerekov Radiation. *Ap. J.*, **124**, 469, 1956.

MATT, KRAUS. — The Effect of the Source Distribution on Antenna Patterns. *Proc. Inst. Radio Engrs.*, **43**, 821, 1955.

MATTHEWS. — Preliminary Results of 21 cm Observations in Galactic Longitudes 60° to 130°. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 67, 112, 1955.

MATTHEWS. — The Distribution of Neutral Hydrogen between Galactic Longitudes 60° and 135°. Thesis, Harvard University, 1956.

MATTHEWS. — Galactic Structure from 21-cm Observations at Galactic Latitude —15°, Between Longitudes 60° and 135°. *Astrophysical Journal* (sous presse).

MATTHEWS. — Report on 21 cm Observations between $l = 60°$ and $l = 135°$. Jodrell Bank Symposium, 1955.

MATTHEWS. — 21-cm Observations of Neutral Hydrogen at Various Latitudes Near Galactic Longitudes 100° (sous presse).

MAYER, SLOANAKER, MCCULLOUGH. — Radiation from Venus at 3.15 cm Wavelength. *A. J.*, **62**, 26, 1957.

MAYER, SLOANAKER, HAGEN. — Radiation from the Sun at 9.4 cm during the Total Eclipse of the Sun in 1954 Cambridge University Press. *I.A.U. Symposium on Radio Astronomy*, **4**, 269 (sous presse).

McCLAIN. — An Approximate Distance Determination for Radio Source Sag A. *Ap. J.*, **122**, 376, 1955.

McCLAIN. — A Note on the Potentialities of Large Radio Telescopes. *Ap. J.*, **123**, 367, 1956.

MENON. — A 21-cm Investigation of NGC 2244 and NGC 2264. *Astronomical Journal*, **61**, 9, 1956.

MENON. — A 21-cm Investigation of the Orion Region. Thesis, Harvard University, 1956.

MENON. — A 21-cm Study of the Orion Region. Jodrell Bank Symposium, 1955.

MENON. — Interstellar Structure of the Orion Region. *Ap. J.* (sous presse).

MINKOWSKI, ALLER. — The Spectrum of the Radio Source in Cassiopeia. *Ap. J.*, **119**, 232, 1954.

MINKOWSKI, GREENSTEIN. — The Power Radiated by Some Discrete Sources of Radio Noise. *Ap. J.*, **119**, 238, 1954.

MINKOWSKI, WILSON. — Proportionality of Nebular Red Shifts to Wave Length. *Ap. J.*, **123**, 373, 1956.

MITCHELL, WHITEHURST, COPELAND. — A Dicke-Type Microwave Radiometer for 7-8 mm Wavelength. *Bull. Am. Phys. Soc.*, Series II, vol. 1 nº 5, 265, 1956.

MITCHELL, WHITEHURST, DOZIER. — Preliminary Radio Observations of the Moon at 7.5 mm Wavelength. *Bull. Am. Phys. Soc.*, Series II, Vol. 2, nº 5. 282, 1957.

OWREN, FIROR. — Motion of a Discrete Solar Radio Source at 207 Mc/s. *Astron. J.*, **59**, 330, 1954.

OWREN, COBERT, DION, TRYON. — Radiometer Observations of the Sun 1948-1952. *EE Report* 227, School of Elect. Eng., Cornell Univ., 1955.

PURCELL, FIELD. — Influence of Collisions Upon Population of Hyperfine States in Hydrogen. *Ap. J.*, **124**, 542, 1956.

REBER. — Radio Astronomy in Hawaii. *Nature*, London, **175**, 78-79, 955.

REBER, ELLIS. — Cosmic Radio-Frequency Radiation Near One Megacycle. *J. Geophys. Res.*, **61**, 1-10, 1956.

SEN. — Nonlinear Theory of Space-Charge Wave in Moving; Interacting Electron Beams with Application to Solar Radio Noise. *Phys. Rev.*, **97**, 849-855, 1955.

SINTON. — Observations of Solar and Lunar Radiation at 1.5 Millimeters. *J. Op. Soc. Amer.*, **45**, 975-979, 1955.

SINTON. — Observation of a Lunar Eclipse at 1.5 mm. *Ap. J.*, **123**, 325, 1956.

SOUTHWORTH. — Early History of Radio Astronomy. *Sci. Monthly*, 82, 55-65, 1956.

SPITZER. — On a Possible Interstellar Galactic Corona. *Ap. J.*, **124**, 20, 1956.

TANDBERG-HANSSEN. — On the Correlation Between Radio-Frequency Radiation from the Sun and Solar Activity. *Ap. J.*, **121**, 367, 1955.

THEISSING, CAPLAN. — Atmospheric Attenuation of Solar Millimeter-Wave Radiation. *J. Appl. Phys.*, **27**, 538-543, 1956.

WELLS. — F-Scatter at Huancayo, Peru, and Relation to Radio Star Scintillations. *J. Geophys. Res.*, **59**, 273 (1954).

WELLS. — Flux Measurements of Discrete Radio Sources at Frequencies Below 30 Megacycles. *J. Geophys. Res.*, **61**, 541-545, 1956.

WHITEHURST, MITCHELL. — Solar Temperature and Atmospheric Attenuation in the 7-8 mm Wavelength Range. *Inst. Radio Engrs.*, **44**, 1879, 1956.

WHITEHURST, MITCHELL, COPELAND. — Solar Radiation and Atmospheric Attenuation Measurements in the 7-8 Wavelength Range. *Bull. Am. Phys. Soc.*, Series II, Vol. 1, n° 5, 265, 1956.

WHITEHURST, MITCHELL. — A Dicke-Type Radiometer for the 7-8 mm Wavelength Range. *Astron. J.*, **61**, 192, 1956.

WHITEHURST, MITCHELL, COPELAND. — Solar Radiation and Atmospheric Attenuation Near 6 mm Wavelength. *Astron. J.*, **62**, 38, 1957.

WHITEHURST, MITCHELL. — Calibration of Microwave Radiometers. *Bull. Am. Phys. Soc.*, Series II, Vol. 2, n° 5, 282, 1957.

WHITEHURST, COPELAND, MITCHELL. — Solar Radiation and Atmospheric Attenuation at 6-Millimeter Wavelength. *J. Appl. Phys.*, **28**, 3, 295-298, 1957.

WILD, FIRIN. — On the Association of Solar Radio Emission and Solar Prominences. *A. J.*, **61**, 193, 1956.

France

N° 237. — Rapport du Comité National

La radioastronomie française comporte 2 groupes de chercheurs : le plus important est installé à l'Observatoire de Meudon. Son Observatoire radioastronomique est situé à Nançay (Cher) à 200 km environ au Sud de Paris.

Un 2e groupe travaille à l'Institut d'Astrophysique de Paris et depuis 1954, construit une station d'observations à l'Observatoire de Saint-Michel, en Haute-Provence.

A. — SERVICE DE RADIOASTRONOMIE DE L'OBSERVATOIRE DE MEUDON

I. — *Observations solaires*

a) Rayonnement global du Soleil, mesures de routine.

1) Les mesures de routine du Soleil sur 169 Mc/s qui avaient été interrompues, ont été reprises régulièrement toute la journée

depuis Mars 1957. Des mesures analogues seront faites à Tahiti pendant l'Année Géophysique.

2) Des mesures sur la même fréquence effectuées simultanément à Paris et à Goteborg au cours de l'éclipse de juin 1954 ont confirmé la forme elliptique du Soleil calme.

3) Des mesures absolues du rayonnement du Soleil calme en période de minimum ont été effectuées sur 33 cm de longueur d'onde ; elles conduisent à une température apparente de 400.000° K pour un diamètre de 31′ (1).

4) Des mesures interférométriques sur 3 cm de longueur d'onde, avec espacements variables ont confirmé l'existence d'un limbe plus brillant que le reste du disque (5).

b) *Rayonnement du Soleil actif* :

1) Une étude systématique de l'activité du Soleil est effectuée tous les jours pendant deux heures au voisinage de midi avec le Grand Interféromètre de Nançay sur la fréquence 169 Mc/s (2).

— Un quatrième type de sursaut a été identifié (3). Il est associé à des éruptions très intenses, se manifeste quelques dizaines de minutes après le grand sursaut, sa durée est de l'ordre de l'heure ; la surface émissive a un diamètre qui peut atteindre une dizaine de minutes, son rayonnement est dépourvu de sursauts de type I.

— Une étude très complète a été faite des centres émissifs responsables des orages radioélectriques (enhanced radiation). Leur altitude est de l'ordre de 200.000 à 400.000 km ; leur diamètre apparent, toujours inférieur à 6′ peut être parfois inférieur à 1′. La durée de vie d'un centre isolé a toujours été inférieure à 6 jours. Plusieurs centres d'activité ont souvent tendance à se manifester simultanément sur le Soleil avec des longitudes héliographiques différentes (4).

Des diagrammes représentant l'évolution journalière de ces centres actifs sont en cours de publication au *Quarterly Bulletin of Solar Activity*.

2) Un dispositif interférométrique spécial (voir plus loin) a été utilisé à l'étude du diamètre apparent des sources d'activité solaire sur la longueur d'onde 3 cm.

— On a mesuré un diamètre moyen de 5′ pour les taches « calmes » responsables du rayonnement lentement variable. Les

sursauts ont un diamètre de quelques minutes ; exceptionnellement on a observé des sursauts de diamètre inférieur à la minute (6).

II. — *Observations galactiques*

a) *Rayonnement du Ciel sur la longueur d'onde* 33 *cm.* — On a dressé une carte complète du Ciel sur 33 cm où l'on distingue une vingtaine de sources localisées au voisinage du plan galactique, dont quelques-unes nouvelles, un rayonnement diffus également limité à une dizaine de degrés de part et d'autre du plan galactique, ainsi que quelques sources étendues dont l'une dans Hercule, l'autre qui s'étend entre Cassiopée et le Pôle Nord (8) (1) (9) (21).

— On a effectué des mesures absolues des sources les plus intenses (1) (10), de la crête galactique et du fond du Ciel dont la température a été trouvée inférieure à 3° K.

— L'analyse de ces résultats conduit en particulier à une mesure de la densité électronique moyenne dans les bras galactiques les plus proches : environ 1 électron/cm^3 (9) et à une détermination plus précise du spectre des radio sources et du fond du Ciel (4).

b) *Eclipse de la Nébuleuse du Crabe par la Lune.* — Cette éclipse a été observée le 24 janvier 1956 sur les longueurs d'onde 177 cm et 33 cm ; la courbe d'éclipse correspondant à la première longueur d'onde montre que la région émissive est concentrée dans la masse intérieure de la nébuleuse, dite masse amorphe ; il semble que sur 33 cm le rayonnement des filaments extérieurs soit relativement plus important. Les centres optiques et radioélectriques de la nébuleuse coïncident à 5″ d'arc près (11).

c) *Etude générale des radio sources sur* 169 *Mc/s.* — Une étude systématique des sources radio visibles de Nançay avec le grand interféromètre a été commencée. Les premières mesures montrent que l'on doit s'attendre à des résultats (position en ascension droite à 15″ près, diamètre apparent ou structure), pour une centaine de sources au moins.

III. — *Observations relatives à la Lune*

1) Des mesures du rayonnement propre de la Lune ont été faites pendant plusieurs lunaisons sur les longueurs d'onde 33 cm et 3 cm. Sur 3 cm les variations au cours d'un cycle atteignent

40 % et sont déphasées de 7 jours par rapport au rayonnement visible. Sur 33 cm, au contraire, on n'a pu détecter aucune variation du rayonnement propre supérieur à 5 %, limite de sensibilité des observations (1).

2) L'analyse des observations effectuées pendant l'éclipse de la nébuleuse du Crabe montre que la densité électronique de l'atmosphère lunaire est inférieure à 10^4 électrons/cm^3 (11).

IV. — *Etude des Relations Solaires-Terrestres*

1) L'étude des relations entre les propriétés optiques, radioélectriques et géomagnétiques des taches solaires a été poursuivie ; en particulier en distinguant les taches de forte activité éruptive et de faible activité radio, et inversement, on a montré que l'activité géomagnétique qui suit le passage de certaines taches au méridien central du Soleil est plus étroitement liée à leur activité radio qu'à leur activité éruptive (12) (13).

2) On a montré que l'apparition d'une éruption importante sur une tache radioélectriquement active s'accompagne le jour même d'une augmentation de l'activité magnétique et ceci quelle que soit la position de l'éruption sur le disque solaire. Cette activité magnétique paraît distincte de celle qui accompagne le passage des taches R au méridien central (14) (15).

3) On a mis en évidence une relation de proportionnalité, qui persiste au cours d'un cycle d'activité solaire, entre le rayonnement global du Soleil sur 10 cm et le flux ionisant $((foE)^4 (\cos Z)^{-1})$ la couche E de l'ionosphère (7).

4) On a montré que le passage des taches R est en moyenne lié à une diminution de *fo*F2 pendant la nuit. Aucune variation significative de *fo*F2 ne se produit après le passage des taches Q, ni le jour, après le passage des taches R (16).

5) En vue de la détermination d'un indice solaire radioélectrique (recommandation de la Sous-Commission Vc de l'U.R.S.I.) on a fait une étude des spectres des orages radioélectriques solaires de différentes intensités (17).

V. — *Observations liées aux propriétés de l'atmosphère terrestre*

a) *L'observation du rayonnement solaire sur la longueur d'onde* 3 *cm a permis* :

de mesurer la réfraction atmosphérique sur cette longueur d'onde, réfraction assez voisine de la réfraction optique (18) ;

de mesurer l'absorption atmosphérique qui a été trouvée nettement plus élevée que celle que l'on peut calculer à partir des formules théoriques relatives à une atmosphère homogène d'oxygène et de vapeur d'eau (19) ;

de mettre en évidence et d'étudier un phénomène de scintillation ; la valeur quadratique moyenne de l'amplitude des scintillations varie comme la sécante de la distance zénithale ; leur pseudo période varie comme la racine carrée de la distance zénithale. L'amplitude des scintillations dépend de la présence sur le soleil de source radio localisée. Des mesures analogues effectuées sur 33 cm montrent que ce type de scintillation n'augmente pas d'amplitude quand la longueur d'onde augmente. Des observations effectuées simultanément avec 2 ou 3 antennes placées à des distances variables ont permis de trouver les dimensions des « ombres portées » au sol, de l'ordre d'une centaine de mètres, et de mesurer les « vents » existant dans la zone diffusante : les vents mesurés sont de l'ordre de quelques dizaines de mètres par seconde (20).

b) *L'observation du rayonnement galactique sur la longueur d'onde* 10 *m* a été utilisée pour mesurer l'absorption ionosphérique sur cette longueur d'onde au cours de l'année 1956 ; on a analysé les possibilités de cette méthode pour des mesures régulières de l'absorption ionosphérique ; son exploitation paraît assez difficile, car on ne peut pas séparer toujours les effets dus à la couche D et à la couche F_2 (22).

VI. — *Théories*

a) *Turbulence dans la couronne.* — La directivité du rayonnement hertzien émis par les taches solaires est utilisée pour calculer les altitudes apparentes d'émission de ce rayonnement. Ces résultats sont interprétés par la propagation des ondes dans une atmosphère turbulente et permettent d'estimer un certain degré de turbulence

dans la basse couronne qui est comparée aux données fournies par l'occultation coronale de la nébuleuse du Crabe (23).

b) *Plasmas.* — Les études sur les propriétés des plasmas ont été poursuivies ; on s'est attaché principalement à étudier l'évolution dans le temps de la partie isotrope de la fonction de distribution des électrons (24) (25) (27) (26) et à préciser l'influence de la loi de choc sur cette évolution. On a donné une application de ces théories aux calculs des phénomènes d'interaction (effet Luxembourg) dans l'ionosphère (28).

c) *Théories des antennes en Radioastronomie.* — Les radiotélescopes sont considérés comme des filtres de fréquence d'espace à bande passante limitée aux basses fréquences. On a recherché la possibilité d'avoir des bandes plates. Le réseau 0, 1, 4, 6 a cette propriété. On a recherché quelle est la disposition des antennes d'un réseau pour avoir le plus grand nombre possible d'informations (29). L'interprétation physique des théories mathématiques de l'approximation des fonctions par des polynômes trigonométriques fournit une bonne explication des défauts de l'image, en même temps que la forme la plus souhaitable de la bande passante spatiale de l'antenne. On a formulé des méthodes numériques appropriées à la transformation de l'image obtenue en vue de tirer le meilleur parti des informations qu'elle contient. On a recherché également des bornes du diamètre apparent d'une radio source lorsqu'il est inférieur au pouvoir séparateur de l'antenne, en s'efforçant de s'abstenir de toute hypothèse sur la forme de la source (30) (31).

VII. — *Développements techniques*

a) Interféromètre à 4 antennes sur $\lambda = 3$ cm : en application de la théorie générale des interféromètres, un réseau à 4 antennes placées aux positions 0, a, $4a$, $6a$ ($a = 60\ \lambda$) a été construit et utilisé pour l'étude du soleil en période de minimum (29).

b) Un interféromètre à 2 antennes en monture équatoriale, espacées de 30 m ($\lambda = 3$ cm) permet de suivre le soleil pendant toute la journée ; comme la distance apparente des antennes est variable, on peut en déduire la structure des phénomènes solaires stables (6).

c) Une étude théorique du mélangeur de fréquences a été faite en vue de déterminer les caractéristiques du quadripôle auquel on peut ramener l'appareil. On en a déduit les conditions optima de fonctionnement. Un récepteur a été réalisé d'après cette étude sur la fréquence 900 Mc/s.

d) La mise en service d'un interféromètre à 32 antennes fonctionnant sur 169 Mc/s a été effectuée en plusieurs étapes : 8 antennes en mai 1956, 16 en novembre, l'ensemble en avril 1957.

Le pouvoir séparateur est de 3′ environ (longueur de la ligne d'antennes ; 1550 m) l'interlobe est de 2°, la sensibilité de 10^{-25} W . $m^{-3}(c/s)^{-1}$.

La particularité de cet appareil consiste à utiliser 16 préamplificateurs placés entre les groupes de 2 antennes ; ce qui permet d'obtenir le maximum de sensibilité. Chaque antenne est constituée par un miroir parabolique de 5 m de diamètre en monture méridienne, soit une surface totale de 640 m^2 (2).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. E. Le Roux. — Thèse, Paris, 1956.
2. E. J. Blum, A. Boischot et M. Ginat. — *C. R.*, **243**, 19, 1956.
3. A. Boischot. — *C. R.*, **244**, 1326, 1957.
4. Y. Avignon, E. J. Blum, A. Boischot, R. Charvin, M. Ginat. — *C. R.*, **244**, 1460, 1957.
5. I. Alon, J. Arsac, J. L. Steinberg. — *C. R.*, **240**, 595, 1955.
6. I. Alon, M. R. Kundu et J. L. Steinberg. — *C. R.*, **244**, 1726, 1957.
7. J. F. Denisse et M. R. Kundu. — *C. R.*, **244**, 45, 1957.
8. J. F. Denisse, E. Le Roux, J. L. Steinberg. — *C. R.*, **240**, 278, 1955.
9. J. Lequeux. — Diplômes d'études supérieures, Paris, 1956.
10. J. Delannoy. — Diplôme d'études supérieures, Paris, 1956.
11. A. Boischot, E. J. Blum, M. Ginat, E. Le Roux. — *C. R.*, **242**, 1849, 1956.
12. P. Simon. — *C. R.*, **240**, 940, 1955.
13. P. Simon. — *Annales d'Astrophysiques*, **19**, 122, 1956.
14. P. Simon. — *C. R.*, **240**, 1056, 1955.
15. P. Simon. — *Annales de Géophysique*, **12**, 167, 1956.
16. P. Simon. — *C. R.*, **240**, 1192, 1956.
17. G. Benoit. — Diplôme d'études supérieures, Paris, 1956.
18. I. Kazes, J. L. Steinberg. — *C. R.* **240**, 493, 1955.

19. P. André, I. Kazes, J. L. Steinberg. — *C. R.*, **242**, 2099, 1956.
20. I. Kazes. — *C. R.*, 1957, à paraître.
21. J. F. Denisse, J. Lequeux, E. Le Roux. — *C. R.*, 1957, à paraître.
22. H. Vieja. — Thèse d'Université, Paris, 1956.
23. M. Jorand. — *Annales d'Astrophysique*, **18**, 180, 1955.
24. M. Bayet, J. L. Delcroix, J. F. Denisse. — *Journal de Physique et le Radium*, **16**, 274, 1955.
25. M. Bayet, J. L. Delcroix, J. F. Denisse. — **17**, 923, 1956.
26. M. Bayet, J. L. Delcroix, J. F. Denisse. — **17**, 1005, 1956.
27. M. Bayet, J. L. Delcroix, J. F. Denisse. — *C. R.*, **244**, 171, 1957.
28. M. Bayet, J. L. Delcroix, J. F. Denisse. — *Annales des Télécommunications*, 1957, à paraître.
29. J. Arsac. — Thèse, Paris, 1955.
30. J. Arsac. — *Optica Acta*, **3**, n° 2, 1956.
31. J. Arsac. — *Aust. J. of Phys.*, 10, n° 1, 1957.

B. — Groupe de l'Institut d'Astrophysique et de l'Observatoire de Haute-Provence

I. — *Observation des radio-sources*

Ce petit groupe qui a été à l'origine des observations solaires à l'Observatoire de Meudon a orienté son activité actuelle vers la construction d'instruments destinés à l'observation des radio-sources.

Deux des antennes cylindro-paraboliques dont le type a été décrit en 1952 à Sydney par M. Laffineur ont été construites à l'Observatoire de Haute-Provence où elles fonctionnent actuellement en donnant les résultats tant du point de vue du gain en puissance (section efficace) que de la directivité. Le dispositif d'orientation du faisceau de cette antenne a été expérimenté et répond également aux prévisions. Il fera l'objet d'une description détaillée lors de la prochaine Assemblée Générale. Au cours de la présente année, poursuivant leur travail expérimental MM. Laffineur et Coupiac ont mis au point le dispositif interférométrique qui ne comporte pas de câbles de liaison, mais exclusivement des faisceaux dirigés. Cette installation commence à fonctionner, quelques problèmes assez délicats ayant reçu récemment leurs solutions.

L'objet de l'expérimentation est double :

— Observations de radio-sources sur 300 Mc/s, avec un écartement des éléments de 1000 m.

— Réalisation d'un instrument à liaison par faisceaux dirigés, rendant possible l'interférométrie à grande base dans le site géographique de l'Observatoire de Haute-Provence où les vues sont dégagées dans certaines directions sur une distance d'une centaine de kilomètres.

(A l'index bibliographique on trouvera les publications récentes du groupe de l'Institut d'Astrophysique.)

II. — *Soleil*

Observation de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954 à Hagaby (Suède), et de l'éclipse partielle à l'Observatoire de Meudon (France) sur 255 Mc/s et 555 Mc/s (1).

Le dépouillement des observations montre que le rayonnement résiduel était moins important qu'au cours de l'éclipse de Kharoum (11 % en 1954 contre 19,5 % en 1952). (2) (3) (4).

Ce fait est en relation avec la variation de la couronne au cours du cycle solaire (5).

III. — *Emission galactique et Ionosphère*

Observation de l'émission galactique à 18 Mc/s, pendant plus d'un an avec un appareil donnant le minimum du bruit galactique malgré la présence de parasites et de stations d'émission très puissantes.

Ce dispositif permet de compléter les observations de l'ionosphère par les méthodes classiques (6).

BIBLIOGRAPHIE

1. M. Laffineur, B. Vauquois, P. Coupiac, W. N. Christiansen. — Observations de l'Eclipse totale de soleil du 30 juin 1954 à Hagaby (Suède) et de l'éclipse partielle au radiotélescope de l'Observatoire de Meudon. *C. R.*, n° 23, 8 déc. 1954.

2. P. Coupiac, M. Laffineur, B. Vauquois. — Observations radioélectriques de l'éclipse totale de soleil du 30 juin 1954. *Ann. Astrophys.*, t. 18 (1955), pp. 271-278.

3. M. Laffineur, P. Coupiac, B. Vauquois. — Observations radioélectriques de l'Eclipse du 30 juin 1954. *J. Atmosph. Terr. Phys.*, Spécial suppl., Vol. 6 (1956).

4. M. Laffineur. — Sous presse — Courbes éclipse 1954. *Proceedings of Symposium of London* (1956) *on ionosphere.*

5. W. N. Abbott. — Variation of the absolute surface Brightness in the coronae with the solar cycle. *Annales Astrophysique*, t. 18 (1955), pp. 81-91.

6. M. Laffineur. — The measurement of cosmic radio emission for ionospheric studies. *J. Atmosph. Terr. Phys.*, Vol. 9 (1956), pp. 347-349.

C. — Divers

Nous signalerons également une étude des corrélations entre les divers phénomènes de l'activité solaire conduite à l'observatoire de Meudon par B. Vauquois.

Après avoir montré l'influence de la position et de l'âge des taches solaires sur l'émission sur 2800 Mc/s des centres d'activité radioélectrique correspondants (1), une étude systématique a été entreprise sur les centres actifs, en ondes centimétriques et décimétriques, en corrélation avec les taches (aire, position, âge) et les facules (aire, position, âge, intensité). Des courbes d'assombrissement et de vieillissement des plages radioélectriques par rapport aux taches et aux facules ont été ainsi déterminées. Le choix d'un grand nombre d'échantillons pour différentes périodes au cours du cycle sur 8 longueurs d'onde différentes, doit permettre de déduire la goniométrie et l'évolution des centres d'activité radioélectrique.

BIBLIOGRAPHIE

1. *C. R.*, **240** (1955), 1862-1864.
C. R., **241** (1955), 739-741.
Observatory, **75**, n° 889, 259-260.

Italie

N° 162. — Rapport du Comité National à la Commission V
Observations radiosolaires à Arcetri

(*Traduction*)

Un radiomètre mesurant la densité de flux totale à 221 Mc/s a été installé à l'Observatoire d'Arcetri, près de Florence, en vue de recherches solaires.

L'antenne montée équatorialement et entraînée par un moteur électrique se compose de 4 hélicoïdes placés sur un réflecteur arrière d'à peu près 25 m² de surface.

Le récepteur du type superhétérodyne conventionnel est relié toutes les heures à une diode de bruit donnant un signal de référence. Deux fois par jour une calibration est faite à l'aide de la même diode.

La bande passante du récepteur est 2 Mc/s et sa constante de temps est 2 sec. Le signal de sortie est enregistré à l'aide d'un milliamperemètre Evershed et Vignolles donnant une déviation totale pour 1 mA.

Le facteur de bruit de l'instrument est 7 *db* ; la sensibilité maximum est 10° K pour 1 % de la déviation totale. Les fluctuations du récepteur sont maintenues dans des limites convenables par une régulation adéquate de l'alimentation. Ce radiomètre est en fonctionnement depuis le début de 1957.

Japon

N₀ 201. — Rapport du Comité National à la Commission V

par Y. Hagihara

(*Traduction*)

1. — Techniques de réception

a) *Polarisation.* — A l'Institut de Recherches sur les Atmosphériques de Toyokawa, des radiomètres sur 9400, 2000 et 1000 Mc/s ont été ajoutés au radiomètre sur 3750 Mc/s. Pour faciliter l'intercomparaison des données, des paraboloïdes identiques sont utilisés à toutes ces fréquences. Chacun d'eux est alimenté de la même manière au moyen d'un guide d'ondes circulaire connecté à un circuit séparant les deux composantes circulaires. Les équipements utilisés à 1000 et 2000 Mc/s comprennent des commutateurs mécaniques et des diviseurs électroniques indiquant directement le taux de polarisation des événements radiosolaires remarquables. Les équipements sur les autres fréquences comprennent des commutateurs statistiques à ferrite au moyen desquels la somme et la différence des deux composantes polarisées sont enregistrées d'une manière continue (1).

A l'Observatoire astronomique de Tokyo, un radiomètre sur 9000 Mc/s a été achevé. Au foyer d'un paraboloïde de 1,1 m d'ouverture, un cornet circulaire devant lequel tourne à 1500 t/s une plaque demi-onde constitue l'élément sensible. Trois signaux de référence sont mélangés au signal de sortie du radiomètre afin de détecter séparément les quatre paramètres de Stokes. Un modulateur statique est également utilisé dans cet instrument (2).

Au même observatoire, un radiopolarimètre (à programme) a été construit en vue de déterminer la polarisation des sursauts radiosolaires à 200 Mc/s. Deux dipôles croisés sont placés au foyer d'un paraboloïde de 10 m d'ouverture et leurs réponses respectives sont combinées avec des écarts de phase convenables. Un programme comprenant six étapes successives est réalisé au moyen d'interrupteurs électroniques et permet de mesurer 6 composantes de polarisation (4 composantes rectilignes et 2 composantes circulaires) d'une manière quasi-simultanée (3,4). Un nouveau type de détecteur quadratique a été développé pour cet instrument (5).

b) *Interféromètre.* — Un nouveau type de radio interféromètre appelé « interféromètre multiphase à commutation de phase » a été étudié en vue de localiser les sources de sursauts radiosolaires. Par insertion d'écarts de phase de -45°, 0, $+45^{\circ}$ et $+90^{\circ}$ dans un interféromètre à commutation de phase, 4 systèmes d'interférence sont obtenus. La position de la source peut être déterminée sans l'aide d'un radiomètre. De plus cette position ressort d'une simple inspection rapide des 4 enregistrements obtenus en tenant compte uniquement des signes dans les tracés. La précision fournie est néanmoins de ± 0.6 minutes d'arc au moyen du présent interféromètre dont la base est 340 longueurs d'onde à 200 Mc/s (6).

2. — Le Soleil

a) *Soleil calme.* — H. Tanaka a comparé les valeurs moyennes mensuelles de la densité de flux mesurée à Ottawa (2800 Mc/s) et Toyokawa (3750 Mc/s) et a remarqué leur meilleur accord si l'on soustrait des valeurs d'Ottawa une composante de fond qui varie avec la déclinaison du Soleil (7).

b) *Radiation renforcée.* — Un modèle de région active solaire aux ondes centimétriques a été déduit des observations de l'éclipse partielle du 20 juin 1955. Les observations de cette éclipse furent faites en trois stations au moyen de trois radiomètres (deux à 3000 Mc/s et un à 3750) et d'un interféromètre à huit éléments (4000 Mc/s). Le jour de cette éclipse un groupe de taches était présent dans la région Sud Ouest du disque et l'observation radioélectrique permit de déterminer la distribution des isophotes sur la plage active entourant le groupe. La position et la dimension de la tache radioélectrique sont très similaires à celles de la plage de Calcium entourant le groupe. La température de brillance est de l'ordre de 10^6 °K. L'analyse détaillée montra l'existence d'un éclaircissement au limbe dans la région équatoriale. Ces travaux furent entrepris en coopération par l'Observatoire astronomique de Tokyo et l'Institut de Recherches sur les Atmosphériques (8, 9).

T. Kakinuma a mesuré la polarisation du rayonnement des taches individuelles au moyen d'un interféromètre à 8 éléments sur 4000 Mc/s. Il a été confirmé par ces observations directes que le sens de polarisation varie graduellement d'après la règle formulée par Piddington et Minnett bien que le sens dans chaque quadrant ait été renversé dans le cycle solaire actuel (10).

c) *Sursauts et explosions.* — La nature des sursauts radiosolaires aux fréquences voisines de 3000 Mc/s a été étudiée statistiquement par K. Akabane. Il a été indiqué que le nombre de sursauts ne croît pas d'une manière monotone avec l'intensité croissante mais accuse un maximum pour les sursauts d'intensité 5 à 10 (1 unité = 10^{-22} W.m^{-2}. c/s^{-1}) et décroît comme $I^{-1.8}$ pour les sursauts d'intensité. I supérieure à 5. La distribution statistique du nombre de sursauts sur le disque a été calculée ; on peut l'interpréter en admettant qu'il existe au-dessus des sources de sursauts une couche absorbante d'épaisseur optique 0.3 ou 0.4 (II).

H. Tanaka et T. Kakinuma ont estimé la position et la dimension de la source ayant produit la très intense explosion radiosolaire du 23 février 1956 au moyen de l'interféromètre multiantennes. La position de la radiosource fut trouvée en bon accord avec celle du centre de l'éruption chromosphérique correspondante. La largeur la plus probable de la radiosource dans la direction Est-Ouest fut 3′ ce qui correspond à une température effective maximum d'environ 5.10^8 °K (12).

En analysant les enregistrements interférométriques sur 200 Mc/s, S. Suzuki et M. Morimoto ont trouvé que les sources de sursauts sont distribuées dans des aires de plusieurs minutes d'arc ce qui correspond à l'extension des plages de calcium.

L'observation des polarisations de sursauts sur 200 Mc/s a débuté en décembre 1954 au radiopolarimètre à programme de l'Observatoire de Tokyo. Ces mesures ont été poursuivies jusqu'en octobre 1955 (3, 4). On découvrit alors que la précision de l'équipement n'était pas suffisante pour permettre de discuter les détails de la polarisation. L'équipement fut alors réétudié. Les observations reprirent à l'aide d'un équipement amélioré en avril 1957. Des observations récentes ont montré que la plupart des sursauts présentent un mélange de polarisation circulaire et de polarisation au hasard.

T. Hatanaka a montré que les axes de l'ellipse de polarisation tournent par effet Faraday dans l'atmosphère solaire et l'ionosphère terrestre, et indiqua également que la composante rectiligne est transformée en composante au hasard par suite de la bande passante finie du récepteur (13).

d) *Mécanismes d'émission.* — T. Tatakura a proposé une nouvelle théorie concernant l'émission des sursauts polarisés et des orages radiosolaires, théorie dans laquelle le mécanisme d'émission est fourni par la gyration cohérente des électrons dans le champ magnétique des taches. Dans ces conditions, la radiation émise est la composante extraordinaire, absorbée généralement dans la couche supérieure lorsque l'indice de réfraction tend vers l'infini. Cependant, s'il existe une couche dans laquelle le champ magnétique ou la densité électronique change d'une manière abrupte le long du trajet de propagation, une fraction de l'onde peut être transformée en composante ordinaire. Cette composante ainsi créée peut se propager à travers l'atmosphère solaire et sera donc observée comme un sursaut (14).

L'auteur a également proposé une explication du fond continu des orages radiosolaires par la superposition de nombreux petits sursauts intervenant au hasard avec des amplitudes distribuées statistiquement. Au moins 80 % du niveau renforcé des orages pourraient être expliqués de cette manière. Les sursauts d'orage pourraient représenter les fluctuations autour du niveau moyen et seraient constitués par une superposition d'au moins quelques

petits sursauts (15). L'auteur a contrôlé sa théorie en déterminant le spectre à basse fréquence de la forme d'onde des orages. Ce spectre est en bon accord avec les hypothèses faites si l'on admet en outre que chaque petit sursaut croît linéairement avec le temps jusqu'à son intensité maximum, puis décroît exponentiellement avec une constante de temps de l'ordre de quelques secondes (16).

3. — La Lune

La radiation lunaire fut observée par K. Akabane à 3000 Mc/s au moyen d'un paraboloïde de 10 m d'ouverture. Les températures maxima ramenées au centre du disque en admettant une distribution thermique superficielle ordinaire furent respectivement 390° K et 240° K (à 50° K près). La température maximum fut observée quelques jours après la Pleine Lune (17).

4. — Problèmes d'observation

Les observations radiosolaires, spécialement aux longueurs d'onde métriques, sont fréquemment perturbées par les interférences d'origine humaine et les atmosphériques. Une méthode pour discriminer ces effets perturbateurs a été développée par K. Kawakami *et al.* Celle-ci consiste à enregistrer le rapport des réponses continues fournies par des détecteurs de deux types différents. Le premier détecteur a une constante de temps de 1μs tandis que le second a une constante de temps de 1 ms. Le rapport de leurs réponses dépend alors d'une manière critique de la forme d'onde, mais est indépendant de l'amplitude des signaux à la fréquence intermédiaire. Si l'on a attribué une valeur fixée à ce rapport pour la radiation solaire, la méthode permet alors de détecter facilement les signaux continus et le bruit impulsif parasite.

RÉFÉRENCES

1. H. Tanaka, T. Kakinuma. — Equipment for the observation of solar radio emission at 9400, 3750, 2000 and 1000 Mc/s. *Proc. Res. Inst. Atmosph.*, **4**, 1957, in press.
2. K. Akabane. — Radiometer at 9000 Mc/s. *Publ. Astr. Soc. Japan* (to be published).
3. T. Hatanaka, S. Suzuki, A. Tsuchiya. — Observations of polarization of solar radio bursts. *Proc. Japan Acad.*, **31**, 81, 1955.

4. T. HATANAKA, S. SUZUKI, A. TSUCHIYA. — Polarization of solar radio bursts at 200 Mc/s. I. A time-sharing radio polarimeter. *Pub. Astr. Soc. Japan*, **7**, 114, 1955.

5. S. SUZUKI. — A new type of square law detector. *Publ. Astr. Soc. Japan*, **7**, 121, 1955.

6. T. HATANAKA, S. SUZUKI. — A multiphase radio interferometer for locating the sources of solar radio bursts. (Document presented to the U.R.S.I. General Assembly, 1957.)

7. H. TANAKA. — Some notes on the solar radio emission at centimetre region around the period of sunspot minimum. *Proc. Res. Inst. Atmosph.*, **3**, 117, 1955.

8. T. HATANAKA, K. AKABANE, F. MORIYAMA, H. TANAKA, T. KAKINUMA. — A model for the solar enhanced region at centimeter range derived from partial eclipse observations. *Rep. Ionosphere Res. Japan*, **9**, 195, 1955.

9. T. HATANAKA, K. AKABANE, F. MORIYAMA, H. TANAKA, T. KAKINUMA. — Solar radio spot and calcium plage. *Publ. Astr. Soc. Japan*, **7**, 161, 1955.

10. T. KAKINUMA. — Observations of radio spot at 4000 Mc/s. *Proc. Res. Inst. Atmosph.*, **4**, 1957, in press.

11. K. AKABANE. — Some feature of solar radio bursts at around 3000 Mc/s. *Publ. Astr. Soc. Japan*, **8**, 173, 1956.

12. H. TANAKA, T. KAKINUMA. — The most intense burst of solar radio emission observed on February 23, 1956. *Proc. Res. Inst. Atmosph.*, **4**, 1957, in press.

13. T. HATANAKA. — The Faraday effect in the earth's ionosphere with special reference to polarization measurements of the solar radio emission. *Publ. Astr. Soc. Japan*, **8**, 73, 1956.

14. T. TAKAKURA. — Polarized bursts and noise storms of solar radio emission. I. Mechanism of emission. *Publ. Astr. Soc. Japan*, **8**, 182, 1956.

15. T. TAKAKURA. — II. Storm bursts and background continuum (in preparation).

16. T. TAKAKURA. — III. Low frequency spectrum of noise storms (in preparation).

17. K. AKABANE. — Lunar radiation at 3000 Mc/s. *Proc. Japan Academy*, **31**, nº 3, 1955.

18. K. KAWAKAMI, T. TAKAHASHI, M. ONOUE. — A method of discriminating disturbances in V.H.F. solar noise observation. *Journ. Radio Res. Lab.* (*Kokubunji*), **2**, 111, 1955.

Pays-Bas

N° 168. — Rapport du Comité National à la Commission V

I. — Fondation néerlandaise de radio-astronomie

Jusqu'au mois de juillet 1955 ont été faites à Kootwijk des observations avec une parabole de 7,5 m. L'observatoire radioélectrique actuel est situé à Dwingeloo et est équipé d'un télecope parabolique d'un diamètre de 25 m (depuis avril (1956) ainsi que de deux télescopes de 7,5 m de diamètre et d'un cornet pyramidal de 3,03 × 3,76 m. La largeur du faisceau du grand télescope est de 0,57° sur 1420 Mc/s et de 2,0° sur 400 Mc/s. Ci-après est donné un aperçu des recherches effectuées jusqu'ici en étroite coopération avec les observatoires de Leyde et d'Utrecht.

Sujet étudié	Principaux résultats obtenus	Etat des travaux en mai 1957
1. La distribution de l'hydrogène dans les bras en spirales de la galaxie. (Kootwijk 21 cm)	Carte des bras en spirales dans la galaxie. Coupes des bras en spirales, perpendiculairement au plan galactique. Détermination provisoire du pôle galactique : $l = 322°$, $b = 88{,}6°$	*B.A.N.* n° 475 avec catalogue des profils et des résultats détaillés paraîtra au cours de ce mois.
2. L'hydrogène dans les associations stellaires (21 cm)	Zêta Persei et Lacerta : pas de densité hydrogénique excessive (Kootwijk) Orion : détails intéressants (Dwingeloo)	Kootwijk : *B.A.N.* 475 Dwingeloo : on continue les observations.
3. L'hydrogène aux hautes latitudes (21 cm)	Dans presque toutes les directions on trouve des courbes à pointes de basses températures (2-8° K) et à des prolongements étendus (plusieurs centaines de km/sec). Les résultats obtenus à Kootwijk sont entièrement confirmés par les mesures effectuées à Dwingeloo.	Les résultats provisoires ont été insérés dans les comptes rendus du « Jodrell Bank Symposium ». Des données nouvelles pour quatre champs d'étalonnage sont disponibles.

Sujet étudié	Principaux résultats obtenus	Etat des travaux en mai 1957
4. L'hydrogène près du centre galactique (21 cm).	Nombre de détails intéressants dans les pentes des courbes. On voit un bras en spirale « en absorption » devant la source Sgr A. Il s'éloigne du centre d'une vitesse de 50 km/sec.	Les résultats provisoires ont été publiés (comptes rendus).
5. L'hydrogène « en absorption » devant les sources intenses (21 cm)	Devant Cas A se trouvent trois composantes fortes et trois composantes faibles. Précision 1 %. La largeur de la raie correspond à des températures du gaz de 300 à 800° K. Des mesures moins complètes ont été effectuées pour Tau A.	Les premiers résultats ont été envoyés à l'*Ap. J.* pour être publiés.
6. Emission de l'hydrogène dans la nébuleuse d'Andromède (21 cm).	Les profils des raies ont été mesurés jusqu'à une distance de 2°5 du centre avec une précision de 0°3 K. Vitesse de rotation et densité hydrogénique du système. Sa masse totale a été déterminée à nouveau.	Etudes terminées, compte rendu envoyé au *B.A.N.* pour être publié.
7. Emission de l'hydrogène dans d'autres systèmes galactiques et des amas de galaxies (21 cm).	Les observations faites par rapport à M 33 et M 51 ont donné des résultats positifs ; ceux par rapport à M 81 et NGC 205 des résultats négatifs.	Uniquement des expériences provisoires. Un équipement spécial à large bande pour des observations plus complètes est en voie de construction.
8. Carte de la bande galactique (22 cm).	Dans la région de longitude $l = 320\text{-}20°$ on a clairement constaté une superposition d'une crête étroite et de nombre de sources d'un diamètre atteignant 1,5°. Au-dessous de $l = 60°$ le rayonnement est à peine observable.	Kootwijk : région centrale *B.A.N.* 472. Dwingeloo : cartes isophotiques achevées. On continue la réduction des observations.

Sujet étudié	Principaux résultats obtenus	Etat des travaux en mai 1957
9. Détection de radio-sources (22 cm).	La région visible du ciel a été entièrement examinée en effectuant des balayages rapides. Seulement 3 sources atteignant $S > 0.5 \times 10^{-24}$ à une latitude $b > 5^{o}$ ont été décelées. Le rapport d'intensité des sources intenses a été mesuré avec une précision de 1 %.	Réduction des observations terminée.
10. Carte du ciel entier (75 cm).	Le ciel a été entièrement examiné par balayages; précision 1° K. Nébuleuse d'Andromède et la Lune aisément mesurables. Agglomération de Coma juste visible (1/2° K). Les niveaux relatifs de brillance des régions situées hors de la bande galactique ont été déterminés exactement. Le rapport d'intensité des sources intenses a été mesuré avec une précision de 1 %.	Les observations provisoires ont été publiées; *B.A.N.* 475. Toutes les observations ont été effectuées et on vient de commencer la réduction des données enregistrées.
11. Observations de comètes (75 cm).	Observations faites pendant 18 jours. Comète invisible jusqu'à $S = 2 - 10 \times 10^{-25}$.	Résultats provisoires : I.A.U. Announcement Card, May 1957.
12. Intensité absolue de sources intenses (75 cm).	La méthode qui a été conçue pour diverses fréquences, comporte l'étalonnage du gain dû au cornet et l'étalonnage du détecteur à l'aide d'une résistance refroidie.	Les premières observations ont été effectuées : *B.A.N.* 472.

Sujet étudié	Principaux résultats obtenus	Etat des travaux en mai 1957
13. Répartition de la brillance dans Tau A (75 cm).	En novembre 1955 deux occultations de Tau A par la Lune ont été observées. Répartition de la brillance assez uniforme. Dimensions égales à celles des images amorphes, photographiées à Palomar en lumière du spectre continu avec un temps d'exposition de 20 min.	Le compte rendu des résultats a été envoyé au *B.A.N.* pour être publié.
14. Sauts et sursauts solaires, étudiés avec un grand pouvoir séparateur (75 cm).	Les sauts et sursauts ont été enregistrés à l'aide d'un enregistreur très rapide à deux plumes, assurant une bonne caractéristique jusqu'à 100 c/s. Des sauts isolés, atteignant le quart du niveau de rayonnement du soleil non-perturbé, ont une durée moyenne de 0,18 sec, mesurée entre les points « demi-puissance » (half-power). Plusieurs éruptions ont été observées.	On continue les observations. Jusqu'ici quelques enregistrements seulement ont été réduits. On se propose d'effectuer des observations simultanées sur des fréquences voisines.
15. Extinction, réfraction (21, 22 et 75 cm).	Résultats accessoires des étalonnages, effectués dans le cadre d'autres programmes. Extinction effective au zénith : 0,037 dB sur 21 cm. Les données actuelles résultent d'une combinaison d'effets de réfraction et de déformation mécanique de l'antenne.	Il n'y a que des données provisoires. (voir *B.A.N.* 472 et 475).
16. Scintillation (22 et 75 cm).	Résultats accessoires d'autres observations. Une scintillation de 5 à 10 % est normale aux basses altitudes sur 75 cm ; de temps en temps, cependant, il se présente dans toutes les directions du ciel une scintillation mesurable dans les sources intenses.	Quelques données ont été publiées dans *B.A.N.* 472.

BIBLIOGRAPHIE CONDENSÉE

(ne contient pas les articles mentionnés dans des publications plus complètes)

C. A. MULLER. — 21-cm Absorption effects in the spectra of two radio sources. *Ap. J.*, sous presse (1957).

H. VAN WOERDEN, W. ROUGOOR, J. H. OORT. — Expansion d'une structure spirale dans le noyau du Système Galactique, et position de la radio-source Sagittarius A. *Comptes Rendus (Paris)*, 244, 13, Mars 1957.

This volume published at Cambridge Univ. Press, 1957, contains the papers presented at the Symposium at Jodrell Bank, August 1955, among which are many referring to the investigations listed above. *I.A.U. Symp.*, nº 4 (1957).

C. L. SEEGER. — 400 Mc/s Partial eclipse observations on 30 June 1954. *B.A.N.*, nº 461 (1955).

J. H. OORT, Th. WALRAVEN. — Polarization and composition of the Crab nebula. *B.A.N.*, nº 462 (1956).

G. WESTERHOUT. — Search for polarization of the Crab nebula and Cassiopeia A at 22 cm wavelength. *B.A.N.*, nº 462 (1956).

C. L. SEEGER, G. WESTERHOUT, H. C. VAN DE HULST. — The flux densities of some radio sources at 400 Mc/s. *B.A.N.*, nº 472 (1956).

C. L. SEEGER. — A tentative measure of the flux density of Cassiopeia A at 400 Mc/s. *B.A.N.*, nº 472 (1956).

G. WESTERHOUT. — Continuous radiation from the direction of the galactic centre at 22 cm. *B.A.N.*, nº 472 (1956).

C. A. MULLER, G. WESTERHOUT. — A catalogue of 21-cm lines profiles. *B.A.N.*, nº 475 (1957).

A. OLLONGREN, H. C. VAN DE HULST. — Corrections of 21-cm line profiles. *B.A.N.*, nº 475 (1957).

G. WESTERHOUT. — The distribution of atomic hydrogen in the outer parts of the galactic system. *B.A.N.*, nº 475 (1957).

M. SCHMIDT. — Spiral structure in the inner parts of the galactic system derived from the hydrogen emission at 21 cm wavelength. *B.A.N.*, nº 475 (1957).

E. RAIMOND. — A search for atomic hydrogen in the II Persei and the I Lacertae associations of O and B stars. *B.A.N.*, nº 475 (1957).

Th. WALRAVEN. — Photoelectric observations of the polarization and surface brightness of the Crab nebula made at the observatory of Haute Provence. *B.A.N.*, nº 478, sous presse (1957).

L. WOLTJER. — The polarization and density distribution in the Crab nebula derived from plates taken by Dr. W. Baade. *B.A.N.*, nº 478, sous presse (1957).

C. L. SEEGER, G. WESTERHOUT. — Observations of two occultations of the Crab nebula by the Moon on 400 Mc/s. *B.A.N.*, nº 478, sous presse (1957).

H. C. VAN DE HULST, E. RAIMOND, H. VAN WOERDEN. — Rotation and density distribution of the Andromeda nebula derived from observations of the 21-cm line. *B.A.N.*, sous presse (1957).

M. SCHMIDT. — The distribution of mass in M31. *B.A.N.*, sous presse (1957).

C. A. MULLER. — A receiver for the radio waves from interstellar hydrogen. *Philips Techn. Rev.*, **74**, 305 et 351 (1956).

Ce volume contient une série d'articles sur les aspects techniques du télescope de 25 m de Dwingeloo (en Néerlandais). *De Ingenieur*, n° 3 (1957).

II. — SECTION « IONOSPHÈRE ET RADIO-ASTRONOMIE » DES P. T. T. NÉERLANDAIS (I. R. A.)

On a poursuivi les observations journalières du bruit solaire sur 200 et 545 Mc/s. Au cours de 1956 ont été effectuées aussi, en plus des programmes habituels, des observations sur une fréquence de 2980 Mc/s. Des sources solaires à rayonnement plus intense furent localisées à l'aide d'un interféromètre (distance 100 longueurs d'onde) fonctionnant sur 255 Mc/s. Les observations du flux total sur 200 Mc/s ont été complétées par des mesures de polarisation effectuées sur la même fréquence et qui ont été enregistrées à l'aide d'un appareil grande vitesse (enregistreur Brush).

En été 1957 un nouvel équipement de mesure de polarisation sera mis en usage qui permettra la détermination de la polarisation intégrale (4 composantes).

A part les observations radio-électriques, on a fait des observations visuelles (cartes des taches solaires et observation continue des éruptions solaires).

Les résultats des observations journalières ont été publiés dans le « Monthly Bulletin » du bureau météorologique néerlandais (K. N. M. I.). Une analyse des enregistrements effectués à grande vitesse est donnée dans le compte rendu I. R. A. n° 10 et le compte rendu I. R. A. n° 12 comporte quelques détails sur la détermination de la position de l'interféromètre.

Royaume-Uni

N° 128. — Rapport à la Commission V sur les travaux britanniques en Radioastronomie depuis 1954 (avril 1957)

(*Traduction*)

TABLE DES MATIÈRES

I. Introduction.

II. Radiation du Soleil :
- *a*) Observations de routine.
- *b*) Distribution de brillance radioélectrique sur le disque solaire.
- *c*) Essai de détermination du champ magnétique général aux niveaux coronaux.
- *d*) Structure des couches les plus extérieures de la couronne.
- *e*) Observations d'éclipses radiosolaires.
- *f*) Analyse des sursauts radioélectriques solaires.

III. Radiation hertzienne d'origine extraterrestre :
- *a*) Observation des radiosources et leur identification à des objets optiques.
- *b*) Distribution des radiosources.
- *c*) Spectres.
- *d*) Distribution de l'émission sur les radiosources.
- *e*) Occultation des radiosources par la Lune.
- *f*) Polarisation des radiosources.
- *g*) Observation du fond continu galactique à 3,7 m.
- *h*) Interprétation des observations sur 3,7 m.
- *i*) Observation du fond continu galactique à 7,9 m et 3,2 m.
- *j*) Spectre du fond continu galactique.

IV. Radioémissions monochromatiques :
- *a*) Emission sur 21 cm.
- *b*) La raie du deutérium sur 91 cm.

V. Travaux théoriques sur le mécanisme de la radiation.

VI. Investigation de l'ionosphère par l'observation des radiosources :
- *a*) Relations entre effets de scintillation et phénomènes géophysiques.
- *b*) Origine des irrégularités ionosphériques.
- *c*) Relations avec les phénomènes de la couche E.

VII. Techniques nouvelles :
a) Le radiotélescope orientable de 75 m.
b) Calibration d'un générateur de bruit étalon sur 10 cm.
c) Un nouveau type d'antenne à faisceau étroit.
d) La technique de l'interférométrie.
VIII. Astronomie des météores :
a) Observation continue des météores.
b) Détermination des orbites individuelles de météores par la méthode des échos.
c) Distribution des météores dans le temps.
IX. Physique des météores :
a) Diffraction des ondes radioélectriques par les traînées météoriques.
b) Pressions atmosphériques et échelle de hauteur.
c) Distribution des météores en fonction de leur masse.
d) Ionisation par les météores.
e) Coefficients de diffusion.
f) Distribution de l'ionisation dans la traînée.
g) Détermination du vent dans la haute atmosphère par la technique des échos sur les météores.
X. Observations radioélectriques des aurores.
XI. Observations radioélectriques de la Lune :
a) L'atmosphère lunaire.
b) Echos radioélectriques sur la Lune.
XII. Observations radioélectriques des planètes.
Références.

I. — Introduction

Ce rapport décrit les travaux effectués en Grande-Bretagne dans le domaine de la Radioastronomie depuis la XIe Assemblée Générale de 1954. Les observations ont été effectuées par le Cavendish Laboratory, Cambridge, la station expérimentale de Jodrell Bank de l'Université de Manchester, et le Radar Research Establishment of the Ministry of Supply, à Malvern.

II. — Radiation du Soleil

a) Observations de routine

Des observations régulières de l'intensité radiosolaire ont été poursuivies sur 1,7 m, 3,7 m et 7,9 m et les résultats en ont été communiqués au *Quarterly Bulletin of Solar Activity.*

b) Distribution de brillance radioélectrique sur le disque solaire

Une nouvelle série de mesures a été faite durant la période d'activité solaire minimum en vue de déterminer la distribution de brillance du Soleil non perturbé. Ces mesures furent effectuées sur les longueurs d'onde de 60 cm, 1,4 m, 3,7 m, et 7,9 m au moyen d'interféromètres à écartement variable. Pour quelques-unes d'entre elles il a été possible de déplacer les axes de l'interféromètre de manière à obtenir la distribution complète à deux dimensions (Conway et O'Brien, 1956) ; à d'autres longueurs d'onde, une information sur l'écart à la symétrie circulaire a pu être obtenue à partir des mesures de l'éclipse du 30 juin 1954 (O'Brien et Tandberg-Hansen, 1955).

Les résultats suggèrent que la température coronale demeure égale à 10^6 °K ($\pm$ 25 %) jusqu'au niveau de la chromosphère. L'allure de l'éclaircissement au limbe observé à 60 cm indique que la densité électronique à la frontière chromosphère-couronne s'élève à $(1{,}5 \pm 0{,}5) \times 10^9$ cm^{-3} et que l'échelle de hauteur est de l'ordre de 2000 km (Conway, 1956*c*).

c) Essai de détermination du champ magnétique général aux niveaux coronaux

En présence d'un champ magnétique général, la radiation coronale devrait comprendre une composante circulaire faible dont le sens serait opposé dans les hémisphères. Une première tentative de détection fut faite au cours d'une éclipse partielle par Christiansen, Yabsley et Mills (1949).

Une sensibilité plus grande a été obtenue à l'aide d'un interféromètre polarimétrique dans lequel deux antennes de polarisation opposée sont établies aux extrémités d'une base variable, d'environ 100 longueurs d'onde, orientée Nord-Sud. Les contributions des hémisphères Nord et Sud du Soleil, dont les polarisations doivent être opposées, sont alors combinées de manière à produire une déflection à la sortie d'un récepteur à permutation de phase. A l'aide de cet instrument, une sensibilité de l'ordre de 0,25 % sur le taux de polarisation pourrait être obtenue. Afin d'évaluer le champ magnétique correspondant à ce taux de polarisation, il est nécessaire de faire intervenir une hypothèse sur la forme du champ magnétique ainsi que la valeur de la température et de la

densité électronique dans la couronne inférieure. Une première estimation d'un champ dipolaire conduit à une limite supérieure de 1,0 pour le champ superficiel aux pôles (Conway, 1956c).

d) Structure des couches les plus extérieures de la couronne

Les observations d'éclipse de la Nébuleuse du Crabe par les régions extrêmes de la couronne ont été poursuivies et étendues. Des mesures interférométriques effectuées en 1954, 1955 et 1956 ont confirmé les conclusions précédentes (Hewish, 1955) selon lesquelles la réduction apparente d'intensité est due à la diffraction multiple de la radiation par des irrégularités coronales dont le diamètre serait compris entre 2 et 10^5 km. L'intensité du phénomène paraît croître avec le cycle solaire, le plus grand effet ayant été observé en 1956. Les différences systématiques observées aux mêmes distances angulaires mais de chaque côté du Soleil peuvent être expliquées par des irrégularités coronales distribuées à de plus grandes distances dans la région équatoriale que dans la direction des pôles.

Les observations faites en 1956 au moyen de deux interféromètres similaires orientés perpendiculairement suggèrent que cette diffraction est anisotrope, comme on pourrait s'y attendre si les irrégularités coronales étaient filamenteuses et orientées par un champ magnétique. Des phénomènes de réfraction à des distances inférieures à 7 rayons solaires lorsque la nébuleuse du Crabe est aperçue à travers la couronne dans le voisinage des pôles ont également été constatés (Hewish, en préparation).

e) Observations d'éclipses radiosolaires

Hey et Hugues (1956) ont décrit les mesures faites le 30 juin 1954 près de Malvern, sur le Soleil partiellement éclipsé à la longueur d'onde de 10,5 cm. Comme la trajectoire du centre de la Lune sur le disque solaire était inclinée sur l'équateur, tout écart à une symétrie circulaire dans la distribution de brillance doit se traduire par une asymétrie de la courbe d'éclipse observée.

Une telle différence a été constatée et pourrait s'expliquer par une légère ellipticité de la distribution de brillance, avec un maximum d'élongation dans le plan équatorial. Il fut conclu que l'écart

à la symétrie circulaire connu dans la couronne s'étend également à la chromosphère. La forme de la courbe d'éclipse obtenue indique également un éclaircissement au limbe.

Des observations antérieures d'éclipses radiosolaires ont été synthétisées par Hey (1955).

f) Analyse des sursauts radioélectriques solaires

Les éruptions chromosphériques associées aux sursauts sur 4,1 m dans l'intervalle 1946-1951 ont été examinées par Hey et Hugues (1955) du point de vue de leur distribution en longitude à partir du méridien central. Cette analyse a confirmé le fait que les éruptions produisant des sursauts se présentent plus fréquemment du côté Est du disque.

La circonstance pourrait s'expliquer par une absorption du rayonnement par les faisceaux corpusculaires produisant normalement l'activité géomagnétique. C'est pourquoi l'étude des relations entre l'asymétrie et le géomagnétisme fut faite d'une manière détaillée pour la période 1947-1950. Il fut remarqué que les régions éruptives responsables des nombres caractéristiques magnétiques élevés sont aussi celles qui fournissent le plus de sursauts radioélectriques. Bien que les régions associées à une haute activité géomagnétique donnent moins de sursauts quand elles passent au voisinage du méridien central (ce qui pourrait s'expliquer par une absorption corpusculaire), l'asymétrie Est-Ouest apparut comme un phénomène plus général. L'explication suggérée est qu'il existe une asymétrie Est-Ouest de l'atmosphère solaire dans le voisinage du centre d'activité ; l'asymétrie observée dans la distribution des sursauts en longitude serait causée par l'absorption et la réfraction dans l'atmosphère solaire au-dessus des éruptions chromosphériques.

Une discussion de l'asymétrie du nombre des éruptions observées en Hα a également été faite, et il fut indiqué, d'une manière semblable, que le phénomène pourrait s'expliquer par une absorption dans l'atmosphère solaire. Alors que les résultats radioélectriques suggèrent une asymétrie Est-Ouest dans la couronne inférieure, la distribution des éruptions en Hα indiquerait que cette asymétrie s'étend probablement jusqu'à la chromosphère.

III. — Radiation hertzienne d'origine extraterrestre

a) Observations de radiosources, identification à des objets optiques

Le grand radiotélescope interférométrique terminé à Cambridge en 1953 (Ryle et Hewish, 1955) a été utilisé pour la détection des radiosources à 3,7 m de longueur d'onde (Shakeshaft, Ryle, Baldwin, Elsmore et Thomas, 1955), 1936 sources furent localisées entre les déclinaisons de $+83^{o}$ à -38°. La plupart de ces sources ont un diamètre angulaire faible (inférieur à 10′) mais quelque 30 sources ont des diamètres compris entre 20′ et 180′.

Une comparaison des positions de ces radiosources avec celles de divers objets optiques a été faite ; certaines paraissent correspondre aux vestiges des supernovae de Kepler et de Tycho et aux galaxies proches M 31 et M 51. Deux sources de grand diamètre furent respectivement identifiées à la nébuleuse par émission IC 443 et à une nébuleuse analogue dans Auriga. Un examen des clichés du télescope de Schmidt de 48″ par Dr Minkowsky n'a révélé, parmi 75 sources dont les positions avaient été déterminées avec la plus grande précision, aucune coïncidence significative avec des objets optiques.

Les sources discrètes observables au moyen du paraboloïde fixe de 218 ft de Jodrell Bank ont été examinées sur 3,2 m de longueur d'onde. Dans cette recherche, le paraboloïde a été utilisé d'abord pour la mesure des densités de flux avec une largeur de faisceau d'environ 3°, et ensuite comme un élément d'interféromètre d'une longueur de base d'environ 150 longueurs d'onde. Une comparaison soigneuse des deux ensembles d'enregistrements est faite pour analyser les différences systématiques dans les résultats ; on peut espérer que ce travail permettra d'assigner des limitations aux diverses méthodes d'étude des radiosources. Les observations sont terminées mais les résultats n'ont pas encore été complètement analysés.

Les observations à l'aide du paraboloïde de 218 ft ont montré qu'il existe une source intense de grand diamètre apparent dont la position coïncide avec celle de la grande arche du Cygne ; une tentative d'explication a été suggérée par Walsh et Hanbury Brown (1955). Une identification de la source discrète 17S2A a été suggérée par Davies et Williams (1955), et aussi par Davies (1956). La source paraît associée à une région d'hydrogène ionisé à 3 Kpc du Soleil plutôt qu'au centre galactique.

b) Distribution des radiosources

Les sources observées à Cambridge furent divisées en deux classes d'après leurs dimensions angulaires et leur distribution sur le ciel séparément. Les sources dont le diamètre angulaire est supérieur à 20′ montrèrent une forte concentration galactique ; les sources de faible diamètre angulaire apparurent distribuées d'une manière isotrope.

L'analyse de la relation entre le nombre de sources et leur éclat montra que pour les faibles sources la distribution uniforme dans l'espace n'est pas valable ; il apparaît un excès de sources faibles. Comme un effet de ce type pourrait résulter d'une « confusion » entre sources faibles sur les enregistrements, une nouvelle méthode d'analyse fut utilisée qui n'implique pas l'interprétation des enregistrements expérimentaux en termes de sources individuelles (Scheuer, 1957). Dans cette méthode, l'amplitude des franges d'interférence est lue à des intervales de temps égaux et la densité de probabilité de l'amplitude en est déduite. Cette distribution peut alors être comparée avec la distribution théorique pour une distribution spatiale uniforme ou toute autre distribution spatiale des radiosources.

Une analyse de ce genre sur les résultats obtenus à 3,7 m montra qu'il est impossible d'admettre une distribution uniforme des sources (Ryle et Scheuer, 1955). Il fut suggéré que cette non-uniformité dans la distribution de sources pourrait être associée à la structure de l'Univers à grande échelle.

Plus récemment une autre observation fut faite à Cambridge pour étendre et contrôler les résultats des observations précédentes. Le grand interféromètre fut modifié en vue d'être utilisé sur 1,9 m de longueur d'onde de manière à fournir une amélioration de 4 fois dans le pouvoir résolvant des éléments individuels. La précision des positions pour les sources les plus brillantes fut également améliorée de deux fois par rapport aux observations précédentes (sur 3,7 m) pour les deux coordonnées. Ceci pourrait être d'une importance considérable pour la recherche d'objets optiques associés aux radiosources. Les observations ont été complétées sur une plage étendue du ciel et la réduction des enregistrements est en cours.

c) Spectres

Des expériences ultérieures ont été faites en vue de déterminer les spectres absolus des quatre sources les plus intenses (Adgie et Smith, 1956) ; les observations furent faites à des longueurs d'onde de 60 cm, 1,4 m, 3,7 m, et 7,9 m en utilisant des aériens de faible directivité dont les gains en puissance peuvent être calculés. La sensibilité absolue des récepteurs fut déterminée par une calibration à l'aide d'une résistance chauffée.

Une nouvelle série d'observations d'un grand nombre de sources aux longueurs d'onde extrêmes de 60 cm et 7,9 m a été effectuée par Conway (en préparation) et Whitfield (en préparation) ; ces observations utilisèrent des aériens de plus grande directivité dont les gains furent déterminés par les mesures de Cygnus A.

Whitfield a combiné ces nouveaux résultats à ceux obtenus précédemment pour essayer d'en déduire les spectres les plus appropriés pour un certain nombre de sources. Vu la difficulté d'une calibration absolue beaucoup de ces déductions ne peuvent pas être considérées comme donnant des flux absolus, quoique les flux relatifs des différentes sources peuvent être d'une précision considérable. Le fait qu'un certain nombre de mesures absolues de Cygnus A et Cassiopée A sont actuellement disponibles permet d'homogénéiser les flux déterminés par un grand nombre d'observateurs de manière à ce qu'ils se placent sur la courbe trouvée pour les deux sources intenses. En utilisant ce facteur de correction, des spectres ont été obtenus pour 26 sources, et pour la plupart de ces sources les courbes spectrales apparaissent remarquablement régulières. Whitfield a aussi remarqué que les données actuelles sur Cassiopée A sont cohérentes avec un spectre linéaire.

Des mesures de l'intensité des sources discrètes dans le Cygne (19N4A) et Cassiopée (23N5A) ont été faites aux fréquences de 16, 5, 19, 0, 22, 6 et 30, 0 Mc/s au moyen du paraboloïde fixe de 218 ft à Jodrell Bank (Landen et Lovell, 1956). La caractéristique principale des résultats est que l'intensité des deux sources tombe d'une manière abrupte à des fréquences inférieures à 22 Mc/s. Une explication de ce phénomène en termes d'absorption par l'hydrogène interstellaire est proposée.

d) Distribution de l'émission sur les radiosources

Des mesures de la distribution de brillance de M 31 ont été effectuées à la longueur d'onde de 3,7 m au moyen de sections du grand interféromètre (Baldwin, 1954). La distribution des radio-émissions apparut comme à peu près sphérique autour de la galaxie dans un rayon de 18 kpc.

Des observations de la nébuleuse extragalactique particulière M. 87 ont été effectuées au moyen d'un interféromètre dont l'écartement s'élevait à 160 longueurs d'onde (Baldwin et Smith, 1956). De faibles extensions de la source ayant un diamètre de quelque 50′ d'arc furent décelées. La radiosource intense dans la direction du centre galactique a été observée aux longueurs d'onde de 60 cm, 1,4 m, 1,9 m, 3,7 m et 7,9 m au moyen du grand radiotélescope et de plus petites antennes déplaçables (Smith, O'Brien et Baldwin, 1956). Les dimensions de la source furent trouvées très voisines à toutes ces longueurs d'onde. La température de brillance de la source aux basses fréquences fut trouvée considérablement plus élevée que 10.000° K ce qui ne s'accorde pas avec la radiation thermique d'une région H II. Des observations interférométriques de la source intense du Cygne et de Cassiopée furent faites à différents écartements sur 500 Mc (Conway, 1956*b*). La courbe de visibilité concorda remarquablement avec les observations faites à des fréquences plus basses (Smith 1952 ; Jennison et Das Gupta, 1953) qui montraient que le diamètre de la source varie peu avec la fréquence.

Des observations antérieures de la source du Cygne (19N4A) et Cassiopée (23N5A) faites avec un interféromètre de corrélation par Jennison et Das Gupta (1956) ont été répétées par Jennison et Latham au moyen d'un type spécial d'interféromètre fournissant à la fois l'amplitude relative et la phase du diagramme d'interférence enregistré avec différents écartements. L'un des résultats de ces observations confirme le modèle de la source du Cygne déduit des mesures antérieures ; dans ce modèle la source consiste en deux centres similaires mais séparés. Une valeur plus précise de la direction du petit axe de la source du Cygne a été déterminée. Les résultats de ce travail n'ont pas encore été publiés.

Des mesures préliminaires du diamètre angulaire apparent de la source intense du Taureau (05N2A) et de Cassiopée (23N5A)

ont été faites à la longueur d'onde de 10,7 cm au moyen d'un interféromètre (Rowson, 1957). Pour la source du Taureau la distribution angulaire des intensités sur 10,7 cm ne diffère pas sensiblement de celle obtenue aux longueurs d'onde métriques ; pour la source de Cassiopée le diamètre angulaire paraît être de 10 à 20 % plus petit, bien que ce dernier résultat puisse ne pas être significatif.

La détermination des diamètres angulaires des sources intenses dans le champ du paraboloïde fixe de 218 ft. à Jodrell Bank a été continuée sur 1,9 m avec attention spéciale vis-à-vis des sources de haute latitude galactique. Des détails sur cinq de ces sources ont été donnés par Norris, Palmer et Thompson (1957). L'intérêt principal de ce travail réside en ce que deux des cinq sources étudiées ont des diamètres angulaires de quelques minutes d'arc alors que les trois autres n'ont pas été résolues et doivent avoir des diamètres angulaires de moins de 12″. Les 3 sources de diamètre angulaire très faible ont des températures de brillance comparables à celle de la source du Cygne, et il est suggéré qu'elles sont probablement associées à des galaxies en collision vraisemblablement trop faibles pour une identification optique.

e) Occultations de radiosources par la Lune

La première observation d'une occultation de radiosource par la Lune fut faite le 26 avril 1955 au cours de mesures faites à Cambridge sur la radiosource étendue 2C.537 correspondant à la nébuleuse galactique IC.443 (Elsmore et Whitfield, 1955). La forme de la courbe d'occultation sur 3,7 m indiquait que l'émission radioélectrique est concentrée dans les filaments montrant une forte émission en Hα.

L'occultation de la nébuleuse du Crabe fut observée le 24 janvier 1956 sur 3,7 m et 7,9 m (Costain, Elsmore et Whitfield, 1956) ; des enregistrements continus furent obtenus aussi bien à l'immersion qu'à l'émersion et une distribution de brillance projetée fut obtenue avec précision sur 3,7 m. Le diamètre était plus grand à 7, 9m qu'à 3,7 m. La position du centre de la radiosource, calculée d'après ces observations, coïncide très bien avec celle de l'objet optique, mais aucune structure fine associable aux irrégularités observées optiquement n'apparut sur 3,7 m.

f) Polarisation des radiosources

La radiation de trois sources intenses dans le Cygne (19N4A), Cassiopée (23N5A) et le Taureau (05N2A) a été examinée du point de vue de la polarisation sur 1,9 m (Hanbury Brown, Palmer et Thompson, 1955). Aucune radiation circulaire ou rectiligne ne fut décelée. La source du Taureau (05N2A) fut également examinée du point de vue de la polarisation rectiligne à 1420 Mc (Davies, 1957) et il fut trouvé que la composante polarisée rectiligne doit avoir une intensité moindre que 2,7 % de l'intensité totale.

g) Observation du fond continu à 3,7 m

Un élément du radiotélescope de Cambridge a été utilisé pour la mesure du fond continu sur 3,7 m (Baldwin, 1955*a*).

La région du ciel située entre $+80^{\circ}$ et -28° en déclinaison a été étudiée au moyen d'un faisceau de 2° en ascension droite et de 15° en déclinaison. Des valeurs de la température de brillance exactes à 10 % près ont été obtenues pour des régions éloignées du plan galactique.

h) Interprétation des résultats sur 3,7 m

Une analyse de la distribution des radiosources sur 3,7 m a montré que la plupart des radiations en provenance des hautes latitudes galactiques sont émises par une région sphérique de la galaxie d'un rayon de 11-14 kpc dans laquelle l'émission par unité de volume est remarquablement constante (Baldwin, 1955*b*). Ce fait est très semblable à celui observé dans M.31 et dans le halo étendu de M.87. Il a été possible de fixer une limite supérieure de 500° K pour la température de brillance de l'émission extra-galactique intégrée sur 3,7 m.

Des estimations théoriques de l'intensité de cette radiation ont été faites par Shakeshaft (1954) qui a montré que cette valeur était comprise entre 50° K et 900° K pour une longueur d'onde de 3 m, le résultat dépendant fortement de la théorie cosmologique envisagée.

La distribution du rayonnement galactique aux latitudes inférieures à 30° a été trouvée en bon accord avec le modèle de radio-galaxie proposé par Westerhout et Oort (1951).

Un examen de l'émission dans la bande où se concentrent les galaxies brillantes connue sous le nom de supergalaxie a été fait (Kraus et K°, 1953 ; Hanbury Brown et Hazard, 1953).

De la distribution des émissions et de leur intensité on a pu conclure (Shakeshaio et Baldwin, en préparation) que la radiation ne peut pas être considérée comme provenant de galaxies individuelles. De plus, des objets de ce type distribués dans tout l'espace fourniraient une radiation extragalactique intégrée beaucoup plus intense que celle observée. On suggère que l'émission radioélectrique pourrait être une caractéristique interne de la Galaxie.

i) Mesures du fond continu sur 7,9 *et* 3,2 *m*

Une nouvelle technique d'observation par faisceau étroit a été appliquée ; cette technique a fourni un pouvoir résolvant de 3° sur 7,9 m (Blythe, en préparation). La carte obtenue montre de nombreuses sources discrètes dont certaines antérieurement inconnues dans le plan galactique, et sera probablement de la plus haute importance pour notre connaissance du plan galactique lui-même et des émissions aux faibles altitudes galactiques. La radiation du halo galactique est également mise clairement en évidence mais avec une précision moindre.

Une analyse des résultats d'observations obtenus avec le paraboloïde de 218 ft. à Jodrell Bank a été complétée sur 3,2 m par Walsh et Hazard. Ces résultats sont étudiés pour l'instant.

j) Spectre du fond continu

Adgie et Smith (1956) ont effectué des mesures spectrales précises au moyen de réseaux « broadside » simples ayant des diagrammes de réception identiques aux fréquences de 38,81.5 et 175 Mc. Les récepteurs étaient étalonnés au moyen d'une résistance chauffée. Les faisceaux d'antennes étaient prévus pour balayer le ciel à une déclinaison permettant de distinguer aisément les radiations du plan galactique et celles du halo. Les spectres de toutes les régions du ciel ont été trouvés pratiquement les mêmes, excepté pour une bande le long du plan galactique, où les effets d'émission H II étaient notables.

Un compte rendu des méthodes de calibration utilisées pour ces mesures et celles de sources discrètes mentionnées dans la section III (*c*) sera adressé à l'U.R.S.I. par la Sous-Commission V (*d*).

IV. — Radioémissions monochromatiques

a) Emission sur 21 cm

Continuant les travaux décrits dans le rapport précédent, le radiospectromètre de Jodrell Bank sur 21 cm a été utilisé pour mesurer la distance des radiosources en observant l'absorption de leur radiation par l'hydrogène neutre interstellaire (Williams et Davies, 1956).

Des observations ont aussi été effectuées sur l'émission de l'hydrogène neutre sur 21 cm dans la direction de nuages denses de poussières interstellaires situés dans le plan galactique. Dans cette direction, l'émission est moindre que dans les régions avoisinantes ; ce fait semble dû aux nuages denses (H I) de faible température cinétique (Davies, 1956).

b) La raie du deutérium sur 91 cm

Des observations dans la direction du centre galactique ont été effectuées en vue de déterminer l'intensité de l'absorption sur la raie du deutérium (Adgie et Hey, 1957). L'antenne avait un diamètre de 24 ft. et suivait automatiquement le centre galactique. La fréquence du récepteur variait par pas de 10 Kc dans un intervalle total de 100 Kc, avec un temps d'intégration de 5 minutes pour chaque fréquence. A la latitude d'observation le centre de la galaxie n'apparaissait au-dessus de l'horizon que pendant quelques heures par jour, et quatre balayages en fréquences étaient effectués. Après rejet des résultats montrant une perturbation évidente par des interférences, et application de corrections relatives au spectre de bruit du récepteur, la moyenne des résultats de 14 jours d'observation a permis de conclure que l'intensité de la raie du deutérium était inférieure à 0,1° K. Il en a été déduit que l'abondance du deutérium ne dépassait pas 1/2000 de celle de l'hydrogène. Ces résultats ne concordent donc pas avec ceux publiés par Getmanzev, Stankevitch et Troïtsky en 1955.

V. — Travaux théoriques sur le mécanisme de la radiation

Les émissions radioélectriques du halo de la galaxie et de M.31 ont été considérées par Burbidge (1956) comme dues aux accélérations d'électrons relativistes dans des champs magnétiques

faibles. La stabilité des gaz interstellaires hors du plan galactique implique une intensité du champ magnétique de 10^{-6} Gauss. Les électrons responsables des émissions radioélectriques sur 3,7 m ont une énergie d'environ 1,5 Bev.

Adgie et Smith (1956) ont montré que la similitude des spectres d'émissions de toutes les régions de la galaxie, excepté les régions H II, indique que les électrons relativistes passent à travers le halo, et que le champ magnétique se prolonge dans ce halo avec une intensité au moins égale au cinquième de celle du plan galactique. Comme le champ magnétique au voisinage du plan est estimé à 10^{-5} Gauss, cette estimation concorde bien avec celle calculée par Burbidge. L'origine des sources de classe 1 a été discutée par Hanbury Brown (1954). Il affirme que les sources discrètes de cette classe observées dans la galaxie sur les longueurs d'onde métriques peuvent être des vestiges de supernova, et que par conséquent il n'est pas indispensable de supposer l'existence d'un type inconnu de corps célestes pour expliquer ces sources.

VI. — Etude de l'ionosphère par l'observation des radiosources

Des observations de la scintillation de la source de Cassiopée ont été continuées à Cambridge sur 7,9 m. Trois interféromètres situés aux sommets d'un triangle de 1 km de côté ont été utilisés pour étudier à la fois la vitesse de dérive et la forme de la fonction d'autocorrelation de la distribution du champ. Il a été trouvé que le diagramme de diffraction est très allongé ; la direction du maximum permet de penser que les irrégularités de la région F sont étendues le long des lignes de force du champ magnétique terrestre (Spencer 1955).

Une comparaison des moyennes mensuelles de l'indice de scintillation d'une année à l'autre, a montré une diminution significative des scintillations durant la période de minimum des taches solaires, bien que les variations diurnes soient restées pratiquement les mêmes.

A Jodrell Bank le phénomène a été étudié sur 80 Mc en utilisant une antenne à monture équatoriale, ce qui a permis l'enregistrement ininterrompu des scintillations de Cassiopée. Des mesures analogues ont été effectuées par trois stations de triangulation

distantes de 1 km sur Cassiopée et le Cygne. Le problème considéré peut être présenté comme suit :

a) Relation entre scintillations et phénomènes géophysiques.

b) Origine des irrégularités de densité électronique donnant naissance aux effets de diffraction.

c) Relation avec les phénomènes de la région E.

a) *Relation entre scintillations et phénomènes géophysiques*

Une étude des variations diurnes et des effets géophysiques associés a été faite par Dagg (1957*a*, *b*) qui utilisait un système d'antennes à monture équatoriale qui a permis l'enregistrement ininterrompu des scintillations de Cassiopée. Les résultats principaux peuvent se résumer comme suit :

I) *Occurrence des scintillations.* — Les scintillations se renforcent rapidement après 18 h 00 pour culminer à environ 21 h 30, puis diminuent graduellement pour arriver à un minimum entre 06 h 00 et 08 h 00. Peu de scintillation diurne, sans régularité. Pas de variation saisonnière marquée.

II) *Amplitude des scintillations.* — La variation d'amplitude correspond en général à celle de l'occurrence, mais le maximum est plus net. Une variation saisonnière existe pour l'amplitude et correspond à celle de l'activité magnétique.

III) *Vitesse de fluctuations.* — La vitesse augmente après 18 h 00 vers un maximum à 21 h 00, puis diminue régulièrement pour atteindre un minimum à 04 h 00, après quoi les résultats sont erratiques.

IV) *Corrélation avec le développement de F sporadique.* — Des résultats précédents ont montré que la scintillation et la couche F sporadique ont tendance à se produire aux mêmes nuits. Les nouveaux résultats montrent que le maximum d'occurrence précède d'environ 4 heures le développement de F sporadique et que les variations saisonnières de cette couche ne sont pas en relation apparente avec le phénomène de scintillation. Dagg suggère que les irrégularités ionosphériques responsables des deux phénomènes sont produites par le même mécanisme, mais que le renforcement dans la région F affecte les observations de F spo-

radique alors qu'il n'affecte pas la scintillation des radiosources sur 80 Mc.

V) *Corrélation avec l'activité magnétique.* — De nouvelles observations ont confirmé la corrélation étroite entre la vitesse de dérive et l'indice magnétique. Il a été montré que la vitesse de dérive varie linéairement avec le champ jusque 200γ environ, après quoi le champ magnétique croît plus rapidement que la vitesse de dérive. Des comparaisons plus détaillées d'enregistrements de scintillations et de magnétogrammes ont montré :

1) une corrélation étroite entre les variations de la vitesse de fluctuation et les variations du champ magnétique, particulièrement dans la composante $\triangle V$,
2) soit une corrélation étroite entre l'amplitude des fluctuations et la variation du champ magnétique soit aucune corrélation ;
3) une meilleure corrélation entre l'amplitude des fluctuations et le champ magnétique terrestre pour la composante $\triangle H$ que la composante $\triangle V$.

VI) *Inversion dans la direction de dérive.* — Ces inversions sont souvent observées dans les environs de minuit, et des essais ont été faits en vue de relier l'instant d'inversion avec le degré de perturbation magnétique. Les cas où des inversions se produisent sont associés à des perturbations magnétiques importantes et l'inversion a tendance à se produire plus tôt dans la nuit quand l'indice K est élevé.

VII) *Scintillations pendant les éclipses solaires.* — Pendant l'éclipse totale du soleil en juin 1954 la ligne de visée de Cassiopée à partir de Jodrell Bank traversait la région à 400 km sur 150 km de la zone d'occultation totale. Au moment de l'éclipse des scintillations ont été observées, et Dagg a pu montrer (1956) que les deux événements étaient probablement associés, la probabilité d'existence de scintillations à ce moment du jour étant environ de 1/5.

b) Origine des irrégularités

Maxwell (1954) a suggéré que les hétérogénéitées responsables des effets de scintillation sont causées par des vents turbulents dans la région F supérieure, et que l'absence de scintillations

pendant les périodes diurnes pourrait être due à la disparition de cette turbulence, provoquée par un haut gradient de température. Il est cependant actuellement admis que toute explication mettant en jeu des mouvements matériels dans l'atmosphère doit être abandonnée à ces altitudes. D'un autre côté, il est prouvé avec évidence qu'une telle turbulence peut avoir lieu dans la région de 100 km et par conséquent avoir un effet dynamo.

Dagg (1957*c*) a suggéré que la composante turbulente du champ électrique ainsi engendrée pourrait être communiquée à la région F le long des lignes de force du champ magnétique terrestre. Il y aurait alors interaction du champ turbulent sur le champ magnétique, et la composante de vitesse turbulente au niveau de la région inférieure E serait communiquée à l'ionisation de la région F.

Dagg a montré qu'on peut expliquer de cette manière les caractéristiques principales du phénomène de scintillation en rapport avec les données magnétiques.

c) Relations avec les phénomènes de la couche E

Bien que l'évidence du phénomène de scintillation se manifeste principalement dans la région F, les chercheurs de Sydney ont suggéré que certains effets pouvaient se produire dans la région E. Intéressante dans cette voie est la découverte de Daggs (1957) relative à une forme exceptionnelle de scintillations pendant les mois d'été. Dans ces cas les variations crête à crête d'intensité atteignent 200 % bien que l'intensité moyenne de la source ne varie que de 3 %.

L'occurrence de ces « Radio star ridges » montre un haut degré de corrélation entre des phénomènes sporadiques dans la couche E et l'on suppose que les nuées sporadiques E ionisées agissent comme des lentilles divergentes.

VII. — Techniques nouvelles

a) Le télescope orientable de 250 ft

La construction de cet appareil commencée en 1952 est pratiquement terminée. On espère sa mise en service pour l'été ou le début de l'automne 1957.

Les caractéristiques principales du point de vue construction et du point de vue scientifique ont été données par Lovell (1956).

b) Calibration d'une source de bruit étalon sur 10 cm

Pour obtenir une telle source, Hughes (1956) a effectué une calibration absolue du tube à décharge dans l'argon CV1881. A l'aide d'un atténuateur calibré la température effective du tube sur une longueur d'onde de 10,5 cm a été déterminée par comparaison avec une résistance chauffée, l'erreur étant inférieure à 0,1 *db*. Au moment de l'éclipse de juin 1954 le tube à décharge connecté à un cornet a été utilisé comme source extérieure pour comparaison avec les radiations solaires. La température apparente du disque solaire non éclipsé, mesurée de cette manière, a été trouvée égale à $4{,}2 \times 10^4$ °K.

c) Un nouveau type d'antenne à faisceau étroit

En vue d'étudier la structure du fond galactique sur 7,9 m, une nouvelle technique a été utilisée aux fins d'obtenir un faisceau dont la largeur à mi-puissance est égale à 3° (Blythe, en préparation). L'instrument consiste en un alignement de dipôles sur 1200 ft. dans la direction est-ouest. Cet alignement est utilisé en conjonction avec un élément simple pouvant être déplacé vers le sud le long d'une ligne perpendiculaire au centre de l'alignement. Des balayages successifs du ciel ont été faits, le petit élément étant déplacé d'une demi-longueur d'onde le long de la ligne nord-sud. Les enregistrements successifs ont été additionnés vectoriellement par utilisation du calculateur digital EDSAC, compte tenu de leur phase et de leur poids statistique. Cette méthode a fourni une carte du ciel avec une résolution comparable à celle obtenue par une ouverture de 600 pieds. On peut montrer que le système est équivalent tant du point de vue sensibilité que du point de vue durée d'observation à un interféromètre du type « croix de Mills » composé de deux réseaux perpendiculaires de 1200 ft.

d) Technique des interféromètres

Une discussion de la théorie « post-detector correlation » ou interféromètre d'intensité appliqué à la radioastronomie a été publiée par Hanbury Brown et Twiss en 1954. Le même principe a été appliqué en laboratoire à la lumière et un interféromètre d'intensité stellaire a été utilisé pour mesurer le diamètre angulaire apparent de Sirius (Hanbury Brown et Twiss 1956*a*, *b*, *c*). La

description d'un interféromètre à lobe tournant a été donnée par Hanbury Brown, Palmer et Thompson (1955*b*). Cet instrument a été utilisé avec succès pour l'étude de sources discrètes, avec un pouvoir résolvant d'environ 15″ d'arc.

VIII. — Astronomie des météores

a) *Observation continue des météores*

Une observation continue de l'activité météorique a été effectuée à Jodrell Bank à l'aide de deux équipements ; l'un d'eux consiste en deux aériens à faisceau fixe et l'autre en une antenne tournante balayant le ciel deux fois par minute. Les résultats des observations diurnes et nocturnes des météores d'essaim, en août 1955, ont été donnés par Davidson (1956), mais les observations ultérieures n'ont pas encore été publiées. Les renseignements concernant l'activité, les vitesses et les orbites des essaims bien connus sont en général similaires à ceux observés antérieurement.

L'essaim des Gémeaux fut une exception. Celui-ci montra une activité inaccoutumée allant jusqu'à une élévation de 50 % par rapport à celle des années antérieures, et le taux restant à un niveau élevé en 1955 et 1956. L'appareil d'observation révéla un nouvel essaim avec un radiant dans la constellation du Bélier, actif du 16 au 19 janvier 1957. L'activité était de 30 par heure — une élévation de 5 fois le taux sporadique normal avec l'appareil en question. Un examen des enregistrements obtenus pour la même période des années précédentes montre une activité similaire en janvier 1951.

Davies et Lovell (1955) ont publié le rapport détaillé des observations des essaims météoriques des Giacobinides pour la journée du 9 octobre 1952 et ont considéré les facteurs influençant la rencontre d'un essaim provenant de cette comète. Il a été suggéré que ces résultats peuvent être expliqués si des perturbations ont augmenté la distance périhélique des météores en avant de la comète par rapport à celle des météores en arrière et la possibilité de rencontres futures a été analysée.

b) *Détermination des orbites météoriques individuelles par la méthode des échos.*

La technique des échos utilisant la méthode des « 3 points » pour la mesure des orbites de météores individuels a été décrite

par Davies et Gill (1956). Ils ont en même temps écrit un rapport concernant l'essai de la méthode en l'appliquant à l'essaim météorique des Géminides. Cet appareillage qui permet de déterminer 200 orbites individuelles par jour, a été utilisé pour résoudre le problème des météores sporadiques et pour l'étude des orbites de certains essaims. Les résultats suivants ont été obtenus :

i) *Orbites de météores sporadiques.* — 2400 orbites de météores sporadiques ont été jusqu'à présent analysées dans l'intervalle de magnitudes +7 à +8. La distribution de ces orbites est fort inusitée. 50 % sont concentrées dans une zone de $\pm 15^{\circ}$ autour de l'écliptique. 15 autres % se déplacent sur des orbites quasi-circulaires dont les inclinaisons sont groupées autour des valeurs 60° et 120°.

Une analyse ultérieure des météores sporadiques de magnitude +4 à +6 montre que cette classe d'orbites devient relativement moins marquante et les résultats pour ces météores plus brillants sont mieux comparables à ceux obtenus par la photographie. La raison cosmologique de la variation de la distribution des orbites n'est pas actuellement connue. Les résultats, en tous cas, confirment entièrement les expériences statistiques précédentes qui ont montré qu'il n'existe pas d'orbites hyperboliques parmi celles de la population des météores sporadiques.

ii) *Orbites des η-Aquarides, des Orionides, des Ursides de décembre et des Giacobinides.* — L'appareillage à trois stations a été utilisé pour l'étude de l'orbite de l'essaim météorique des *n*-Aquarides, actif au début de mai. Les orbites de 50 *n*-Aquarides ont été actuellement calculées et la concordance avec l'orbite de la Comète de Halley est confirmée. Les résultats concernant l'essaim des Orionides d'Octobre sont en cours d'analyse.

On espère de cette façon pouvoir clore la discussion sur le fait que les essaims des Aquarides *n* et des Orionides pourraient être le résultat du passage de la Terre à travers l'orbite de la comète de Halley avant et après le périhélie.

Le nouvel essaim météorique dont le radiant est situé dans la Petite Ourse, découverte par des observateurs en Tchécoslovaquie le 22 décembre 1945, a été examiné systématiquement par la technique des échos depuis 1948. On a de nombreuses preuves de ce que l'orbite de cette pluie est similaire à celle de la comète

Tuttle 1939 k, mais des renseignements précis concernant l'orbite ont été difficiles à obtenir à cause de la faible activité de cet essaim.

L'appareillage à trois stations est maintenant appliqué à ce problème et les renseignements sont en cours d'analyse.

Un examen effectué pendant l'époque des Giacobinides en octobre 1956 fournit deux orbites définitivement associées à l'essaim météorique. Vu la distance de la Terre et de la comète, ce résultat est inattendu.

c) Distribution des météores dans le temps

De temps à autre, on émet la suggestion que les particules météoriques pénètrent dans l'atmosphère en amas ou groupes — ceci tout à fait en dehors des groupements à grande échelle associés aux essaims. Une analyse statistique de résultats certains obtenus par des échos radioélectriques, résultats couvrant plusieurs années, pour diverses magnitudes, a maintenant été complétée par Davies et Bowdon (1957). Ils ont examiné 3000 collisions et n'ont pas trouvé la preuve évidente d'une tendance des météores à former des amas ou des groupes.

IX. — Physique des météores

Un compte rendu de la situation actuelle dans ce domaine a été publié par Lovell (1957) sous le titre « Geophysical Aspects of Meteors ».

a) Dispersion des ondes radioélectriques par les traînées météoriques

Les résultats concernant les recherches sur les effets de polarisation des échos par les traînées météoriques ont été publiés par Billam et Browne (1955, 1956). Les expériences ont été effectuées pour vérifier les calculs théoriques de Kaiser et Closs concernant les effets de résonance de plasma. Ces résultats sont en bon accord avec les prévisions, à savoir :

(i) Pour les échos de courte durée qui ont lieu lorsque l'onde pénètre dans la colonne ionisée (densité linéaire inférieure à 10^{12} électrons cm^{-1}), une résonance de plasma est observée lorsque le vecteur champ électrique est transversal par rapport à la colonne ionisée, mais pas lorsqu'il est longitudinal. Les rapports de polarisation sont le double des valeurs prévues par la théorie, mais

on montre que cela peut provenir de la vitesse finie du météore.

(ii) Pour les échos de longue durée qui ont lieu lorsque l'onde ne peut pénétrer dans la colonne ionisée (densité linéaire supérieure à 10^{12} électrons cm^{-1}), le coefficient de réflexion est indépendant de la polarisation de l'onde incidente. On a également découvert que la variation de l'amplitude de l'écho et la durée d'écho, dans le cas d'échos de longue durée, étaient en accord général avec la théorie, excepté que les durées étaient un peu plus courtes que celles attendues. Ceci est expliqué par l'effet de turbulence qui minimise la diffusion effective. Dans le cas intermédiaire où la densité linéaire est 10^{12} électrons cm^{-1}, les observations montrent parfois de hauts rapports de polarisation voisins de 3, qui augmentent vers la fin de l'écho. Toutefois, la théorie de Kaiser et Closs ne traite pas ce cas de transition d'une façon rigoureuse et le résultat ne pourra pas être établi par une extrapolation des cas de sous-densité ou de sur-densité.

Une conséquence implicite de la théorie ci-dessus est que pour une traînée initialement sur-dense et qui diffuse ensuite de telle sorte que la traînée passe par la condition de résonance pour une densité linéaire de 10^{12} électrons cm^{-1}, l'écho radioélectrique subira une inversion de phase de 180 degrés. Cette inversion ne sera observée que dans les cas où le vecteur électrique est transversal par rapport à la traînée. Ceci a été étudié expérimentalement par Greenhow et Neufeld (1956) qui distinguent cet effet de changement de phase, des changements de phase introduits par la diffraction de Fresnel et de ceux causés par le déplacement de la traînée sous l'effet du vent. Les résultats sont en bon accord avec les prévisions de la théorie de Kaiser-Closs.

Les effets de dérive due au vent sur la dispersion des ondes radio-électriques par une colonne de gaz ionisé ont été discutés par Kaiser (1955*a*).

Ces effets sont d'une importance pratique toute particulière lors de la détermination de la direction de la traînée par la méthode des trois points utilisée pour déterminer les orbites (cf section VIII).

b) Pressions atmosphériques et échelle de hauteur

Dans le précédent rapport nous faisions mention des travaux de Kaiser (1954*a*, *b*) et d'Evans (1954) sur la distribution des

altitudes des météores, conduisant à une nouvelle technique de détermination des pressions et de l'échelle de hauteur dans la zone météorique. Ce travail a été poursuivi (Evans 1955). Leurs résultats ne diffèrent pas sensiblement de ceux qui ont été obtenus par les fusées et par les méthodes photographiques à New Mexico et les différences dues à la situation géographique paraissent avoir peu d'influence. Les variations saisonnières de hauteur correspondant à un niveau de pression donné sont de l'ordre de ± 1 km ce qui est un peu plus grand que l'erreur probable. Des variations diurnes d'amplitude de ± 1 km sont possibles. Les instruments ont été réétudiés en vue de rechercher avec plus de détails ces variations diurnes et saisonnières.

c) Distribution des météores en fonction de leur masse

Une étude de la distribution des magnitudes et des masses pour les méthodes sporadiques et les météores appartenant certainement à des essaims a été entreprise par la méthode des trois échos (Browne, Bullough, Evans et Kaiser, 1956) : (1) observation de la vitesse d'écho pour les échos de courte durée, (2) observations de la distribution des hauteurs des groupes à vitesses homogènes, (3) distributions des échos de longue durée. En ce qui concerne les météores sporadiques la loi de distribution des masses est inversement proportionnelle au carré de la magnitude, dans le domaine des magnitudes comprises entre 0 et $+10$. La distribution des masses pour l'essaim diurne des Ariétides peut être représentée par une loi similaire avec un exposant supérieur à 2, montrant que les météores les plus faibles sont les plus nombreux. Dans le cas des Perséides, Quadrantides et Géminides, l'exposant est plus faible que 2 pour les météores faibles et supérieur ou égal à 2 pour les météores brillants. Ces résultats indiquent que la contribution essentielle à la masse météorique pour les trois essaims cités ci-dessus provient de météores dont la magnitude est comprise entre $+2$ et $+5$.

d) Ionisation par les météores

Des études préliminaires concernant le rendement d'ionisation météorique et le rendement lumineux ont été faites simultanément par l'observation visuelle et radioélectrique (Evans et Hall 1955).

Le rapport des rendements semble généralement indépendant de la vitesse. Il apparaît que le rendement d'ionisation est voisin de l'unité et ne dépend que faiblement de la vitesse. A l'heure actuelle, des progrès sont réalisés dans le travail au moyen des échos, combiné à un programme photographique utilisant une caméra de Schmidt spécialement construite à cet effet ; on espère en tirer des renseignements plus précis sur un large domaine de vitesses météoriques.

Kaiser (1955*b*) a examiné avec beaucoup de soin la question du flux de météores incidents et de l'ionisation météorique totale. Il en a déduit la contribution des météores, à l'ionisation par des mesures de la densité linéaire sans introduire le facteur parfois incertain du rendement d'ionisation. Il conclut que les météores sporadiques produiraient $2{,}3.10^{-4}$ électrons $cm^{-3}sec^{-1}$ indépendamment de l'altitude. L'importance de cette contribution à l'ionisation de la couche E dépend de la valeur attribuée au coefficient de recombinaison. Si nous introduisons pour la couche E normale la valeur 10^{-8}, la densité d'équilibre des électrons devra être 150 électrons cm^{-3}. D'autre part, la vitesse de recombinaison dans les traînées météoriques est supposée égale à 10^{-11} ou 10^{-12} ; si cette donnée est introduite, la densité d'équilibre doit être 10^4 électrons cm^{-3}. L'effet général impliquera l'existence d'un continuum d'ionisation entre environ 130 et 115 km, mais au-dessous de cette altitude les traînées individuelles ne s'associent pas pour constituer un continuum. Si la vitesse de la recombinaison est voisine de la valeur la plus basse citée ci-dessus, alors l'ionisation par les météores sporadiques peut être significative dans la persistance de la couche E nocturne. Appliqués aux essaims, les calculs montrent que les essaims diurnes intenses ne produisent aucune contribution essentielle à l'ionisation de la couche E diurne en été. Les plus importants essaims nocturnes contribueront de la même manière que les météores sporadiques, mais à une altitude moindre (ex. 100 km pour les Perséides et 95 km pour les Géminides).

e) Coefficients de diffusion

Des études préalables avaient montré que les processus de diffusion prédominent sur les processus de recombinaison et d'attache-

ment pour disperser l'ionisation des traînées météoriques. Le coefficient de diffusion en fonction de l'altitude a été mesuré actuellement par Greenhow et Neufeld (1955*a*). Ceux-ci ont limité leurs mesures aux traînées dont la densité linéaire était inférieure à 10^{12} électrons cm^{-1}, pour lesquelles la persistance est uniquement fonction de la longueur d'onde et du coefficient de diffusion D. La technique du faisceau divisé fut utilisée pour les mesures d'altitude. Les résultats conduisent, pour les altitudes de 80 à 110 km, à un coefficient D variant de $10^4 cm^2/sec$ à 80 km jusque $10^5 cm^2/sec$ à 100 km. Ces valeurs sont très voisines des données théoriques, utilisant les valeurs des densités de l'air aux différentes altitudes tabulées pour les fusées.

f) Distribution de l'ionisation dans la traînée

Les courbes de lumière des météores ont été trouvées en bon accord avec les courbes théoriques relatives aux météores brillants dans l'intervalle de 0 à —7 magnitudes. D'autre part de récents travaux effectués à Harvard ont montré qu'il existe pour les météores de magnitude inférieure à +3, des anomalies importantes qui sont expliquées par la fragmentation des particules météoriques. Jusqu'ici, il a été supposé que la variation de l'ionisation le long des traînées suit la courbe théorique, mais en raison de résultats photographiques anormaux, Greenhow et Neufeld (1957) ont étudié expérimentalement la courbe d'ionisation. La méthode consiste à observer les échos d'un même météore en deux stations largement écartées l'une de l'autre. Les résultats montrent que les courbes moyennes d'ionisation pour les météores faibles dans le domaine de magnitude +6 à +8 sont beaucoup plus courtes que ce qui est prévu théoriquement et que la croissance vers une densité électronique linéaire maximum est beaucoup plus rapide que ce qui était attendu. Il est certain que les météores individuels s'écartent considérablement du profil moyen — par exemple dans certains cas la densité électronique croît de zéro au maximum sur une traînée inférieure à 800 m. Il a été observé aussi que la fragmentation et l'ionisation irrégulière sont liées et qu'en général, le comportement anormal est semblable à celui de la courbe de lumière.

g) Détermination du vent dans la haute atmosphère par la technique des échos sur les météores

Les travaux effectués précédemment pour mesurer les vents dans la région de 80 à 100 km d'altitude (Greenhow, 1952) utilisaient une technique d'impulsions. Cette méthode a été abandonnée en faveur d'une combinaison de la technique des impulsions avec celle des émissions continues, qui permet d'obtenir des données suffisamment nombreuses pour pouvoir étudier les variations diurnes (Greenhow, 1954) ; grâce à elle, 3000 échos utilisables peuvent maintenant s'obtenir journellement, de sorte que la détermination du vent en altitude prend actuellement moins d'une heure. Cette méthode a été utilisée pour l'étude systématique des vents de haute altitude depuis 1953 ; quelques résultats préliminaires ont été publiés par Greenhow et Neufeld (1955*b*). Les résultats d'une journée typique montrent que le vent atteint 40 m/sec, avec une variation semi-diurne et une différence de phase de 8 heures entre les composantes N-S et E-W. Ceci indique que le vecteur-vitesse tourne dans le sens rétrograde avec une période de 12 h. Ce vecteur-vitesse est dirigé vers le Nord à 06 h et 18 h excepté pendant les mois d'automne où la phase de la composante périodique change de 360°. La composante dominante est dirigée vers le Nord en hiver et vers le Sud en été. Les composantes principales E-W sont les plus fortes et sont dirigées vers l'Est en hiver et en été, tandis qu'elles sont dirigées vers l'Ouest au printemps et en automne. Ces divers résultats se rapportent à une altitude moyenne comprise entre 90 et 95 km. La variation d'altitude des vents a été étudiée récemment (Greenhow et Neufeld, 1956*b*). Des variations marquées de phase et d'amplitude pour la composante semi-diurne ont été constatées vers 80 à 100 km. La variation moyenne de phase est d'environ 5 degrés par km et l'augmentation d'amplitude avec l'altitude atteint 1 m/sec/km. Les vents dominants, eux aussi, augmentent d'intensité avec l'altitude d'environ 0,5 m/sec/km. La composante E-W à 100 km souffle vers l'Ouest pendant l'été et l'automne, mais à 85 km cette composante reste dirigée pendant l'automne vers l'Est. Il a été indiqué que les variations d'amplitude et de phase sont compatibles avec la théorie selon laquelle les vents résultent de marées solaires et d'effets thermiques, amplifiés par résonance aux altitudes considérées.

La turbulence à haute altitude a également été étudiée. Des valeurs de l'ordre de 10 m/sec/km et excédant 50 m/sec/km dans 10 % des cas ont été obtenues pour les gradients turbulents. L'échelle des tourbillons est de l'ordre de 7 km.

X. — Observations radioélectriques des aurores

L'observation des échos sur les aurores s'est poursuivie à Jodrell Bank à 70 Mc au moyen de deux équipements. L'un d'eux, utilisé régulièrement depuis mars 1953, comprend un aérien directif de faible angle d'élévation, tournant autour d'un axe vertical de manière à balayer l'ensemble du ciel deux fois par minute. Le second équipement à faisceau fixe est celui qui est utilisé pour l'étude des radiants de météores. Une description des travaux effectués a été donnée dans deux publications par Bullough et Kaiser (1954, 1955) et par Bullough, Davidson, Kaiser et Watkins (1957). Les principaux résultats peuvent être résumés comme suit :

1) Les échos radioélectriques ont lieu par réflexion directe sur des régions ionisées qui s'alignent sur des parallèles géomagnétiques. L'arc ionisé est très étendu, parfois de 1000 km ; cette estimation est d'ailleurs limitée par les facteurs géométriques de sorte que l'étendue réelle est vraisemblablement plus élevée.

2) La plupart des cas de réflexion étudiés à Jodrell Bank proviennent d'ionisations aurorales dans un très étroit intervalle d'altitude, d'environ 10 km, centré approximativement à 125 km d'altitude.

3) La réflexion paraît avoir lieu sur des paquets d'ionisation dont la densité électronique est plus grande que la valeur critique. Ces paquets pourraient être des sphères d'un diamètre inférieur à 4 km et d'une densité électronique de l'ordre de 6.10^7 à 2.10^8 cm^{-3}.

4) La distance d'écho se modifie rapidement et comporte une variation diurne marquée. La moyenne des résultats sur un certain nombre d'années montre que le centre d'écho à une vitesse de récession de 500 m/s à 18 h T. U., une vitesse nulle entre 21 et 22 h, et une vitesse d'approche de 500 m/s à 6 h. Les centres individuels se déplacent à des vitesses allant jusque 3 km/s. Si, comme il a été suggéré au par. 1, l'ionisation a lieu le long d'un parallèle géomagnétique, ces mouvements d'approche et de

récession peuvent s'interpréter comme des mouvements est-ouest ou réciproquement. De tels déplacements, en bon accord avec les résultats photographiques, sont probablement explicables par une redistribution de l'ionisation ; comme les vitesses du vent évaluées au même instant par la technique des échos météoriques accusent des valeurs de l'ordre du dixième des vitesses aurorales (cf. Section IX), les déplacements auroraux ne peuvent certainement pas être attribués à des mouvements atmosphériques.

5) La variation diurne du mouvement est associée à une asymétrie dans la perturbation de la composante verticale géomagnétique.

6) Il existe une corrélation étroite entre l'aurore visuelle et l'aurore radioélectrique ; cependant l'occurrence des échos est maximum à 18 et 2 h T. U., et minimum à l'époque d'inversion de vitesse (4) et de perturbation magnétique (5), c'est-à-dire entre 21 et 22 h T. U. tandis que l'aurore visuelle accuse seulement un maximum simple entre 21 et 22 h. Une explication possible de ce fait serait que le processus d'excitation des aurores visuelles est presque toujours inefficace, sauf lorsque la source est pratiquement stationnaire.

7) La variation diurne est accompagnée d'une variation de la nature des échos ; les échos diffus prédominent le soir et les échos discrets le matin.

8) Un autre effet associé à la variation diurne s'observe au cours des déterminations de dérivés par la méthode de scintillation des radiosources (section VI). A Jodrell Bank, la direction de la source du Cygne à la culmination inférieure passe par la zone aurorale. La dérive entre 9 h et 21 h T. U. s'effectue vers l'Ouest, mais la direction préférentielle entre 21 et 6 h T. U. s'incline vers le Sud-Ouest ou le Sud-Est. Comme les effets de diffraction ont lieu dans la région F, ce phénomène paraît en faveur de l'effet de couplage suggéré par Dagg (section VI).

XI. — Observations radioélectriques de la Lune

a) L'atmosphère lunaire

Les observations d'occultation de IC.443 et de la nébuleuse du Crabe ont été utilisées aux fins de déterminer la densité de l'atmosphère ionisée de la Lune par les réfractions radioélectriques

observées. Une limite supérieure de 10^{-12} fois la densité de l'atmosphère terrestre fut calculée à partir de la durée d'émersion d'un filament brillant de IC.443. La différence entre les valeurs calculée et observée pour la durée d'immersion de la nébuleuse du Crabe indique que la densité de l'atmosphère lunaire à la surface peut s'élever à 10^{-13} fois celle de l'atmosphère terrestre mais qu'elle doit certainement être inférieure à 5.10^{-13}.

b) Echos radioélectriques sur la Lune

Une étude systématique de ces échos a été poursuivie à Jodrell Bank sur 120 Mc ; quelques publications en ont été faites par Browne, Evans, Murray et Hargreaves (1956) et par Evans (1956). La fluctuation rapide des échos est due à la libration lunaire. La corrélation entre échos successifs a été étudiée, et il a été indiqué qu'elle peut fournir des informations sur la diffraction par la surface lunaire. Une conclusion des travaux publiés antérieurement est que la Lune se comporte comme une surface diffusante uniformément brillante pour les ondes radioélectriques, mais, à la lumière d'expériences récentes, cette conclusion apparaît erronée. En fait la diffraction principale a lieu sur une aire peu étendue dont le rayon s'élève environ au tiers de celui du disque visible.

Murray et Hargreaves (1954) ont indiqué précédemment que les fluctuations lentes d'échos (période 15 à 30 min) sont dues à la rotation du plan de polarisation de l'onde radioélectrique dans son passage par l'ionosphère. Ces fluctuations ont été étudiées maintenant sur deux fréquences très voisines pour en déduire le nombre total d'électrons par cm^2 sur le rayon vecteur Terre-Lune. Une comparaison des résultats avec ceux calculés à partir d'une distribution parabolique dans l'ionosphère (compte tenu des fréquences critiques) montre qu'il y a deux ou trois fois plus d'électrons au-dessus du maximum de la couche F2 qu'au-dessous. Les variations diurne, saisonnière et à longue période sont examinées actuellement.

XII. — Observation radioélectrique des planètes

Emission radioélectrique de Jupiter

Après la découverte des ondes radioélectriques émises par Jupiter sur 22 Mc (Burke et Franklin, USA, 1955), une recherche fut entreprise sur 38 et 81,5 Mc par Smith (1955). Sur 81,5 Mc,

une série spéciale d'observations à l'aide du grand interféromètre ne permit pas de détecter une radiation supérieure à 3.10^{-26} W. m^{-2} $(c/s)^{-1}$. Sur 38 Mc des enregistrements interférométriques antérieurs furent examinés ; aucune radiation supérieure à 10^{-24} $W.m^{-2}c/s^{-1}$ ne fut décelée. Ces observations montrent que la radiation de Jupiter est beaucoup plus dépendante de la fréquence que celle des autres radiosources.

REFERENCES

ADGIE, R., SMITH, F. G. (1956). — *Observatory*, **76**, 181.

ADGIE, R., HAY, J. S. (1957). — *Nature*, **179**, 370.

BALDWIN, J. E. (1954). — *Nature*, **174**, 320.

BALDWIN, J. E. (1955*a*). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **115**, 684.

BALDWIN, J. E. (1955*b*). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **115**, 690.

BALDWIN, J. E., SMITH, F. G. (1956). — *Observatory*, **76**, 141.

BILLAM, E. R., BROWNE, I. C. (1955). — *Jr. Atmos. Terr. Phys. Supp.*, **2**, 73.

BILLAM, E. R., BROWNE, I. C. (1956). — *Proc. Phys. Soc., B*, **69**, 98.

BRIGGS, B. H. (1954). — *Rep. Prog. Phys.*, **17**, 245.

BROWNE, I. C., BULLOUGH, K., EVANS, S., KAISER, T. R. (1956). — *Proc. Phys. Soc. B*, **69**, 83.

BROWNE, I. C., EVANS, J. V., MURRAY, W. A. S., HARGREAVES, J. K. (1956). — *Proc. Phys. Soc. B*, **69**, 901.

BULLOUGH, K., DAVIDSON, T., KAISER, T. R., WATKINS, C. D. (1957). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

BULLOUGH, K., KAISER, T. R. (1954). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.*, **5**, 189.

BULLOUGH, K., KAISER, T. R. (1955). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.*, **6**, 198.

BURBIDGE, G. R. (1956). — *Ap. J.*, **123**, 178.

BURKE, B. F., FRANKLIN, K. L. (1955). — *J. Geophys. Res.*, **60**, 213.

CHRISTIANSEN, W. N., YABSLEY, D. E., MILLS, B. Y. (1949). — *Aust. J. Sci. Res.*, 2*a*, 506.

CONWAY, R. G. (1956*a*). — *Observatory*, **76**, 106.

CONWAY, R. G. (1956*b*). — *Observatory*, **76**, 235.

CONWAY, R. G. (1956*c*). — Ph. D. Thesis, University of Cambridge.

CONWAY, R. G., O'BRIEN, P. A. (1956). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **116**, 386.

COSTAIN, C. H., ELSMORE, B., WHITFIELD, G. R. (1956). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **116**, 380.

DAGG, M. (1957*a*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

DAGG, M. (1957*b*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

DAGG, M. (1957*c*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).

DAGG, M. (1957*d*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).
DAGG, M. (1956). — *Jodrell Bank Annals*, **1**, 99.
DAVIDSON, T. (1956). — *Jodrell Bank Annals*, **1**, 116.
DAVIES, J. G., BOWDEN, K. (1957). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.* (sous presse).
DAVIES, J. G., GILL, J. C. (1956). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **116**, 105.
DAVIES, J. G., LOVELL, A. C. B. (1955). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **115**, 23.
DAVIES, R. D. (1956). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **116**, 443.
DAVIES, R. D. (1957). — *Jodrell Bank Annals* (sous presse).
DAVIES, R. D., WILLIAMS, D. R. W. (1955). — *Nature*, **175**, 1079.
ELSMORE, B., WHITFIELD, G. R. (1955). — *Nature*, **176**, 457.
EVANS, J. V. (1956). — *Proc. Phys. Soc. B*, **69**, 953.
EVANS, S. (1954). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **114**, 63.
EVANS, S. (1955). — *Jr. Atmos. Terr. Phys. Supp.*, **2**, 86.
EVANS, S., HALL, J. E. (1955). — *Jr. Atmos. Terr. Phys. Supp.*, **2**, 18.
GREENHOW, J. S. (1952). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.*, **2**, 282.
GREENHOW, J. S. (1954). — *Phil. Mag.*, **45**, 471.
GREENHOW, J. S., NEUFELD, E. L. (1955*a*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys.*, **6**, 133.
GREENHOW, J. S., NEUFELD, E. L. (1955*b*). — *Phil. Mag.*, **46**, 549.
GREENHOW, J. S., NEUFELD, E. L. (1956*a*). — *Proc. Phys. Soc. B*, **69**, 1069.
GREENHOW, J. S., NEUFELD, E. L. (1956*b*). — *Phil. Mag.*, **1** (series 8), 1157.
GREENHOW, J. S., NEUFELD, E. L. (1957). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.* (sous presse).
HANBURY BROWN, R. (1954). — *Observatory*, **74**, 882.
HANBURY BROWN, R., HAZARD, C. (1953). — *Nature*, **172**, 997.
HANBURY BROWN, R., PALMER, H. P., THOMPSON, A. R. (1955). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **115**, 487.
HANBURY BROWN, R., PALMER, H. P., THOMPSON, A. R. (1955*b*). — *Phil. Mag.*, **46**, 857.
HANBURY BROWN, R., TWISS, R. Q. (1954). — *Phil. Mag.*, **45**, 663.
HANBURY BROWN, R., TWISS, R. Q. (1956*a*). — *Nature*, **177**, 27.
HANBURY BROWN, R., TWISS, R. Q. (1956*b*). — *Nature*, **178**, 1046.
HANBURY BROWN, R., TWISS, R. Q. (1956*c*). — *Nature*, **178**, 1447.
HEWISH, A. (1955). — *Proc. Roy. Soc., A*, **228**, 238.
HEY, J. S. (1955). — Vistas in Astronomy (Pergamon Press), 521.
HEY, J. S., HUGHES, V. A. (1955.) — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **115**, 605.
HEY, J. S., HUGHES, V. A. (1956). — *Observatory*, **76**.
HUGHES, V. A. (1956). — *Proc. Inst. Elect. Eng*, **103**, B, 669.
JENNISON, R. C., DAS GUPTA, M. K. (1953). — *Nature*, **172**, 996.
JENNISON, R. C., DAS GUPTA, M. K. (1956). — *Phil. Mag.*, ser. 8, **1**, 55.
KAISER, T. R. (1954*a*). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **114**, 39.

KAISER, T. R. (1954*b*). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **114**, 52.
KAISER, T. R. (1955*a*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys. Supp.*, **2**, 55.
KAISER, T. R. (1955*b*). — *Jr. Atmos. Terr. Phys. Supp.*, **2**, 119.
KAISER, T. R., CLOSS, R. L. (1952). — *Phil. Mag.*, **43**, 1.
KRAUS, J. D., KO, H. C. (1953). — *Nature*, **172**, 538.
LAMDEN, R. J., LOVELL, A. C. B. (1956). — *Phil. Mag.*, Ser. 8, **1**, 140.
LOVELL, A. C. B. (1956). — *Proc. Inst. Elect. Eng.*, **103**, B, 711.
LOVELL, A. C. B. (1957). — *Handbuch der Physik*, **48**, 427.
MAXWELL, A. (1954). — *Phil. Mag.*, **45**, 1247.
MAXWELL, A., DAGG, M. (1954). — *Phil. Mag.*, **45**, 551.
MORRIS, D., PALMER, H. P., THOMPSON, A. R. (1957). — *Observatory* (sous presse).
MURRAY, W. A. S., HARGREAVES, J. K. (1954). — *Nature*, **173**, 944.
O'BRIEN, P. A., TANDBERG HANSSEN, E. (1955). — *Observatory*, **75**, 11.
ROWSON, B. (1957). — *Proc. Phys. Soc. B*, **70**, 328.
RYLE, M., HEWISH, A. (1955). — *Mem. Roy. Ast. Soc.*, **67**, 97.
RYLE, M., SCHEUER, P. A. G. (1955). — *Proc. Roy. Soc. A*, **230**, 448.
SCHEUER, P. A. G. (1957). — *Proc. Camb. Phil. Soc.* (sous presse).
SHAKESHAFT, J. R. (1954). — *Phil. Mag.*, **45**, 1136.
SHAKESHAFT, J. R., RYLE, M., BALDWIN, J. E., ELSMORE, B., THOMSON, J. H. (1955). — *Mem. Roy. Ast. Soc.*, **67**, 106.
SMITH, F. G. (1952). — *Proc. Phys. Soc. B*, **65**, 971.
SMITH, F. G. (1955). — *Observatory*, **75**, 252.
SMITH, F. G., O'BRIEN, P. A., BALDWIN, J. E. (1956). — *Mon. Not. Roy. Ast. Soc.*, **116**, 282.
SPENCER, M. (1955). — *Proc. Phys. Soc. B*, **68**, 493.
WALSH, D., HANBURY BROWN, R. (1955). — *Nature*, **175**, 808.
WESTERHOUT, G., OORT, J. H. (1951). — *B.A.N.*, **11**, 323.
WILLIAMS, D. R. W., DAVIES, R. D. (1956). — *Phil. Mag.*, Ser. 8, **1**, 622.

Suède

N° 217. — Rapport du Comité National à la Commission V

Olof E. H. RYDBECK

(*Traduction*)

L'activité suédoise en radioastronomie a été concentrée principalement à l'Observatoire des Propagations radioélectriques d'Onsala (57°24′ N, 11°55′ E) du Laboratoire de recherches électroniques de l'Université technologique Chalmers, Gothembourg, Suède.

Travaux expérimentaux

a) *Radioémissions solaires.* — Ces radioémissions sont enregistrées automatiquement sur 150 Mc/s à l'aide d'un Wurzburg de 7,50 m monté équatorialement et suivant le Soleil du lever au coucher.

b) *Scintillation des radiosources.* — Les scintillations ionosphériques et aurorales de Cygnus A et Cassiopée A sont enregistrées à l'aide d'un groupe d'antennes Yagi sur 33 Mc/s et d'un réseau à lobe horizontal sur 100 Mc/s.

Un interféromètre à longue base (1200 m) est en cours de construction.

c) *Echos sur les météores.* — Un équipement enregistreur sur 9,1 m fournissant des impulsions de 100 kW est mis régulièrement en opération durant les pluies météoriques principales.

d) *Enregistrement de la raie de l'hydrogène interstellaire.* — Un enregistreur de cette raie fonctionne aujourd'hui régulièrement. L'antenne est constituée par un Wurzburg de 7,50 m monté équatorialement. Un paraboloïde de 10 m est en construction. Ce programme d'observation est organisé en coopération avec l'Observatoire de Stockholm (Prof. B. Lindblad),

Travaux théoriques

Les réductions finales des données obtenues pendant l'éclipse du 30 juin 1954 sur 10,21 et 200 cm ont été complétées.

Une étude préliminaire des observations de scintillations, comprenant une discussion des effets auroraux, est en cours de publication.

Un compte rendu détaillé des résultats obtenus en 1953 sur les Perséides (observations visuelles et par radar) a été publié. Des rapports sur les observations de 1955 et 1956 sont en préparation.

Un examen théorique du couplage entre ondes de plasma et ondes électromagnétiques dans la couronne solaire, et des applications possibles au problème de la génération de la radiation renforcée et des explosions de bruit a été fait.

Ce rapport final sur les observations d'échos auroraux à Kiruna a été préparé. La grande majorité des échos observés sont attribuables aux aurores.

Le problème de la stabilité du courant annulaire extraterrestre a été discuté et analysé théoriquement par N. Wax (Guggenheim Fellow 1954-1955).

BIBLIOGRAPHIE

Les contributions suivantes ont été publiées ou sont en cours de publication dans les revues techniques ou scientifiques.

1. H. Wilhelmsson. — The interaction between an obliquely incident plane electromagnetic wave : Part. I, Reports from the Research Laboratory of Electronics, n° 32. *Trans. Chalmers University of Technology*, **155**, 1954 (Part II : en cours de publication).
2. N. Wax. — A note on design considerations for a proposed auroral radar : Reports from the Research Laboratory of Electronics, n° 40. *Trans. Chalmers University of Technology*, **182**, 1957.
3. N. Wax. — On the ring current hypothesis : Reports from the Research Laboratory of Electronics, n° 41. *Trans. Chalmers University of Technology*, **171**, 1956.
4. B.-A. Lindblad. — Combined visual and radar observations of Perseid meteors, I. Observations in 1953 (Dissertation), Reports from the Research Laboratory of Electronics, n° 36, 1956.
5. S. Olving, J. Meos. — On the Origin of Radar Echoes Associated with Auroral Activity (en cours de publication).

Sommaire : L'analyse des échos auroraux à 10 m de longueur d'onde obtenus à Kiruna pendant le premier trimestre de 1953 indique que ces échos ne peuvent être séparés des aurores boréales. Il est conclu que le mécanisme d'écho prédominant est en relation étroite avec les formes aurorales ionisées et normalement invisibles. Ces formes sont supposées dirigées le long des lignes de forces géomagnétiques. Il est très probable que la puissance reçue présente un maximum intense quand l'onde de radar coupe perpendiculairement la distribution aurorale, en supposant que le récepteur et l'émetteur soient localisés au même point. Il n'est pas possible d'obtenir cette perpendicularité au radar de Kiruna, excepté dans une très petite région, si l'altitude minimum de la région diffractante est de l'ordre de 90 km. Cependant, le maximum intense bien connu d'activité aurorale visible est localisé dans la région E quand une couche aurorale ionisée épaisse est présente (14). Quel que soit le mécanisme détaillé de la diffraction, il semble important d'attirer l'attention sur le fait que cette diffraction a lieu dans un milieu (couche E aurorale) dont l'indice de réfraction est un peu inférieur à l'unité. Il s'ensuit que le rayon du radar est légèrement courbé vers le bas et qu'une aire appréciable où les conditions de perpendicularité sont rencontrées est ainsi formée pour des fréquences critiques inférieures raisonnables.

6. O. E. H. Rydbeck, H. Hvatum. — Radioastronomical observations during the solar eclipse, June 30, 1954 (en cours de publication).

7. B.-A. Lindblad. — Combined visual and radar observations of meteors (note de recherche pour la Conférence de Boulder).
8. O. E. H. Rydbeck. — The propagation and reflexion of electromagnetic waves in streaming ionized media (with application to the ionosphere and the solar corona) (en cours de publication).
9. O. E. H. Rydbeck. — On the theory of generation of excessive solar radio noise (en cours de publication).
10. T. Orhaug, H. Hvatum. — Observations of radio star scintillation at high latitudes (en cours de publication).

Sommaire : Les observations de scintillation des radiosources faites à l'Observatoire Chalmers sur 33 et 150 Mc/s ont accusé une grande variation dans la fréquence des scintillations en fonction du temps sidéral (variations par paliers). Une telle variation ne s'observe qu'à 33 Mc/s. Un spécimen est annexé.

II. — Rapports sur la conférence radioscientifique de Suède (1957)

Mesures d'isophotes sur 150 et 33 Mc/s à l'observatoire d'Onsala ; mesures de scintillations sur 150 et 33 Mc/s ; observations de la raie de l'hydrogène sur 21 cm.

Suisse

N° 142. — Rapport du Comité National à la Commission V

Prof. Waldmeier

Dans le domaine de l'émission radioélectrique solaire, l'observatoire astronomique fédéral de Zurich a concentré son activité sur les points suivants :

1. Le projet de création d'une station radioastronomique a été activement poursuivi. Il est prévu d'enregistrer en permanence l'émission radioélectrique solaire dans trois fréquences déterminées. En complément à ce programme, une étude du spectre radioélectrique solaire sera entreprise.
2. Le tableau ci-après donne la liste des stations enregistrant en permanence l'émission radioélectrique solaire, ainsi que les fréquences de mesure.

Observatoires	Fréquence MH/s
Cavendish Laboratory, Cambridge, England	81, 175
Cornell University, Ithaca, N. Y., U. S. A.	200
Research Institute of Atmospherics, Nagoya University, Toyokawa, Japan	3750
National Bureau of Standards, Central Radio, Propagation Laboratory, Boulder, Colorado	460
Observing Station Nederhorst den Berg, Radio (Nera)	200, 545
Institutt for Teoretisk Astrofysikk, Universitetet, Blindern, Oslo, Norway	200
National Research Council, Ottawa, Canada	2800
Radio Physics Laboratory, Sydney, Australie	62, 98, 200
Tokyo Astronomical Observatory, Mitaka, Tokyo ...	200, 30

Les observations sont recueillies par le Radio Physics Laboratory à Sydney et ensuite publiées par l'observatoire astronomique fédéral dans le *Quarlely Bulletin on Solar Activity* en même temps que les observations optiques.

Ces publications orientent sur :

a) Intensité globale des radiations ;

b) Etat de polarisation ;

c) Variation des radiations ;

d) Phénomènes spéciaux (éruptions) ;

e) Classification spectrale de l'activité solaire.

Durant la période incriminée, les bulletins n°s 101 à 112 ont été publiés. Ils englobent la période allant de janvier 1953 à décembre 1955.

3. Les publications suivantes ont paru :

M. Waldmeier : « Die Variation der solaren radiofrequenten Strahlung bei R = 10,7 cm im 11-jährigen Zyklus. » Astron. Mitt. Eidg. Sternwarte Zürich Nr. 190 (*Z. S. f.* ; *Astrophysik* 36, 181, 1955).

H. Müller : « Ueber die Randverdunkelung der radiofrequenten Sonnenstrahlung » Astron. Mitt. Eidg. Sternwarte Zürich Nr. 198 (*Z. S. f. Astrophysik* 39, 160, 1956).

Tchécoslovaquie

N° 173. — Rapport du Comité National à la Commission V

Le présent rapport donne un aperçu du développement de la Radio-Astronomie depuis 1950 jusqu'à la fin de 1956. Les recherches se font à l'Institut astronomique de l'Académie des Sciences à Prague et à son observatoire à Ondrejov (14°47′ E, 49°55′ N) près de Prague.

Recherches expérimentales

Les recherches expérimentales sont concentrées sur le Soleil et sur la localisation des météores. En 1953 J. Budějický a commencé la réalisation d'un radiotélescope destiné aux observations de l'émission solaire. Il s'agit d'un miroir de 7,5 m de diamètre travaillant sur 56 cm. La largeur du faisceau entre les points de demi-puissance est dans le plan horizontal de 7°2 et dans le plan vertical de 5°5 avec la polarisation horizontale. Sa première utilisation date de l'éclipse de Soleil du 30-6-1954 (1). Depuis le 1er janvier 1956, après une période des essais et après une calibration absolue, l'instrument est en service continu. Les résultats des mesures sont envoyés régulièrement aux membres de la Commission V*a* sous forme de circulaire.

On est en train de réaliser un radiotélescope solaire de 7,5 m de diamètre travaillant sur 1,3 m. La mise en service est prévue pour 1957. D'autre part on prépare la construction d'un radiotélescope spécial pour la location des sources sur le Soleil. Son idée est basée sur la déviation du faisceau de l'antenne (2).

Dans les recherches météoriques on a commencé en 1956 la construction d'un radar météorique (Budějický, Plavcová, Šimek). Il va travailler sur 8 m de longueur d'onde avec une antenne formée de 6 dipôles à demi-onde avec une surface de réflexion. La largeur du faisceau est de 36° sur 50°. L'antenne sera rotative d'une façon continue en azimut. L'instrument est destiné à la détermination de la fréquence horaire des météores, de la densité linéaire électronique, de la trajectoire et de la vitesse géocentrique des météores. Les premiers essais doivent commencer en 1957.

Recherches théoriques

Les éclipses de radiosources par la couronne solaire ont été traitées théoriquement par Link (3) à base de la réfraction régu-

lière dans le milieu ionisé de la couronne. Ces résultats ont servi à la suite à Hewish en comparaison avec les observations des éclipses de la source 05,01 Tau pour éliminer ce mécanisme aux distances supérieures à 10 rayons solaires en faveur des irrégularités coronales.

L'influence de l'ionosphère sur la propagation des ondes utilisées dans la Radio-Astronomie a été discutée par E. Chvojková et F. Link (4) dans leur analyse des résultats relatifs aux échos lunaires obtenus en Australie par Kerr et Shain sur 20 Mc/s. On a pu montrer qu'une simple théorie de la réfraction rend mieux compte des phénomènes observés que la théorie plus compliquée de Bremmer modifiée par Kerr et Shain.

L'attention sur une série d'occultations des radiosources par la Lune dans la période de 1955-1957 a été attirée par F. Link et L. Neužil (5) qui ont calculé les éléments de Bessel de 20 occultations de la source 05,01 Tau et de 17 occultations de la source 06,01 Gem. Sur cette suggestion H. M. Nautical Almanac Office a commencé le calcul régulier des éphémérides qui sont distribuées aux observatoires intéressés. D'après la théorie du phénomène établie par F. Link (6, 7) les occultations des radiosources par la Lune fournissent un critère très sensible aux faibles traces de l'atmosphère lunaire. C'est ainsi que B. Elsmore et G. R. Whitfield à l'aide des résultats précédents ont pu reculer la limite supérieure de la densité de l'atmosphère lunaire à 10^{-12} de la densité atmosphérique terrestre, la limite optique précédente étant 1000 × plus élevée.

L. Neužil a étudié à la base du matériel de Fribourg les fréquences critiques de la couche sporadique Es en relation avec le Soleil et l'activité météorique. Il a montré (8) que la couche Es se comporte le jour comme la couche de Chapman avec n voisin de 1/4. L'influence des essaims météoriques se manifeste pour les Perséides, Orionides et les essaims de jour — Perséides et Ariétides (9, 10, 11).

BIBLIOGRAPHIE

1. J. Budějický. — Observation of the partial eclipse of the Sun on June 30th 1954 by means of a radio telescope. *Bull. Astr. Cz.* (1955), 97-100.

2. J. Budějický. — Ein Radioteleskop mit Vergleichsantenne. *Bull. Astr. Cz.*, **7** (1956), 39-41.

3. F. Link. — Eclipses coronales des radioétoiles. *Bull. Astr. Cz.*, **3** (1952), 6.

4. E. Chvojková, F. Link. — Echos lunaires sur 20 Mc/s et la structure de l'ionosphère. *Bull. Astr. Cz.*, **5** (1954), 99.
5. F. Link, L. Neužil. — Occultations des radiosources par la Lune en 1955, 1957. *Bull. Astr. Cz.*, **5** (1954), 112.
6. F. Link. — Possible proofs of the lunar atmosphere, Radio Astronomy Symposium, Jodrell Bank, 1955 (sous presse).
7. F. Link. — Occultations des radiosources par la Lune et les phénomènes connexes. *Bull. Astr. Cz., Cz.*, **7** (1956), 1.
8. L. Neužil. — Variations diurnes et annuelles de la couche sporadique Es. *Bull. Astr. Czech.*, **2** (1951), 138.
9. L. Neužil. — Influences météoriques sur la couche sporadique Es. *Bull. Astr. Czech.*, **3** (1952), 40.
10. L. Neužil. — Fluctuations de courte durée de la fréquence critique de la couche sporadique. *Bull. Astr. Czech.*, **5** (1954), 79.
11. L. Neužil. — Meteoric Influences on the Sporadic E-Layer, « Meteors » Symposium on Meteor Physics, London, 1955, p. 96.

Rapport du Président

à la Séance Plénière d'Ouverture (26 août 1957)

A l'ouverture de la XIIe Assemblée Générale de notre Union, la Commission V se présente avec un programme chargé ; ceci est dû à l'extension rapide des activités radioastronomiques dans le monde. Rappelons brièvement, à ce sujet, les phases du développement de notre Commission.

Introduite parmi les groupes de recherches de l'U.R.S.I. en 1946, son caractère à l'époque était essentiellement radioélectrique et le titre de Commission de Radio Astronomie adopté en 1952 exprimait bien cette prépondérance de la technique radioélectrique. Les ingénieurs radioélectriciens qui ont fondé cette branche nouvelle de l'Astronomie sont souvent devenus des astronomes éclairés ; de leur côté, les astronomes ont vite reconnu son importance et ils ont assimilé nos techniques aux immenses possibilités.

Les réunions de l'U.R.S.I. et de l'U.A.I. ont efficacement contribué à ce processus de développement rapide de la Radio Astronomie qui apporte aujourd'hui une très large contribution à l'édification des connaissances astronomiques modernes.

Cette branche jeune et vivante d'une ancienne science permet en effet l'étude de la matière à l'état très dilué qui existe dans l'atmosphère des soleils et aussi, en masses énormes, dans les espaces intersidéraux des Galaxies. Ces nuages de matière étaient très difficilement accessibles aux observations optiques, dans les cas les plus favorables.

Avec l'augmentation du nombre des stations permanentes d'observations radioastronomiques mondiales, qui s'élève à plus de 50, l'accroissement corrélatif du personnel et le perfectionnement des instruments, des chapitres nouveaux de l'astronomie ont été écrits dont l'intérêt relègue au second plan celui de la technique qui a permis de les développer. Cette évolution est normale, logique et heureuse, elle rend un implicite hommage aux pionniers et à leurs travaux.

La Commission V doit jouer un rôle modérateur et le programme de nos séances a été élaboré dans ce sens. Après avoir pris contact avec mes éminents collègues et en particulier avec M. le Prof. Pawsey, président de la Commission 40 de l'U.A.I., j'ai cru devoir mettre l'accent sur le développement des instruments, antennes et récepteurs, et sur les méthodes d'observations. Nous discuterons aussi de l'influence des milieux traversés par les rayonnements et enfin, malgré tout, de certains résultats considérés de préférence sous l'angle de la comparaison des méthodes.

Les théories des mécanismes de l'émission radioélectrique dans les milieux ionisés seront évoquées également. Tous ces champs de recherches sont du domaine de l'U.R.S.I. tandis que les programmes d'observation, les résultats en général et leurs incidences cosmologiques appartiennent à la Commission 40 de l'U.A.I. où, dans l'avenir, la Radio Astronomie s'étendra très probablement au travers de nouvelles Commissions spécialisées.

Les Sous-Commissions en activité vont présenter ici leurs rapports. Les travaux de la Sous-Commission V*d* méritent une attention spéciale : les méthodes d'étalonnage des radiomètres doivent être confrontées et discutées à l'échelle internationale ; dans le sein de l'U.R.S.I. la jeune Sous-Commission nous soumettra un important rapport ; je souhaite que des contacts soient établis, durant la présente Assemblée, entre ses membres et ceux de la Commission I qui, depuis de nombreuses années, se penche sur des problèmes similaires.

Nos séances de travail auront lieu ensuite tous les jours suivant l'horaire que vous trouverez affiché au tableau.

Le nombre des séances figurant à ce programme pourra vous paraître élevé mais sa réduction eut entraîné des regrettables lacunes. Quand un champ de recherche s'étend la spécialisation apparaît, certaines séances intéresseront vivement les uns et moins les autres, nos collègues seront parfois obligés de faire un choix, les organisateurs s'en excusent à l'avance.

Les personnes désirant participer aux discussions devront de préférence, si elles prévoient une importance intervention, entrer en rapport avec le président de la séance correspondante.

J'espère que nos discussions seront fructueuses et après avoir lu les 15 rapports des Comités nationaux je suis convaincu que j'aurai le plaisir de vous donner à la fin de la présente Assemblée un compte rendu optimiste pour l'avenir de nos travaux.

Je terminerai en remerciant de la part de l'Union toutes les personnalités qui ont bien voulu accepter de consacrer une partie de leur temps à la préparation des réunions de la Commission V, parmi lesquelles je me plais à citer : notre Vice-Président le Dr Hagen, MM. Martyn, Lovell, Pawsey, Christiansen, Hanbury-Brown, Burke, ainsi évidemment, que le Colonel Herbays et le dévoué Secrétaire de langue française de la Commission V, M. Coutrez.

Compte Rendu des Réunions

Séance de coordination : Lundi 26 août à 14 h

Président : M. LAFFINEUR

Sujet : *Programme des réunions techniques ; divers.*

Le programme envisagé pour les réunions techniques est discuté par les membres officiels de la Commission V et de nouvelles contributions sont sugérées.

L'activité future des diverses Sous-Commissions est discutée. La Sous-Commission V*b* a déjà été dissoute après avoir terminé ses travaux ; l'opinion générale des membres présents est que la Sous-Commission V*a* pourrait être dissoute mais que les Sous-Commissions V*c* et V*d* doivent poursuivre leurs travaux.

Le Président annonce la proposition d'organiser un symposium sur la Radioastronomie, à Paris en 1958, sous les auspices de l'U.A.I. et de l'U.R.S.I. Un comité d'organisation doit être créé pour en discuter les sujets et pour préparer la recommandation à soumettre à l'Assemblée Générale. Ce Comité est constitué comme suit : les Présidents de la Commission V de l'U.R.S.I. et de la Commission 40 de l'U.A.I., MM. Vitkevitch, Minkowski, Denisse, Lovell, van de Hulst et Haddock.

Première réunion technique : Mercreci 28 août à 9 h 30

Président : W. N. CHRISTIANSEN

Sujet : *Techniques de réception.*

Après introduction par le Président de séance, les contributions suivantes sont présentées : A. E. COVINGTON : aériens pour l'étude du Soleil sur 10 cm ; E. J. BLUM : l'interféromètre multiantenne de Nançay sur 169 Mc/s ; A. HEWISH : le principe de la synthèse d'ouverture et son application à Cambridge (R. U.) ; B. F. BURKE : un interféromètre pour observations solaires sur 300 Mc/s à la Carnegie Institution ; W. N. CHRISTIANSEN : un aérien sur 21 cm

constitué par deux groupes de 32 éléments distribués en croix de Mills, pour l'étude du Soleil par balayage ; R. N. Bracewell : deux théorèmes sur le nombre minimum d'observations interférométriques nécessaires pour une restauration optimum des données ; T. Hatanaka : un interféromètre pour l'observation des sursauts radiosolaires de courte durée sur 200 Mc/s ; J. Aarons : un radiomètre à bande large sur 4600 Mc/s utilisant des tubes à ondes progressives ; R. S. Lawrence et H. Penfield : un interféromètre à poursuite automatique de phase pour l'étude des scintillations et des réfractions accidentelles des radiosources sur 53, 108 et 470 Mc/s ; M. H. Cohen : un polarimètre radiosolaire sur 201,5 Mc/s ; P. D. Strum : facteurs déterminant les performances d'un radiomètre ; R. V. Eshleman : un aérien sur 13 m comprenant 96 Yagis pour la détection des météores faibles ; C. Seeger : rapport de la Sous-Commission V*d* sur la mesure des densités de flux ; H. W. Wells : mesures de la densité de flux de Cassiopée A dans l'intervalle 18,5-207 Mc/s ; D. A. Macrae : un système interférométrique sur 300 Mc/s.

Deuxième réunion technique : Mercredi 28 août à 14 h

Président : A. C. B. Lovell.

Sujet : *Aériens de grande dimension* (*en commun avec la Commission VI*).

Après introduction par le Président de séance, les contributions suivantes sont présentées : F. Becker : le paraboloïde de 25 m à Bonn ; C. A. Muller : le paraboloïde de 25 m à Dwingelo ; D. V. Korolkov : un aérien de grande dimension sur 3 cm à Pulkovo ; J. O. Kraus : le réseau de 96 antennes hélicoïdales sur 200-300 Mc/s à Ohio State University ; R. N. Bracewell : un système d'aériens croisés pour l'observation du Soleil par balayage sur 9 cm, en construction à Stanford University ; M. Laffineur : un interféromètre comprenant deux cylindres paraboliques de 60 m × 32 m à St-Michel ; A. C. B. Lovell : le paraboloïde orientable de 75 m à Jodrell Bank ; R. M. Emberson : le projet de paraboloïde de 42 m à Green Bank ; J. L. Pawsey : un projet de paraboloïde orientable de 70 m ; J. G. Bolton : deux paraboloïdes de 27 m, montés en interféromètre, en construction à l'Institut Technologique de Californie ; F. T. Haddock : la paraboloïde de 25 m à l'Université de Michigan ; E. F. McClain :

le paraboloïde de 25 m au Naval Research Laboratory, Washington ; G. W. Swenson : projet d'un cylindre parabolique de 120 m × 180 m sur 600 Mc/s à l'Université d'Illinois ; V. Vitkevitch : projets de construction de grands radiotélescopes en U. R. S. S. ; J. D. Kraus : considérations générales sur le nombre de sources détectables au radiotélescope ; J. L. Pawsey : le pouvoir résolvant limite du radiotélescope ; R. N. Bracewell : l'effet des erreurs dans la construction du radiotélescope ; L. C. van Atta : modes possibles de construction de très grandes antennes.

La séance est suspendue à 17 h 30 et est reprise le jeudi 29 août à 11 h sous la présidence de R. C. Spencer.

Après une brève introduction, les communications suivantes sont entendues ; S. Silver : questions relatives à la construction de grandes antennes ; J. L. Pawsey : questions générales concernant la réalisation de grandes antennes ; J. W. Findlay : considérations sur le paraboloïde de 42 m à Green Bank ; E. Wolf : travaux récents sur la théorie des champs partiellement cohérents, et remarques sur les relations de réciprocité entre largeur de bande et durée d'un signal ; R. N. Bracewell : remarques sur la fonction d'auto-corrélation ; F. J. Zucker : résultats théoriques sur le rapport f/d optimum, sur les différences entre réseaux discrets et continus, et sur la cohérence sur l'ouverture d'un aérien. De brèves communications sur les effets des erreurs dans les dimensions des aériens sont encore présentées par J. Simon et F. T. haddock.

Troisième séance technique : Jeudi 29 août à 14 h

Président : D. F. Martyn.

Sujet : *Le Soleil.*

Introduction par le Président de séance. Communications de : A. Hewish : éclipses de la nébuleuse du Crabe par le Soleil ; V. Vitkevitch : éclipses de la nébuleuse du Crabe par le Soleil, hétérogénéités dans la couronne extérieure, éclaircissement au limbe ; R. J. Coates : observations d'éclipse en 1954 sur 8,5 mm ; observations du Soleil sur 4,3 mm ; V. Vitkevitch : distribution de brillance du disque solaire sur 3 cm ; W. N. Christiansen : composante solaire à variation lente sur 21 cm, diagramme polaire des régions actives, et relations avec la dimension de plages

et leur altitude ; T. HATANAKA : observations de l'intensité et de la polarisation des sursauts radiosolaires sur 3 cm ; D. V. KOROLKOV : émissions polarisées des taches solaires sur 3 cm ; F. H. MITCHELL : variations de la température apparente du Soleil aux ondes millimétriques ; J. L. STEINBERG : observations de sursauts radiosolaires sur 3 cm ; A. E. COVINGTON : classification des sursauts observés sur 10 cm ; C. A. MULLER : sursauts rapides observés sur 400 Mc/s ; J. L. PAWSEY : spectres dynamiques de différents types de sursauts ; F. J. DENISSE : observations d'un rayonnement à polarisation circulaire sur 169 Mc/s à la suite de certains outbursts ; A. MAXWELL : spectres dynamiques des sursauts ; M. H. COHEN : observations polarimétriques sur 200 Mc/s ; R. FLEISCHER : détection des éruptions chromosphériques par l'absorption du bruit cosmique sur 18 Mc/s ; J. F. DENISSE : observation de la radiation des taches sur 169 Mc/s, hauteur et diamètre des sources d'émission ; éclipse de la nébuleuse du Crabe par le Soleil ; Mme DODSON PRINCE : relations entre phénomènes solaires et orages géomagnétiques ; T. GOLD : structure du champ magnétique entre le Soleil et la Terre et courants corpusculaires dans cette région ; T. TAKAKURA : mécanisme d'émission des sursauts polarisés ; R. J. COATES : observations d'éruptions chromosphériques sur 10 cm, 4,3 mm et H_2 ; J. F. DENISSE : relations entre l'ionisation de la région E et la radiation solaire sur 10 cm, l'émission coronale monochromatique et l'aire des taches.

Quatrième réunion technique : Vendredi 30 août à 9 h 30

Président : J. L. PAWSEY.

Sujet : *Les Radiosources.*

Après une brève introduction par le Président de séance, les communications suivantes furent présentées : H. HANBURY BROWN : Distribution de l'intensité sur Cyg A et Cas. A à 125 Mc/s, diamètres angulaires de Cas. A et Tau. A sur 10,7 cm et de plusieurs petites sources sur 158 Mc/s ; C. SEEGER : isophotes de la nébuleuse d'Andromède (NGC 224) sur 158 Mc/s ; A. HEWISH : indice spectral de différents types de sources ; H. C. Ko : relevé de radiosources, leur spectre ; J. F. DENISSE : observations de radiosources sur 900 et 169 Mc/s ; M. SCHMIDT : relevé de sources sur 22 cm ; N. G. ROMAN : relevé sur 440 Mc/s, densité de flux de plusieurs

sources ; A. Hewish : relevé des radiosources sur 160 Mc/s, avec commentaires sur le nombre de sources et la distribution des intensités ; J. L. Pawsey : relevé des sources sur 85 Mc/s avec commentaires sur la comparaison de ces résultats avec ceux obtenus à Cambridge (R. U.) ; C. Seeger : observation de l'amas de Coma sur 400 Mc/s ; F. Becker : statistique des radiosources en cosmologie relativiste ; C. H. Mayer : observation de la radiation polarisée de la nébuleuse du Crabe sur 3,15 cm ; V. Vitkevitch : occultation de la nébuleuse du Crabe par la Lune sur 3,7 m ; J. F. Denisse : occultation de la nébuleuse du Crabe par la Lune sur 1,77 m et 33 cm ; J. Tuominen : Occultation de la nébuleuse du Crabe par la Lune sur 3,7 m ; C. Seeger : occultation de la nébuleuse du Crabe par la Lune sur 75 cm.

Cinquième réunion technique : Vendredi 30 août à 14 h.

Président : A. Hewish.

Sujet : *Radiopropagation.*

Le sujet est introduit par le Président de séance, qui décrit les effets produits par l'atmosphère sur les ondes extraterrestres. Les communications suivantes sont présentées : A. C. B. Lovell : corrélation entre scintillations, F sporadique, et variations magnétiques ; V. Vitkevitch : recherches sur la structure irrégulière de l'ionosphère par les méthodes radioastronomiques ; C. G. Little : observations de scintillation sur 223 et 456 Mc/s en Alaska ; J. Tuominen : observations de scintillation sur 45 Mc/s à Helsinki ; A. Hewish : investigations sur l'altitude des régions produisant la scintillation ; J. Aarons : étude de la réfraction et de la scintillation aux faibles hauteurs à 8,3 mm, 3 cm et 1,4 mm ; G. R. Marner : observations de réfraction et d'absorption sur 8,7 et 1,9 cm ; J. L. Steinberg : scintillations de l'émission solaire sur 3,2 cm aux faibles hauteurs ; R. J. Coates : atténuation atmosphérique sur 4,3 mm ; R. L. Leadabrand : irrégularités dans les régions E et F observées au radar sous incidence oblique ; H. G. Booker : méthodes de détermination de l'altitude des couches produisant la scintillation ;A. C. B. Lovell : remarques sur l'origine de la scintillation ; G. A. Harrower : relation entre scintillations et accrétion de matière interstellaire par le Soleil.

Sixième réunion technique : Lundi 2 septembre à 14 h

Président : R. Hanbury Brown.

Sujet : *La Galaxie.*

Brève introduction par le Président de séance. Communications de : H. C. Ko : résultats d'un relevé sur 250 Mc/s ; J. L. Pawsey : comparaison des relevés du plan galactique sur 19 Mc/s et 85 Mc/s ; M. Schmidt : relevé sur 1390 Mc/s ; A. Hewish : relevé sur 38 Mc/s en utilisant la méthode de synthèse d'ouverture ; M. Schmidt : structure spirale au centre galactique observée sur 21 cm ; J. L. Pawsey : relevé de la structure spirale de la Galaxie d'après les observations de l'hémisphère sud sur 21 cm ; C. A. Muller : mesures de la raie d'absorption sur 21 cm dans la radiation de Cas. A et de Tau. A ; T. K. Menon : observation d'associations stellaires et d'amas galactiques sur 21 cm ; D. S. Heeschen : observations d'amas de galaxies et de galaxies individuelles sur 21 cm ; M. Schmidt : observations de la nébuleuse d'Andromède (NGC 224) sur 21 cm ; J. G. Bolton : comparaison des sources observées par Mills avec le relevé du Palomar, et remarques sur la nature des radiosources extragalactiques ; A. H. Barrett : recherche de la raie interstellaire de OH.

Septième réunion technique : Mardi 3 septembre à 9 h 30

Président : B. F. Burke.

Sujet : *Le Système planétaire.*

Introduction par le Président de séance et communications de : J. H. Trexler : caractéristiques des échos radar sur la Lune et possibilités d'utiliser notre satellite pour les radiocommunications ; S. B. Yaplee : observations de la Lune par radar sur 10 cm ; A. C. B. Lovell : fluctuations d'échos causés par la libration et la rotation du plan de polarisation sur 120 Mc/s ; R. B. Dyce : observations de la Lune par radar ; J. H. Chapman : observations de la Lune par radar sur 488 Mc/s ; C. H. Mayer : radiation thermique de Vénus, Mars et Jupiter sur 3,15 cm et de Vénus sur 9,4 cm ; H. I. Ewen et F. Drake : un radiomètre à bande large sur 8000 Mc/s et ses applications aux observations de la Lune, des planètes et de quelques radiosources comprenant des nébuleuses planétaires ; R. Gallet : radiation non thermique de Jupiter ;

K. L. Franklin : radiation non thermique de Jupiter. De courtes communications sur l'observation de la comète 1956 h (Arend-Roland) furent présentées par R. Coutrez, F. Becker, J. D. Kraus, A. C. B. Lovell, G. Swarup, J. L. Pawsey, J. Aarons, E. J. Blum et C. Seeger.

Réunion administrative : Mercredi 4 septembre à 9 h 30

Président : M. Laffineur.

1. Le Président résume le travail effectué par la Commission V pendant cette Assemblée Générale.

2. Sous-Commission V*a* sur les Mesures continues de l'émission radioélectrique solaire. La suppression de cette Sous-Commission a été décidée au cours de la séance de coordination. Le Président exprime les remerciments de la Commission V à M. A. H. de Voogt pour son travail de pionnier dans cette Sous-Commission. Il est proposé qu'un membre de la Commission V soit délégué au Comité permanent des Ursigrammes.

3. Sous-Commission V*c* sur l'Indice solaire de base. Il est décidé que cette Sous-Commission poursuivra ses activités, avec une composition nouvelle (voir Résolutions).

4. Sous-Commission V*d* sur les Etalons. Cette Sous-Commission a fait rapport sur la mesure des densités de flux. Ce rapport est approuvé, et il est décidé que la Sous-Commission V*d* poursuivra ses activités, avec une composition nouvelle (voir Résolutions).

5. La question des attributions de fréquences pour la Radioastronomie est discutée. La Commission V approuve que ses membres prennent à ce titre contact avec les personnalités responsables de leur propre pays de manière à rechercher des intervalles libres pour la Radioastronomie, et que certains membres de l'U.R.S.I. prennent contact avec leurs représentants nationaux dans le but de soumettre une recommandation sur les attributions de fréquences à la conférence de l'U. I. T. en 1959.

Il est décidé de séparer la question des attributions de fréquences de celles que traite la Sous-Commission V*d* et de constituer une Sous-Commission spéciale V*e* pour son examen (voir détails aux Résolutions).

Les mesures envisagées pour réduire les effets des parasites

locaux et industriels à la nouvelle station de Green Bank sont décrites par J. W. FINDLAY.

6. A. C. B. LOVELL attire l'attention sur la difficulté de séparer les domaines d'activité des Commissions III et V. Il est reconnu nécessaire d'instituer un groupe de travail, constitué des Présidents de ces Commissions, afin de clarifier ces relations.

7. La Commission V adopte la recommandation faite par la Sous-Commission V*d* pour que l'U.R.S.I. désigne certaines radio-sources étalons. Il est décidé de renvoyer cette question à l'U.A.I. aux fins d'examen par la Commission 40 (voir détails aux Résolutions).

8. J. L. PAWSEY fait un rapport sur les recommandations du Comité organisateur du Symposium proposé sur la Radio-astronomie, qui devrait être tenu en France en 1958. Ces recommandations sont approuvées (voir détails aux Résolutions).

9. L'assemblée exprime ses remerciements au Président et aux Secrétaires de la Commission V.

Réunions mixtes

Les séances en commun avec d'autres Commissions furent tenues comme suit :

Aériens de grandes dimensions (Commission VI), 28 et 29 août ;
Atmosphériques sifflants (Commission III et IV), 29 août ;
Masers (Commission VII), 3 septembre.

Rapport du Président de la Commission

à la Séance de Clôture (5 septembre 1957)

Monsieur le Président,

Mesdames,

Messieurs,

La Commission V vient de terminer ses travaux.

Au cours de notre séance administrative d'hier des résolutions et des recommandations ont été élaborées.

Avant de les résumer devant vous, permettez-moi de vous donner un bref aperçu du développement de la Radio-Astronomie et de ses nouvelles acquisitions qui ont été décrites, souvent par leurs auteurs eux-mêmes, au cours de nos neuf séances de travail.

Les antennes ont fait l'objet de travaux originaux et importants par leurs résultats ; citons :

Un nouveau type d'antenne synthétique qui comporte un élément fixe et un élément mobile déplaçable sur un vaste terrain. Des mesures successives faites aux différentes positions occupées par l'élément mobile fournissent des informations équivalentes, sur la répartition de la brillance radioélectrique du ciel, à celle que donnerait un réflecteur continu occupant toute la surface du terrain.

— Un grand interferomètre à 64 réflecteurs de 6 mètres destiné à l'observation du Soleil aussi bien en longitude qu'en latitude avec un pouvoir résolvant de 3 minutes d'arc dans les deux cas.

— Plusieurs nouveaux types de grandes antennes dont les surfaces réfléchissantes revêtent la forme de sections de paraboloïdes ou de cylindres paraboliques. Citons également de très grandes antennes composites à éléments hélicoïdaux.

— Ces grands collecteurs d'ondes sont parfois couplés en interféromètres.

— Le plus grand paraboloïde orientable du monde, dont le diamètre est de 76 mètres vient d'être essayé avec succès sur la longueur d'onde de 21 centimètres.

— Une tendance s'affirme dans l'augmentation de la précision de la surface des grands réflecteurs ; pour des diamètres souvent supérieurs à dix mètres, il devient possible d'utiliser des longueurs d'onde de l'ordre du centimètre. Cette tendance s'explique aisément car les récepteurs viennent, eux aussi, de faire de nouveaux progrès dans le sens de l'accroissement de leur pouvoir résolvant en température. Il existe maintenant des récepteurs permettant, dans la gamme des 3 centimètres, l'observation d'écarts de la température d'entrée de l'ordre du centième de degré Celsius.

— Les amplificateurs à émission stimulée (MASER) ne sont pas encore entrés, à ma connaissance, dans la pratique radioastronomique mais les magistrales communications qui nous ont été présentées permettent d'espérer, dans un proche avenir des pouvoirs de résolution en température encore bien supérieurs aux précédents.

— Tous ces progrès de la technique ont entraîné le développement de résultats nouveaux :

La basse couronne solaire peut maintenant être observée sur 21 cm à tout moment sur le disque comme sur le limbe réalisant le rêve des astronomes solaires.

La spectrographie dynamique des sursauts, de l'émission solaire poursuivie avec des moyens accrus et interprétée suivant des théories bien établies maintenant a permis de découvrir de nouveaux types de phénomènes radioélectriques solaires où l'on peut suivre l'éjection puis la retombée vers la photosphère des gaz expulsés par les éruptions chromosphériques.

— Dans le domaine de l'observation générale du ciel radioélectrique nous pouvons citer les importantes contributions présentées sous forme de cartes d'isodynes établies sur plusieurs longueurs d'ondes à l'aide d'antennes résolvant le degré d'arc et parfois mieux encore.

— Grâce aux observations combinées des observatoires de l'hémisphère boréal et de l'hémisphère austral, faites sur la longueur d'onde de 21 centimètres de l'hydrogène froid interstellaire, une première esquisse de la structure générale de notre spirale nous a été montrée. Nous habitons une galaxie assez semblable à celle de Canes Venatici.

— La distribution des Radio-Sources a été évoquée, les travaux dans ce domaine sont longs, laborieux et d'une interprétation encore incertaine. Ils devront être poursuivis avec patience, confrontés en toute objectivité et précisés. Alors ils pourront entraîner d'importants développements de nos connaissances cosmologiques.

— Le centre galactique a été étudié récemment, il se présente soit en émission, soit en absorption, suivant la longueur d'onde utilisée. La contribution de la radio-astronomie dans ce domaine est fondamentale, elle précisera les observations optiques gênées par les nuages obscurs de matière intersidérale situés entre nous et le centre de notre univers local.

— Le pouvoir résolvant angulaire des nouveaux instruments, a permis de décider et d'étudier dans notre galaxie des objets gazeux en expansion entourant les associations stellaires de l'astronomie optique.

La structure de la nébuleuse d'Andromède Messier 31 a pu être observée avec succès et la Polarisation des ondes émises par la Nébuleuse Crabe appuie dans une certaine mesure l'hypothèse d'un rayonnement des électrons relativistes dans les champs magnétiques intersidéraux comme étant l'origine de l'émission non thermique des radio-sources.

L'émission thermique des planètes Vénus, Mars, Jupiter a été observée avec certitude grâce aux nouveaux complexes récepteurs à grand pouvoir de résolution angulaire et thermique.

La technique des échos radar sur la Lune nous a apporté des distances précises de notre satellite.

Nous avons écouté avec émotion l'enregistrement sur ruban magnétique de la belle expérience faite dans ce pays consistant à envoyer une onde modulée en direction de la Lune et à écouter l'écho reproduisant fidèlement dans un délai de 2,4 secondes les brèves paroles prononcées devant le microphone. Cette expérience qui ne met en jeu que 100 Watts à l'émission, montre la possibilité de faire entrer dans la pratique ce nouveau mode de télécommunication.

Un fading à long terme des échos lunaires reste encore inexpliqué.

L'observation radioélectrique de la comète Arend Roland a donné des résultats en apparence discordants soumis à la sagacité des physiciens.

Notre Commission propose à l'Assemblée Générale les résolutions suivantes que je vais vous résumer en anglais.

Résolutions

1. La Sous-Commission V*a* sur les Mesures continues de l'émission radioélectrique solaire est dissoute.

2. Un membre de la Commission V sera délégué au Comité permanent des Ursigrammes.

3. La Sous-Commission V*c* sur l'Indice Solaire de Base poursuivra ses activités, avec la composition suivante :

Président : S. CHAPMAN.

Membres : J. BARTELS,
A. E. COVINGTON,
M. NICOLET,
M. WALDMEIER,
S. F. SMERD,
J. F. DENISSE,
C. M. MINNIS,
H. DODSON-PRINCE,
R. N, BRACEWELL,
A. MAXWELL.

4. La Sous-Commission V*d* sur les Etalons poursuivra ses activités, avec la composition suivante :

Président : C. SEEGERS.

Membres : A. E. COVINGTON,
F. T. HADDOCK,
M. LAFFINEUR,
D. A. MACRAE,
C. H. MAYER,
F. G. SMITH,
J. L. STEINBERG,
T. HATANAKA,
R. HANBURY BROWN.

5. La Commission V adopte la recommandation suivante formulée par la Sous-Commission V*d* : « Il y a actuellement accord général sur l'intérêt d'établir une séquence étalon des densités de flux, basée sur des radiosources discrètes parmi les plus intenses. Dans ce but, il est désirable que la Commission V de l'U.R.S.I. et la Commission 40 de l'U.A.I. :

I) adoptent les sources suivantes comme faisant partie d'une séquence étalon des densités de flux :

23N5A (Cas A)	12NIA (Vir A)
19N4A (Cyg A)	16NOA (Her A)
05N2A (Tau A)	09SIA (Hyd A)

II) attirent l'attention de tous les observatoires radioastronomiques sur le besoin urgent de valeurs absolues plus précises pour la densité de flux de ces sources,

III) recommandent que, dans les observations de sources discrètes, une attention plus grande soit portée à la détermination de rapports précis et bien définis d'intensité entre les objets observés et ceux de la séquence ci-dessus,

IV) recommandent que les observateurs procédant à des relevés à haute résolution par la méthode des faisceaux étroits, envisagent attentivement les régions avoisinant les sources mentionnées ci-dessus et publient leurs résultats sous la forme de cartes détaillées, par exemple de $30^{o} \times 30^{o}$ et centrées sur les sources individuelles.

La Commission V propose que cette recommandation soit transmise à l'U.A.I. à l'attention de la Commission 40.

6. La Commission V remercie l'U.A.I. et le C.C.I.R. d'avoir étudié les résolutions 4 et 5 adoptées à la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. en 1954. Elle insiste une fois de plus sur la nécessité absolue pour que les observatoires radioastronomiques gênés dans leurs travaux par les interférences puissent recevoir l'appui effectif des autorités de leur propre pays et des pays voisins.

7. Une nouvelle Sous-Commission V*e* sur les Attributions de Fréquence est établie. Cette Sous-Commission est chargée de préparer les recommandations qui devront être soumises par l'inter-

médiaire des autorités compétentes à la réunion de l'U.I.T. en 1959. La composition de cette Sous-Commission est la suivante :

Président : F. T. Haddock (U. S. A.).

Membres : E. J. Blum (France).
A. Hewish (Royaume-Uni),
V. Vitkevitch (U. R. S. S.),
W. N. Christiansen (Australie),
A. H. de Voogt (Pays-Bas),
G. Righini (Italie),
J. Tuominen (Finlande),
O. E. H. Rydbeck (Suède),
R. Coutrez (Belgique),
A. P. Mitra (Inde).

8. Un groupe de travail, constitué des Présidents des Commissions III et V, examinera la répartition des attributions entre les deux Commissions.

9. La Commission V recommande que l'U.R.S.I. marque son accord à la proposition d'organiser (en France), sous les auspices des deux Unions, un Symposium sur la Radioastronomie immédiatement avant l'Assemblée Générale de l'U.A.I. en 1958.

Elle recommande que les questions étudiées se limitent plus particulièrement aux aspects astronomiques ; les sujets pourraient comprendre les radioémissions solaires, galactiques et extragalactiques et une courte séance pourrait être consacrée aux autres corps du système solaire. Le nombre des orateurs devrait être limité pour laisser une place suffisante aux discussions.

Elle recommande également que les comptes rendus de ce Symposium soient édités sous forme d'un livre.

La Commission suggère que le comité organisateur mixte U.R.S.I.-U.A.I. du Symposium ait la composition suivante :

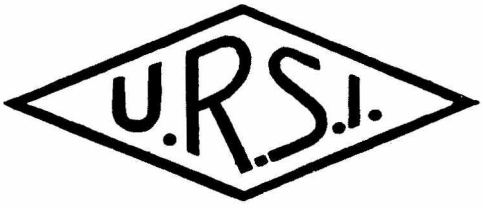
Président : J. L. Pawsey (Président de la Comm. 40, U.A.I.).

Secrétaire : F. T. Haddock.

Membres : Le Président de la Commission V, U.R.S.I.
J. F. Denisse,
V. Vitkevitch,
R. Minkowski,
A. C. B. Lovell,
H. C. van de Hulst,
R. N. Bracewell.

J. L. Pawsey, représentant l'U.A.I. à cette Assemblée Générale, a informé la Commission V qu'il considère ces propositinos comme entièrement acceptables par l'U.A.I.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 6

Commission VI

Ondes et Circuits Radioélectriques

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 6 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.,
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION VI

Ondes et Circuits Radioélectriques

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Composition de la Commission 5

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission 8

Rapports des Sous-Commissions :

Sous-Commission VI.2. — Théorie des circuits. 14

Sous-Commission VI.3. — Optique des hyper-fréquences 22

Collaboration avec le C.C.I.R. 51

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 52
Canada 65
E. U. A. 68
France 115
Italie 117
Japon 122
Pays-Bas 127
Pologne 129
Royaume-Uni 135
Suède 151
Suisse 157

Rapport du Président à la Séance plénière d'ouverture 160

Compte rendu des réunions 162

Rapport sur les questions du C.C.I.R. relatives à la théorie de l'Information 195

Résumé des travaux de la Commission 199

Résolutions et recommandations 203

Composition de la Commission

Président : Prof. Samuel SILVER, Division of Electrical Engineering, Electronics Research Laboratory, University of California, Berkeley 4, Calif., U. S. A.

Vice-Président : M. J. LOEB, c/o Société de Prospection Electrique, 42, rue Saint Dominique, Paris VII, France.

Secrétaires : Prof. H. MEINKE, Institut f. Hochfrequenztechnik, Walter v. Dyk Platz, 1, München, Allemagne.

M. MARIE, C. N. E. T., Département Transmission, 31, avenue de la République, Issy-les-Moulineaux, Seine, France.

Membres :

Australie : Prof. H. C. WEBSTER, Department of Physics, The University of Queensland, Brisbane, Queensland.

Autriche : Prof. Dr KÖNIG, Institut für Hochfrequenztechnik, Gusshausstrasse 25, Wien IV.

Belgique : Prof. P. BAUDOUX, Université Libre de Bruxelles, 50, avenue F. R. Roosevelt, Bruxelles.

Canada : Dr G. SINCLAIR, Department of Electrical Engineering, University of Toronto, Toronto, Ont.

Danemark : Prof. Dr Hans KNUDSEN, Royal Technical University, Øster Voldgate, 10 op. G, Copenhagen, K.

Espagne : Prof. Dr J. SANTEMASES, Departamento de Electricited, Consejo Superior de Investigaciones Cientifica, 123 Serrano, Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : Dr J. I. BOHNERT, Code 5200, Naval Research Laboratory, Washington 25, D. C.

Finlande : Dr Y. POHJANPALO, Chief of the Radio Laboratory, The State Institute for Technical Research, Lönnrotinkatu, 37, Helsinki.

France : M. Ing. Mil. Général A. ANGOT, Directeur Technique Société T. R. T., 92, rue Bullat-Savarin, Paris (13e).

Grèce : M. B. ASLANIDÈS, Directeur des Services Techniques de la Radiodiffusion Hellénique, Athènes.

Inde : M. B. V. BALIGA, Chief Engineer, All India Radio, Broadcasting House, New-Delhi.

Italie : Prof. Dr Ing. Algeri MARINO, Via Guido d'Arezzo, 14, Rome.

Japon : Prof. Kiyoshi MORITA, Research Laboratory of Electrical Science, Tokyo Institute of Technology, Oh-okayama, Maguroku, Tokyo.

Maroc : M. MERCIER, Doyen Honoraire et Professeur à la Faculté des Sciences de et à Bordeaux, Gironde, France.

Norvège : Prof. M. JENSSEN, Norges Tekniske Högskole, Trondheim.

Nouvelle-Zélande : M. G. J. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Dr C. J. BOUWKAMP, Natuurkundig Laboratorium, Philips' Gloeilampenfabrieken, Kastanjelaan, Eindhoven.

Pologne : Dr Jerzy SEIDLER, c/o Ing. Krystyn BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palac Kultury i Nauki, Varsovie.

République Fédérale d'Allemagne : Dipl. Ing. A. F. HEILMANN, Fernmeldetechnisches Zentralamt, 110, Rheinstrasse, Darmstadt.

Royaume-Uni : M. W. PROCTOR WILSON, British Broadcasting Corporation, Research Department, Kingswood Warren, Tadworth, Surrey.

Suède : Prof. Erik HALLEN, Royal Institute of Technology, Stockholm 70.

Suisse : Prof. Dr E. BALDINGER, Institut de Physique appliquée de l'Université de Bâle, Klingelbergstrasse, 82, Bâle.

U. R. S. S. : Prof. V. A. OLGIN, c/o Académie des Sciences, Moscou.

Union Sud Africaine : Dr F. J. HEWITT, Director, Telecommunications Research Laboratory of the C.S.I.R., P. O., Box 10.319, Johannesburg, Tvl.

Yougoslavie : Ing. Mirjan GRUDEN, Professeur de la Faculté d'Electrotechnique, Aškerčeva cesta 11, Ljubljana.

Sous-Commissions

VI.1. — Théorie de l'Information.

VI.2. — Théorie des Circuits.

VI.3. — Antennes et Guides d'ondes.

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

E = Texte original anglais.

F = Texte original français.

N°	Titres et Auteurs
1	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I., *Bull. Inf. U.R.S.I.*, **100**, 50-86 (F).
5	Contribution à l'étude du bruit de fond optique, Comparaison avec le bruit en radioélectricité, A. BLANC-LAPIERRE, Prof. Faculté des Sciences d'Alger (F).
6	Considérations sur la notion de fréquence instantanée d'un signal (F)
7	Etude sur la notion de spectre instantané de puissance, A. BLANC-LAPIERRE et B. PICINBONO, Laboratoire de Physique Théorique de la Faculté des Sciences d'Alger (F).
8	Canaux binaires en cascade, J. LOEB (F).
9	Sur le théorème de Babinet, au sens de la théorie électromagnétique, P. POINCELOT (C. R. Académie des Sciences, t. 243, n° 22, Nov. 1956, 1743-1745) (F).
10	Méthodes topologiques appliquées à l'électronique, L. SIDERIADÈS (F).
11	Recherche de l'émission produisant le brouillage minimum, LOCHARD (Rapport présenté à l'Assemblée Plénière du C.C.I.R., Varsovie, 1956) (F).
12	Sur la détermination du spectre de l'inverse d'une fonction aléatoire et ses applications, R. FORTET, Laboratoire Central des Télécommunications, Paris (F).
13	Spectre instantané et analyse du signal. Applications aux problèmes de transmission dans les télécommunications, P. DEMAN (F).

N°	Titres et Auteurs
46	Sur la capacité d'un canal continu bruyant, S. MUROGA, Electrical Communication Laboratory, Nippon Telegraph and Telephone Corporation, Tokyo (A).
47	Sur la capacité d'un canal discret, Partie II : Expression mathématique de la capacité d'un canal bruyant pouvant s'exprimer par deux diagrammes d'états multiples correspondants, S. MUROGA, *Ibid.* (A).
48	Théorèmes de double échantillonnage pour les signaux continus, N. HONDA, Faculty of Engineering, Tohoku University, Sendai, Japan (A).
49	Transformation des distributions de probabilité et son application au système compandeur, H. MINE, Faculty of Engineering, Osaka University, Osaka, Japan (A).
50	Le « Paramétron », un élément logique amplificateur utilisant des résonateurs à paramètres variables, H. TOKAKASHI, M. GOTO, Department of Physics, University of Tokyo (A).
51	Solutions générales de l'équation logique algébrique à un grand nombre d'inconnues, M. GOTO, Electrotechnical Laboratory, Japanese Government (A).
52	Théorie du convertisseur à impédance négative, H. HIRAYAMA, Faculty of Engineering, Waseda University, Tokyo (A).
53	Sur la représentation des champs électromagnétiques dans les cavités, H. KUROKAWA, University of Tokyo (A).
55	Sur la transition d'un circuit à retour par le sol à un guide d'ondes de surface, H. KIKUCHI, Electrotechnical Laboratory, Ministry of International Trade and Industry, Japan (A).
56	Milieu retardateur pseudo-électromagnétique utilisant des bobines-cadres, K. MORITA, Tokyo Institute of Technology (A).
57	Un filtre pour guide d'onde, H. YANAI, J. HAMASAKI, Faculty of Engineering, University of Tokyo (A).
58	Un filtre passe bande d'ondes de surface à paramètres distribués et couplés entre eux, H. MORIKAWI, T. KAWAMURA, Institute of Industrial Science, University of Tokyo (A).
59	Une jonction à large bande entre coaxial et guide d'onde S. TANAKA, Matsuda Research Laboratory, Tokyo-Shibaura Electric Company, Kawasaki (A).

N°	Titres et Auteurs
60	Distribution de courant sur une plaque rectangulaire et son aire effective, K. MORITA, T. SEKIGUCHI, Tokyo Institute of Technology (A).
61	Une nouvelle antenne à large bande, S. OKAMURA, M. SUMITA, University of Electrocommunications, Tokyo (A).
62	Une antenne à bande large sur microondes en polarisation circulaire, S. KAWAZU, Electrical Communication Laboratory, Nippon Telephone and Telegraph Corporation, Japan (A).
63	Un radiateur plan ondulé, Y. MORIKAWI, T. KAWAMURA, Institute of Industrial Science, University of Tokyo (A).
68	Propriétés électromagnétiques de plasma-rotatifs, E. CHVOJKOVA (A).
73	Générateur de deuxième harmonique à diodes semiconductrices, J. KARPINSKY (A).
74	Contribution à la théorie des lignes à pas exponentiels, B. G. KAZANSKY (A).
75	Notes sur les équations des lignes de transmission exprimées en termes d'impédance normalisée et du coefficient de réflexion, B. G. KAZANSKY (A).
76	Sur la notion d'écrans infiniment minces et infiniment conducteurs, P. POINCELOT (C. R. Académie des Sciences, t. 243, n° 21, Nov. 1956, 1616-1618) (F).
80	Une nouvelle méthode de mesure de la distribution de phase et d'amplitude des courants d'antenne, et son application au cas de l'antenne non réflective, E. CASSEL, The Royal Institute of Technology, Division of Theoretical Electrical Engineering, Stockholm (A).
82	La réflexion des ondes électromagnétiques sur les surfaces rugueuses, même auteur (A).
96	Théorie de la corrélation des fluctuations électriques et de la radiation thermique, S. M. RYTOV (A).
97	Fluctuation de phase des auto-oscillations. Théorie et méthodes de mesure, G. GORELIK, G. IOLKINE (F).
98	Circulation d'impulsions dans un système fortement non-linéaire à rétroaction retardée, Y. NEIMARK, Y. MAKLAKOV, L. IOLKINE (F).
99	Conversion de fréquence par un klystron reflex, E. N. BAZAROV, M. E. ZHABOTINSKY ; Institute of Radio Engineering and Electronics, U.S.S.R. Academy of Sciences (A).
100	Vitesse de groupe des ondes atténuées, L. A. WAINSTEIN (A).

N°	Titres et Auteurs
101	Sur la théorie du Maser et les fluctuations de ses oscillations, V. S. TROITZKY, Radio-Physical Institute of the Gorky State University (A).
102	Ondes électromagnétiques de surface, M. A. MILLER, V. I. TALANOV (A).
106	Remarques sur les méthodes statistiques en théorie de la communication, J. SEIDLER (A).
107	La systématisation de l'influence des facteurs non-linéaires sur la fréquence du générateur L. C., J. GROSZKOWSKI (A).
108	Réalisation uniforme d'opérateurs au moyen d'éléments linéaires, R. KULIKOWSKI (A).
109	Méthodes d'estimation en théorie des filtres non linéaires et paramétriques, même auteur (A).
110	Propagation d'impulsions dans les guides d'onde, R. GAJEWSKI (A).
113*	Ondes guides, Prof. H. M. BARLOW, University College, London (A).
118	Analyse de réseaux en courant continu, contenant des redresseurs idéaux, G. BIORCI, Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris », Torino, Italie (A).
119	Les bipôles à résistance négative interprétés comme des éléments à réaction à commande de tension ou de courant, L. PIGLIONE (A).
121	Calcul opérationnel ; transformées de Fourier ou de Laplace, W. PROCTOR WILSON, C. G. MAYO, J. W. HEAD, Research Department, BBC Engineering Division (A).
129	Rapport de l'activité du Comité National Britannique pour la Commission VI, W. PROCTOR WILSON, J. W. HEAD, G. D. MONTEATH, H. M. BARLOW (A).
130	Recherches sur les ondes de surface à University College, Londres, J. BROWN (A).
131	Application de la théorie de la diffraction aux problèmes des mesures d'antenne, J. BROWN (A).
132	Article de revue sur les ondes guidées, Prof. H. M. BARLOW, University College, Londres (A).
133	Une réalisation approximative de la « Quadrature », G. C. GOURIET, G. F. NEWELL, British Broadcasting Corporation (A).
134	L'entropie négative des informations enregistrées, D. A. BELL, University of Birmingham (A).
135	Caractéristiques de propagation des guides d'ondes métalliques tubulaires à faibles pertes, H. M. BARLOW, University College, Londres (A).

N°	Titres et Auteurs
136	Note sur la définition du retard de groupe, G. G. GOURIET, A.M.I.E.E., Research Department, BBC (A).
137	Méthode pour déterminer le diagramme polaire horizontal des réseaux de dipôles établis autour de mâts de dimensions moyennes, P. KNIGHT, British Broadcasting Corporation (A).
143*	Rapport du Comité National Suisse à la Commission VI, Prof. BALDINGER (A) (F).
150	Revue de la Théorie des Circuits, Rapport de la Sous-Commission VI.2, Prof. B. D. H. TELLEGEN, Président (A).
154	Projet d'une monographie de l'U.R.S.I. : Théorie de l'information d'un système complet de communication, J. LOEB (F).
163*	Rapport du Comité National Italien à la Commission VI (A).
188*	Rapport du Comité National Canadien à la Commission VI (A).
195*	Rapport du Comité National Allemand à la Commission VI (A).
202*	Rapport du Comité National Japonais à la Commission VI, K. MORITA (A).
207*	Rapport du Comité National Polonais à la Commission VI (A).
212*	Rapport du Comité National Français à la Commission VI (F).
218*	Rapport du Comité National Suédois à la Commission VI, E. HALLÉN (A).
221	Transition convertissant les ondes TE_{01} rectangulaire en TE_{02} circulaire, M. P. MARIÉ, Centre National d'Etudes des Télécommunications (F).
226	Lentille focalisant les ondes à polarisation circulaire, suivant un mode donné, M. P. MARIÉ, Centre National d'Etudes des Télécommunications (F).
233*	Rapport du Comité National Néerlandais à la Commission VI (A).
234	Sur les codes à correction d'erreurs et pour les systèmes à répétition automatique, F. L. H. M. STUMPERS, Philips Research Laboratories (A).
235	Réflexion des ondes électromagnétiques et propagation d'ondes de charge d'espace dans les faisceaux électroniques, O. E. H. RYDBECK, Research Laboratory of Electronics, Chalmers University of Technology, Gothenburg (A).

N°	Titres et Auteurs
261*	Rapport du Comité National des Etats-Unis à la Commission VI.3 (A).
262*	Rapport de la Sous-Commission VI.3 (A).
271	Méthode de phototélégraphie électronique à haute efficience de transmission d'information, V. A. Ilyin (A).
272	Electrodynamique des corps matériels, L. J. Chui (A).
273	Sur la capacité de canaux à paramètres fluctuant au hasard, V. I. Siforov (A).
276	Diffusion « en oreille » par les corps de révolution, K. M. Siegel (A).
277	Un système de communication anti-trajet multiple (Rocke), R. Price, P. E. Green Jr. (A).
278	Notes sur la différence entre filtres de temps à une dimension (réseaux), filtres d'espace à deux dimensions (optique), et filtres d'espace temps à trois (ou plus de) dimensions (antennes), F. J. Zucker, Air Force, Cambridge Research Center (A).
300*	Rapport de la Commission VI des E.U.A. (A).
301	Un théorème de multiplication pour les fonctions positives réelles, F. Reza (A).
307	Diffraction par une boucle circulaire, V. H. Weston, University of Toronto (A).
308	Fonctions d'onde vectorielles en coordonnées toroïdales, même auteur (A).
311	Diffraction par des corps de révolution dans la zone de Fraunhofer, K. M. Siegel (A).

Rapports des Sous-Commissions

N° 150. — Rapport de la Sous-Commission VI.2 Théorie des Circuits

(*Traduction*)

Ce rapport est conçu de manière à servir de base à la discussion des aspects généraux de la théorie des circuits lors de la XIIe Assemblée Générale. On y envisage successivement, au sens large, les sujets, les travaux, les résultats, et les questions restées ouvertes dans cette théorie.

1. — Sujets

1.1. — L'objet de la radioélectricité et des instruments associés est de transporter et de transformer *l'information*. A cet effet, une *énergie* portant l'information est mise en jeu. Du point de vue physique, l'instrumentation doit donc consister en systèmes dans lesquels un échange d'énergie et une conversion s'effectuent. La théorie des circuits envisage uniquement les transferts d'énergie. Le terme « signal » utilisé en théorie des circuits ne doit donc pas être considéré comme représentant l'information, mais bien comme représentant une source d'énergie, et les courants et voltages qui en résultent. L'aspect « informatif » de l'instrumentation intéresse la Sous-Commission VI.1 sur la théorie des communications et de l'information.

1.2. — Les systèmes de la théorie des circuits sont généralement pourvus de « bornes » permettant l'échange d'énergie avec le monde extérieur. Ces systèmes sont caractérisés par des équations, généralement différentielles, entre les valeurs instantanées des courants et voltages aux bornes. La théorie des circuits considère seulement les systèmes caractérisés par des relations où le temps intervient comme variable indépendante et ne contenant pas les coordonnées d'espace. Les systèmes dont les propriétés sont caractérisées par des

relations contenant à la fois le temps et les coordonnées spatiales comme variables indépendantes font l'objet des études de la Sous-Commission VI.3 sur les antennes et guides d'onde.

1.3. — Les systèmes envisagés sont généralement des réseaux de composantes. Ces composantes sont elles-mêmes des systèmes caractérisés par des relations entre courants et voltages à leurs bornes. La théorie des circuits ne porte aucune attention à la manière dont ces composantes sont réalisées physiquement (c'est-à-dire à la construction des composantes et aux propriétés des matériaux utilisés). Dans cette théorie, les composantes sont des « boîtes closes ». Une composante pourrait par exemple être constituée par une résistance (pour laquelle on a la relation $v = iR$), mais aussi bien par une « boîte close » de complexité plus grande. En conséquence, la température n'intervient pas en théorie des circuits. Les problèmes posés par la construction des composantes et les propriétés des matériaux usités font pour la plupart l'objet des travaux de la Commission VII sur la Radioélectronique.

En résumé :

La théorie des circuits est la théorie des réseaux composés de « boîtes closes », caractérisées par des relations entre voltages et courants à leurs bornes et qui contiennent comme variable indépendante le temps seul, à l'exclusion des coordonnées d'espace ou de paramètres physiques comme la température.

2. — Tâches

2.1. *Propriétés Générales.* — La première tâche de la théorie des circuits, d'ailleurs commune à toute théorie physique, est de découvrir les propriétés générales du sujet. Certaines propriétés se rapportent exclusivement à la configuration géométrique du réseau et sont indépendantes des propriétés de réseaux composants. Ces propriétés sont *topologiques* ; les lois de Kirchhoff en fournissent des exemples simples. D'autres propriétés dépendent en outre des propriétés des composantes ; les lois de réciprocité des réseaux de résistances, inductances et capacitantes en sont des exemples.

2.2. *Analyse.* — Si le réseau est donné, par exemple par sa configuration et par les relations caractérisant les composantes, des

méthodes doivent être développées pour calculer les courants et les tensions dans le réseau. En particulier, si un réseau pourvu de bornes est donné, ces méthodes doivent permettre de calculer les relations entre courants et tensions aux bornes.

2.3. *Synthèse.* — Si un réseau est pourvu de n bornes, l'état de ces bornes est caractérisé par $(n\text{-}1)$ courants indépendants et $(n\text{-}1)$ tensions indépendantes. Le réseau détermine $(n\text{-}1)$ relations indépendantes entre courants et tensions. Les bornes peuvent être combinées en m groupes de telle sorte que la somme des courants sortant des bornes d'un groupe soit toujours nulle. Le nombre des courants indépendants se réduit donc à $(n\text{-}m)$. Si nous ne nous intéressons pas aux tensions entre bornes appartenant à des groupes différents, le nombre des tensions qui nous intéressent se réduit également à $(n\text{-}m)$. Le plus petit nombre de groupes est 1, le plus grand est $1/2\ (n\text{-}1)$ ou $1/2\ n$. Dans le dernier cas le réseau a $1/2\ n$ paires de bornes ou entrées.

Le problème de la synthèse peut alors être posé en ces termes [1] :

étant donné :

1) Une classe de réseaux, c'est-à-dire un nombre de bornes, un groupement de ces bornes, une classe de configurations (par exemple un filtre en échelle, etc.), une classe de composantes (par exemple R, L, C, transformateurs idéaux), et, dans certains cas, des restrictions concernant la distribution des composantes dans la configuration (par exemple un réseau à deux entrées consistant en un réseau L, C à deux entrées avec une résistance en parallèle avec l'une des entrées).

2) Une classe de fonctions de la classe des réseaux (par exemple l'impédance de transfert d'un réseau à deux entrées, la matrice d'impédance d'un réseau à n entrées).

trouver :

3) Les conditions nécessaires et suffisantes pour que la classe de fonctions soit réalisable par la classe de réseaux.

4) Une classe canonique, c'est-à-dire une sous-classe de la classe des réseaux, suffisante pour la réalisation de la classe entière de fonctions.

---

[1] Les points 1 à 5 correspondent à ceux donnés par DARLINGTON (1).

5) Une technique permettant de calculer les valeurs des composantes de la classe canonique, étant donné une fonction spécifiée quelconque de la classe de fonctions.

6) Tous les réseaux équivalents, c'est-à-dire les réseaux de la classe qui ont la même fonction dans la classe spécifiée.

2.4. *Exigences.* — La plupart des applications techniques des réseaux introduisent des exigences qui ne font pas partie du cadre du paragraphe 2.3. Des investigations spéciales, différentes dans chaque application, sont nécessaires pour les réduire à ce cadre. Une certaine classe d'applications conduit au problème de construire une fonction de transfert réalisable dans une classe donnée de réseaux et pour laquelle les caractéristiques amplitude-fréquence et phase-fréquence approchent des fonctions données, dans une bande donnée de fréquence (*synthèse dans le domaine des fréquences*). Une autre classe d'applications conduit au problème de construire une fonction de transfert réalisable dans une classe donnée de réseaux et pour laquelle une fonction donnée du temps à l'entrée produit une fonction du temps à la sortie qui approche une fonction donnée (*synthèse dans le domaine du temps*).

2.5. *Arsenal.* — En général, nous sommes d'autant mieux armés pour satisfaire aux exigences mentionnées au paragraphe 2.4, que nous nous adressons à des réseaux plus compliqués. Par conséquent, nous devons classer les réseaux d'une classe donnée d'après leur complexité [1]. Vu l'existence de réseaux équivalents, il est généralement plus simple de classer les fonctions correspondantes de la classe de fonctions. Lorsqu'une classification a été choisie, il faudra ordonner les réseaux de la classe et les fonctions de la classe correspondante d'après cette classification, en partant des plus simples. Nous appellerons cette classe un « arsenal ». Les réseaux pour lesquels il existe dans cette classe un équivalent plus simple ne devront pas être incorporés à l'arsenal.

2.6. *Réseaux élémentaires.* — La classe la plus générale de réseaux est d'un intérêt particulier. Celle-ci résulte d'une restriction minimum à la configuration et à la distribution des composantes. Une classe de composantes doit cependant être donnée à priori.

---

[1] Ceci correspond à la « liste de prix » de DARLINGTON (2).

La théorie classique des circuits considère comme composantes les éléments R, L, C et le transformateur idéal, ce qui paraît quelque peu arbitraire. Nous pouvons chercher à développer des classes de composantes d'une manière systématique en partant du concept de classes de systèmes (« boîtes closes ») caractérisées par des propriétés générales (par exemple les sytèmes passifs caractérisés par des équations linéaires à coefficients constants). Nous pouvons considérer les plus « simples » de ces systèmes comme composantes et les appeler, par *définition*, réseaux élémentaires. La qualification « le plus simple » peut être rendue significative en introduisant une classification (cf. par. 2.5). Sans cet aspect, un réseau élémentaire est défini par une relation entre voltages et courants à ses bornes et non pas par les moyens physiques de le réaliser. C'est donc un élément idéal, réalisable seulement d'une manière approximative. La classe des réseaux élémentaires sera appelée *complète* si tout système, appartenant à la classe des systèmes, peut être réalisé au moyen de ses éléments.

3. — Résultats et questions posées

Pour la plupart des sous-sections du paragraphe 2 il n'est pas difficile d'énumérer certains résultats, mais la chose ne présenterait pas un grand intérêt pour notre but à moins de grouper ces résultats et de les donner avec suffisamment de généralité pour couvrir le sujet en un petit nombre de pages. L'auteur n'a pas eu la possibilité de remplir cette tâche, et par conséquent la question reste ouverte. Alors que les paragraphes 1 et 2 cherchent à donner une description complète du sujet et des méthodes en théorie des circuits, ce paragraphe contiendra seulement quelques remarques particulières, pour la plupart relatives aux circuits linéaires, et selon la préférence et la connaissance fortuite de l'auteur.

3.1. *Propriétés générales.* — L'attention est attirée sur le concept d'inter-réciprocité introduit et utilisé par Bordewijk (3), et applicable aux réseaux linéaires réciproques et non réciproques. Deux quadripôles sont dits inter-réciproques lorsque leurs matrices d'impédance sont des transposées réciproques.

3.2. *Analyse.* — Un algorithme introduit récemment par Mason (4) consiste en « signal flow graphs » particulièrement utiles pour l'étude des systèmes linéaires de contre-réaction.

Les réseaux non linéaires peuvent être classifiés en ceux qui présentent de faibles non linéarités et ceux qui en présentent de fortes. Les caractéristiques de la première catégorie peuvent souvent être exprimées par des développements en série de puissances, et des résultats utiles sont parfois obtenus en limitant la série à quelques termes. Les caractéristiques de la seconde catégorie peuvent souvent être approchées par des lignes brisées ou des surfaces brisées, consistant en un certain nombre de sections linéaires.

3.3. *Synthèse.* — Les deux sorties d'un transformateur peuvent être considérées comme isolées l'une de l'autre. Par conséquent, si la classe donnée de composantes contient le transformateur, nous pouvons réaliser des classes de réseaux au moyen de réseaux pour lesquels les sorties sont isolées. Il n'est donc pas nécessaire de considérer séparément des classes de réseaux présentant d'autres groupements de bornes, parce que ceux-ci peuvent toujours être déduits de réseaux à sorties isolées en connectant entre elles d'une manière appropriée les bornes appartenant à des sorties distinctes. Une table des problèmes de synthèse a été donnée par Darlington (5), où ces problèmes sont résolus pour des réseaux généraux (1) à n sorties, composés d'éléments R, L, C, T ou R, L, C, T, G (2) (6). La synthèse des classes de réseaux R, L, C seuls est faite seulement pour les réseaux à deux sorties. Dans le cas simple suivant (réseaux à trois sorties composés de deux espèces de R, L, C) le problème a été résolu seulement pour la fonction de transfert.

3.4. *Qualités requises.* — Les qualités requises pour les réseaux de la radiotechnique et l'instrumentation associée doivent en principe être déductibles de la théorie de l'information. Mais, la théorie de l'information doit formuler ces qualités requises d'une manière telle que ces concepts propres n'y soient pas figurés explicitement.

3.5. *Arsenal.* — Les réseaux R, L, C, T, G peuvent être classés d'après le nombre des sorties, l'ordre, et le rang. L'*ordre* d'un réseau à n sorties (7) (appelé aussi *degré* (8) est simplement l'ordre

---

(1) Par le terme « généraux », il est entendu qu'aucune restriction n'a été imposée à la configuration et à la distribution des réseaux composants.

(2) T = transformateur, G = gyrateur.

de l'équation différentielle des oscillations libres du système obtenu en connectant les sorties à celles d'un réseau non réactif à n sorties. Le *rang* d'un tel réseau est le rang de la partie hermétique de la matrice d'impédance. Les nombres minimums de réactances et de résistances nécessaires pour réaliser un réseau à n sorties sont égaux respectivement à l'ordre et au rang. Un réseau à n sorties peut être réalisé à l'aide du nombre minimum de réactances et du nombre minimum de résistances (6). Une classe de réseaux à n sorties d'ordre et de rang donnés est déterminé par un certain nombre de paramètres indépendants. Le nombre minimum d'éléments nécessaires pour réaliser un réseau de cette classe est égal au nombre de ces paramètres indépendants. Une classe de réseaux à *une* sortie d'ordre et de rang donnés peut être constituée par des réseaux individuels contenant à la fois le nombre minimum de réactances, le nombre minimum de résistances (un ou zéro) et le nombre minimum d'éléments (9). On peut supposer que la chose reste vraie pour les réseaux à n sorties. Ces réseaux ne contiennent pas le nombre minimum de gyrateurs. Ce nombre minimum a été étudié par Carlin (10) et par Ooho et Yasuura (6).

Pour ce qui concerne les réseaux formés de R, L, et C ou de composantes de deux espèces, la classification précédente n'est pas appropriée. Par exemple la réalisation d'une classe de réseaux à une sortie d'un ordre donné par la méthode de Bott et Duffin (11), ou par une méthode comparable, conduit à des réseaux contenant un nombre d'éléments supérieur au nombre minimum. En conséquence un certain nombre de relations entre les valeurs de ces éléments interviennent. Si ces éléments sont réalisables, il n'y a pas de raisons de limiter, dans l'application, leurs valeurs à celles qui satisfont les relations précédentes et ainsi une classe plus étendue de réseaux à une sortie est automatiquement réalisée. Il est donc à supposer que les qualités requises par les applications peuvent être mieux approchées. Une classification plus naturelle semble donc celle qui reposerait sur le nombre d'éléments, ou le nombre de résistances ou de réactances prises séparément.

Les réseaux non linéaires dont les caractéristiques consistent en surfaces brisées linéaires (cf. 3.2) peuvent être classés d'après le nombre de régions linéaires de la caractéristique. La classe la plus simple de tels réseaux est évidemment celle où la caracté-

ristique est formée d'une région linéaire seulement (celle des réseaux linéaires).

3.6. *Réseaux élémentaires.* — Le développement d'une classe complète d'éléments passifs linéaires constants peut être fait à partir de la classification mentionnée plus haut (3.5). Les systèmes « les plus simples » sont les réseaux à une sortie d'ordre et de rang *un*, ou d'ordre *un* et de rang *zéro*, et les réseaux à deux sorties d'ordre *zéro* et de rang *zéro*. Cette conception conduit respectivement aux réseaux RLC, au transformateur et au gyrateur (12). Le caractère complet de cette classe d'éléments, en relation avec le caractère constant et passif et la linéarité, a été établi par les investigations de Oono et Yasuura (6).

En considérant des classes plus générales et en recherchant les systèmes les plus simples de ces classes, nous pouvons essayer d'étendre la classe des réseaux élémentaires. Du point de vue physique nous pouvons restreindre les investigations à la classe des systèmes passifs constants parce que la cause des variations réside toujours dans une source extérieure d'énergie. Les transistors et les bobinages ferromagnétiques sont en eux-mêmes constants et passifs, mais ne sont pas linéaires. C'est dans l'investigation des petites oscillations, superposées à un état fondamental continu ou alternatif des systèmes non linéaires, que la conception des systèmes linéaires variables ou des systèmes linéaires actifs se présente, mais les systèmes physiques en jeu sont toujours des systèmes passifs constants non linéaires. Un objet de recherches consiste donc à étudier les systèmes passifs constants non linéaires les plus simples, à les considérer comme des éléments de réseaux, et à essayer de développer de cette manière une classe de réseaux élémentaires au moyen desquels un système passif constant quelconque pourrait être réalisé.

Laboratoire de Recherches Philips
Eindhoven, Pays-Bas

B. D. H. Tellegen,
Président de la Sous-Commission VI.2.

juin 1957.

RÉFÉRENCES

1. S. Darlington. — *Trans. Inst. Radio Engrs.* C.T.-2 (1955), p. 291.
2. S. Darlington. — Note 1, p. 294.
3. J. L. Bordewijk. — *Appl. Sci. Res.*, B **6** (1956), p. 1.
4. S. J. Mason. — *Proc. Inst. Radio Engrs.*, **41** (1953), p. 1144 ; **44** (1956), p. 920.

5. S. DARLINGTON. — Note 1, p. 292.

6. Y. OONO, K. YASUURA. — *Mem. Fac. Engng., Kyushu Univ.*, **14** (1954), p. 124 ; also in *Ann. Télécomm.*, **9** (1954), pp. 73, 109, 133.

7. B. D. H. TELLEGEN. — *J. Math. Phys.*, **32** (1953), p. 1.

8. B. MCMILLAN. — *Bell Syst. Tech. J.*, **31** (1952), p. 580.

9. B. D. H. TELLEGEN. — *Philips Res. Rep.*, **4** (1949), p. 31.

10. H. J. CARLIN. — *Proc. Symp. Modern Network Synthesis*, II, Polytechnic Institute Brooklyn, 1956, p. 11.

11. R. BOTT, R. J. DUFFIN. — *J. Appl. Phys.*, **20** (1949), p. 816.

12. B. D. H. TELLEGEN. — *Philips Techn. Rev.*, **18** (1956-57), p. 120.

Sous-Commission VI.3
Antennes et guides d'onde

N° 262. — RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL SUR L'OPTIQUE DES MICRO-ONDES

Première Partie : *Remarques générales sur l'optique des micro-ondes* (Dr Roy C. SPENCER, *Président*).

Deuxième Partie : *Optique des micro-ondes et méthodes de Fourier* (Dr Roy C. SPENCER).

Troisième Partie : *Développements récents de l'optique et des branches associées* (Dr Emil WOLF).

Quatrième Partie : *La notion de bruit en radioélectricité et en optique* [1] (Prof. A. BLANC-LAPIERRE).

Cinquième Partie : *Aspects de la théorie des communications dans ses applications aux circuits, en optique et en radioélectricité* [1] (M. Francis J. ZUCKER).

Première Partie

REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'OPTIQUE DES MICRO-ONDES

(Roy. C. SPENCER, *Président*)

(*Traduction*)

A. — INTRODUCTION

Ce groupe de travail sur l'optique des micro-ondes a été constitué lors de la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. (La Haye, août

[1] Les quatrième et cinquième parties ont été présentées à la Commission VI.1 (Théorie de l'Information).

1954). Rappelons qu'une Sous-Commission VI.*c* sur l'optique des Micro-Ondes avait été formée lors de la Xe Assemblée Générale (Sydney, août 1952). Le rapport de cette Sous-Commission à la XIe Assemblée Générale a été publié dans les Trans. I. R. E. P. G. A. P. (1), à l'exception des articles du Prof. Blanc-Lapierre sur « La Théorie de l'Information et l'Optique » et de MM. A. E. Heins et S. Silver sur « Les Conditions aux Limites et les Théorèmes de la Représentation du Champ, en Théorie de la Diffraction Electromagnétique ».

La référence (1) contient l'historique des réunions consacrées à l'Optique des Micro-ondes jusqu'en 1954, et certains articles de MM. H. Bremmer et E. Wolf. Des tirés à part en sont encore disponibles.

Le groupe de travail a été constitué des membres présents de la Sous-Commission VI.*c* et de M. F. J. Zucker. Sa composition courante est la suivante :

R. C. Spencer (*Président*) : Sylvania Electric Products, Inc. Waltham (Mass.), Etats-Unis.

A. Blanc-Lapierre : Faculté des Sciences d'Alger, Algérie.

H. Bremmer : Société Anonyme Philips, Eindhoven, Pays-Bas.

E. Wolf : Université de Manchester, Manchester, Angleterre (pour l'instant détaché à l'Université de New-York).

F. J. Zucker : U. S. Air Force Cambridge Research Center, Hanscom Field, Bedford (Mass.), Etats-Unis.

B. — Programme

1. — *Plan initial pour la période d'août 1954 à août 1957.*

La réunion du Groupe de travail, tenue le 28 août 1954, a émis les recommandations suivantes :

a) Prolonger de trois ans l'activité du groupe de travail, jusqu'à la XIIe Assemblée Générale.

b) Développer le rapport présenté, et publier les résultats des travaux sous forme d'une monographie intitulée « L'Optique des Micro-ondes et ses Relations dans divers domaines », dans le but de fournir un guide aux ingénieurs et aux physiciens désireux

d'appliquer ces techniques. Les analogies dans les domaines connexes devraient être mises en lumière, ainsi que les limites de validité des techniques précitées.

2. — *Modification au but du groupe de travail.*

D'autres exigences ont retardé la préparation de la monographie au point d'en rendre impossible la publication. En conséquence il a été décidé de tenir à jour la liste des symposia, des articles de revue, etc. commencés dans le rapport précédent et d'y adjoindre des contributions des membres du groupe de travail sur des sujets dont la discussion présente un intérêt particulier.

C. — Optique des Micro-ondes et Domaines Connexes

Ces relations sont illustrées par le diagramme topologique représenté (fig. 1). L'optique des micro-ondes est étroitement associée aux champs physiques de l'optique géométrique et ondulatoire, de la théorie électromagnétique, de la théorie électronique des circuits, de la théorie des communications et de la théorie de l'information. Elle est également en relation intime avec les techniques du calcul opérationnel, soit par l'intermédiaire de l'intégrale de Fourier pour ce qui concerne les diagrammes de diffraction des

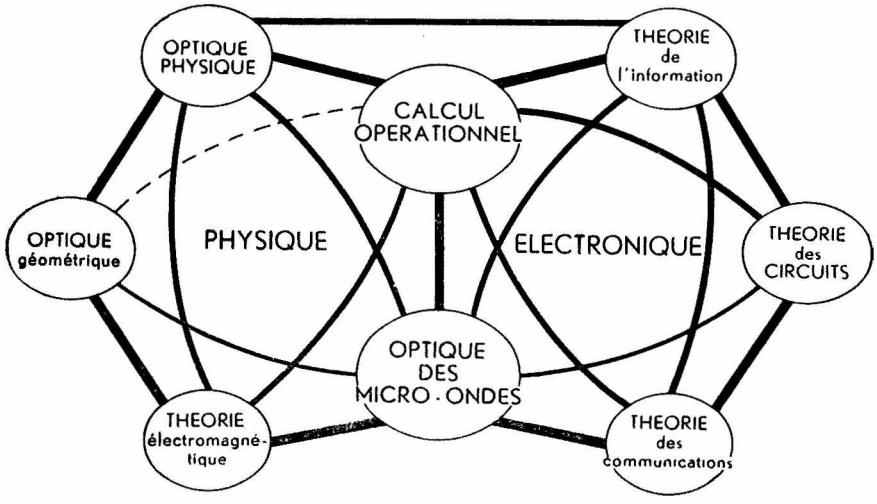


Fig. 1 — Optique des Micro-Ondes et Domaines Connexes.

aériens, soit par l'intermédiaire de l'intégrale de Laplace pour ce qui concerne les transitoires dans les guides d'ondes.

D. — Symposia et Réunions

Les symposia et réunions suivants concernent entièrement ou partiellement l'optique des micro-ondes. Huit des neuf réunions citées ont été tenues depuis la XIe Assemblée Générale.

1. — *Symposium sur l'Optique des Micro-ondes*, Mc Gill, Université Montreal, 22-25 juin 1954.

Ce symposium fut organisé suite à la constitution, en 1952, de la Sous-Commission VIc de l'U.R.S.I.

Le compte rendu en sera publié par le U. S. Air Force Cambridge Research Center, Hanscom Field, Bedford (Mass) Etats-Unis, à la fin de l'automne 1957. Un résumé a été publié par G. Sinclair et S. Silver (Trans. IRE A. P. vol. AP-1, octobre 1953, pages 58-60). D'autres descriptions ont été faites par E. Wolf (*Nature*, 3 octobre 1953) et Morris Kline (Physics Today, mars 1954). Dans la IIe partie de la référence 1, H. Bremmer a donné un aperçu détaillé du Symposium à l'Université Mc Gill. Malheureusement, quelques omissions ont été faites et des erreurs typographiques se sont glissées dans les références.

2. — *Réunion de Florence sur « Les Problèmes de l'Optique Contemporaine »*, 10-15 septembre 1954.

Cette assemblée s'est occupée d'optique classique, d'optiques particulières (y compris celle des micro-ondes) et de la théorie de l'information appliquée à des systèmes optiques. Le compte rendu de la Réunion de Florence a été publié par l'Istitute Nazionale di Ottica (Florence, 1956).

3. — *Symposium de l'Université de Manchester sur l'Optique Astronomique*, 19-22 avril 1955.

Le but de ce symposium était de réunir des spécialistes de l'astronomie optique et de la radioastronomie. Sur des sujets en rapport avec l'Optique des Micro-ondes, plusieurs articles ont été publiés concernant la théorie de la diffraction, la réalisation des antennes, la théorie de l'information. Le compte rendu a été publié en 1956 par la North Holland Publishing Co, Amsterdam et par son agence américaine : Interscience Publishers de New-York.

4. — *Symposium sur la Théorie des Ondes Electromagnétiques*. Université de Michigan 20-25 juin 1955.

Ce symposium organisé sous les auspices de l'Université de Michigan et de la Commission VI de l'U.R.S.I. a envisagé, sur le plan de la recherche, plusieurs sujets dans les domaines de la théorie électromagnétique, de la théorie des antennes et de l'optique des micro-ondes. Un compte rendu en a été publié sous le titre « IRE Transactions on Antennas & Propagation », Edition de juillet 1956, vol. AP-4, n° 3. Actuellement épuisé.

5. — *Colloque de Radioastronomie*, National Electronics Conference, Chicago, octobre 1955.

Ce colloque d'une demi journée a réuni plusieurs participants qui ont examiné différents aspects des recherches en radioastronomie, ainsi que les contributions fournies par l'astronomie optique et la théorie des antennes. Les articles s'y rapportant ont été réunis dans les « Proceedings of the National Electronics Conference » 1955, vol. II, publiés en 1956 par « National Electronics Conference Inc. » Chicago (Illinois), Etats-Unis.

6. — *Colloque International sur la Propagation des Ondes*, 17-21 septembre 1956.

Ce symposium organisé par le Comité National Français de l'U.R.S.I. a considéré tous les aspects du problème de la radiopropagation. Une communication de V. A. Fock sur les travaux russes concernant l'extension de la théorie de la diffraction par une sphère à la diffraction par d'autres surfaces en termes de leur courbure doit être soulignée. Le compte rendu de ce symposium doit paraître à la fois dans « L'Onde Electrique » et dans les « Annales des Télécommunications » au cours du mois de mai 1957.

7. — *Symposium de l'Université Georges Washington sur l'Optique et les Micro-ondes*, novembre 1956.

Symposium d'orientation destiné à réunir les personnes s'intéressant à l'Optique et aux Micro-ondes. Un grand nombre de sujets ont été considérés, comprenant la radiation infra-rouge, la radiation ultra-violette, les réactions à haute température par ondes de choc, les communications entre vaisseaux interplanétaires, la théorie des communications appliquées à la réalisation des systèmes

optiques, la transposition des lentilles optiques aux lentilles pour micro-ondes. L'optique de l'œil humain a été rappelée ; ces travaux concernent en particulier l'effet Stiles-Crawford dans les cônes et les bâtonnets ; des expériences analogues sur 3 cm de longueur d'onde au moyen d'antennes diélectriques à rayonnement axial ont été décrites. Les résumés des articles ont été reproduits dans le programme du Symposium ; cependant, comme la plupart des questions soulevées ont déjà été traitées dans la littérature, aucun projet n'a été fait en vue de la publication des articles.

8. — *Symposium de l'Université de Boston sur la Théorie des Communications et des Antennes*, 9-10-11 janvier 1957.

Cette réunion a été organisée conjointement par le Air Force Research Center et l'Université de Boston. Malgré son caractère général d'orientation, on s'est plus particulièrement attaché à inventorier d'une manière logique les bases mathématiques de la théorie des Communications, ses applications à l'électronique, à la technique des lentilles, à la radioastronomie, aux calculs courants et originaux des antennes.

Par son influence directe et par la publication de ses résultats (par l'Air Force Research Center), ce symposium doit stimuler les prochaines études dans ces domaines.

9. — *Conférence sur « Les Circuits et Antennes en Ultra Haute Fréquence »*, organisée par la Société des Radioélectriciens. Prévue du 21 au 26 octobre 1957 à Paris.

Des articles rentrant dans les catégories générales suivantes ont été sollicités : (pour plus de détails s'adresser 10, avenue Pierre Larousse, Paris-Malakoff, Seine).

1) Théorie des Circuits en relation avec les antennes et les guides d'ondes.
2) Lignes de transmission et guides d'ondes.
3) Pièces détachées pour guides d'ondes.
4) Propriétés et utilisation de matériaux anisotropes (ferrites).
5) Fentes rayonnantes.
6) Antennes à rayonnement axial (« end-fire »).
7) Antennes à fonctions particulières et mesures d'antennes.

E. — Livres nouveaux traitant de l'optique des micro-ondes

F. E. Borgnis et C. H. Papas « Randwertprobleme der Mikrowellenphysik », Berlin 1955.

Max Born et Emil Wolf : « Principes d'Optique » (Théorie Electromagnétique de la Propagation, Interférence et Diffraction de la Lumière). Pergamon Press. Très prochaine publication. Ouvrage basé sur l'« Optique » de Max Born, mais complètement revu et complété.

Nathan Grier Parke III, « Guide to the Literature of Mathematics and Physics ». Seconde Edition. New-York. Dover Publication Inc. 1958.

Ce livre est une revision de la première édition publiée par Mc Graw Hill en 1947 et inclut les ouvrages techniques et scientifiques édités entre 1947 et 1957 (Communication faite avec l'autorisation de l'auteur).

RÉFÉRENCES

1. *Optique des micro-ondes.*

1re partie : Report on Microwaves Optics, R. C. Spencer.

2e partie : Diffraction Problems of Microwave Optics, H. Bremmer.

3e partie : Recent Researches on the Foundations of Geometric Optics and Related Investigations in Electro-magnetic Theory, E. Wolf.

D'après le Rapport de la Commission VIc à la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. (La Haye, 23 août-3 septembre 1954). Publié dans les *Trans. I.R.E. P.G.A.P.*, octobre 1955 (des tirés à part peuvent être obtenus par l'intermédiaire de R. C. Spencer).

Deuxième Partie

OPTIQUE DES MICRO-ONDES ET MÉTHODES DE FOURIER

(Dr Roy C. Spencer)

(*Traduction*)

A. — Introduction

L'intégrale de Fourier est souvent utilisée comme expression approchée de l'intégrale de diffraction rencontrée en optique physique dans des problèmes où les micro-ondes sont diffusées par des objets métalliques ou émises par des systèmes d'antennes

« broadside ». C. J. Bowkamp a publié un article où sont relevées 500 références concernant la période 1940-1954.

B. — Application a la diffusion

L'application de l'optique physique au calcul des sections efficaces de diffusion montre que cette approximation fournit des résultats de précision variable. Ainsi, l'optique physique et l'optique géométrique donnent toutes les deux une approximation correcte de la section efficace de diffusion πR^2 d'une sphère dont le rapport R/λ est très grand. Par contre, l'optique physique ne permet pas d'établir à priori la période et l'amplitude des oscillations autour de la valeur πR^2 quand on fait varier R/λ. Ce phénomène est lui-même causé par des ondes superficielles se propageant autour de la sphère et interférant avec l'onde principale en provenance de la première zone de Fresnel. Dans le cas de la diffusion vers l'arrière par un cône semi-infini d'angle d'ouverture $2\,\theta$ observé suivant l'axe, ces ondes superficielles n'existent pas, et la formule de l'optique physique $\sigma = \lambda^2(\mathrm{tg}^2\theta)/16\pi^2$ obtenu par Spencer (2) fournit des résultats corrects. La précision remarquable de cette formule a été vérifiée expérimentalement par Sletten (3) mais ne fut définitivement admise qu'après des investigations très poussées de Felsen (4), Siegel, Crispin et Schensted (5). Toutefois, il a été constaté que cette formule, correcte pour les ondes électromagnétiques, est erronée pour les ondes acoustiques.

C. — Application aux diagrammes d'antennes

L'intégrale de Fourier fournit généralement de bons résultats dans la détermination des diagrammes de diffraction d'antennes. Son application est particulièrement avantageuse lorsqu'il s'agit de réseaux bidimensionnels à rayonnement latéral, étendus sur plusieurs longueurs d'onde.

L'utilité de l'intégrale de Fourier réside en partie dans le fait qu'elle se prête aisément aux développements en série et s'applique au théorème de convolution. Ces mêmes propriétés sont d'ailleurs caractéristiques d'une classe plus générale d'opérateurs linéaires (6) notamment *a*) la transformation de Laplace lorsque la fonction d'entrée est e^{pt} et *b*) la transformation de Fourier lorsque la fonction d'entrée représente une onde plane de la forme e^{-iux} ou $e^{-i(ux + vy)}$.

La transformation de Laplace est d'utilisation courante dans l'analyse des circuits, mais depuis peu la transformation de Fourier a gagné des suffrages (7). Celle-ci est également très utile dans l'interprétation des spectres de diffraction des Rayons X (8). Si l'attention est attirée sur ces diverses méthodes, c'est qu'il est souvent très utile de procéder par analogie avec les autres domaines de recherche.

L'auteur a analysé de nombreux cas où les techniques de Fourier sont appliquées à l'analyse de diagrammes d'antennes (6, 9, 10).

En général, toute opération courante praticable sur l'intégrale de Fourier $g(u) \supset\!\subset \int f(x)e^{iux}\,dx$, fournit une technique utilisable sous certaines conditions. Parmi ces opérations il convient de mentionner par exemple l'intégration par partie, la différentiation sous le signe intégral, le développement de e^{iux} en série potentielle.

D. — Théorie des communications appliquée à l'étude de l'antenne

Il est bien connu que le diagramme de radiation d'une antenne est la transformée de Fourier de la fonction d'autocorrélation d'ouverture. Cette fonction d'autocorrélation n'est autre que la réponse aux fréquences d'espace de l'antenne ; elle est appelée « fonction de transfert ». Ces fonctions de transfert se combinent par multiplication, elles ont même valeur et même utilité que les fonctions de transfert rencontrées en théorie des communications et des circuits.

De nombreux travaux ont été consacrés en Europe et en Amérique à l'application de la théorie des communications aux systèmes optiques. Ces travaux ont été résumés dans des notes de cours par Edward L. O'Neill (11). Plusieurs études ont été inspirées par des problèmes radioastronomiques, notamment celles d'Arsac (12), Bracewell (13), et Ratcliffe (14). Les références citées illustrent bien les exemples où les méthodes de Fourier ont été appliquées avec succès au domaine des micro-ondes.

RÉFÉRENCES

1. C. J. Bowkamp. — Diffraction Theory, *Rep. Prog. Phys.*, Vol. 17, p. 35, 1954.

2. Roy C. Spencer. — *Back Scattering From Conducting Surfaces*, Report E5070 U. S. Air Force Cambridge Research Laboratories, Hanscom Field, Bedford, Massachusetts, U. S. A., April, 1951 (Revised from

Report WLEC-1, *Back Scattering From Various Shaped Objects*, June 1946).

3. C. J. Sletten. — *Electromagnetic Scattering from Wedges and Cones.* Report E5090, Air Force Cambridge Research Laboratories, Hanscom Field, Bedford, Massachusetts, U. S. A., July 1952.

4. L. B. Felsen. — *Back Scattering from Wide-Angle and Narrow-Angle Cones. Jour. Appl. Phys.*, Vol. 26, p. 138, 1955.

5. K. M. Siegel, J. W. Crispin, C. E. Schemsted. — *Electromagnetic and Acoustical Scattering from a Semi-Infinite Cone. Jour. Appl. Phys.*, Vol. 26, p. 309, 1955.

6. Roy C. Spencer. — *Some Useful Operational and Fourier Techniques.* Cette étude sera publiée dans les Compte Rendus du Symposium McGill.

7. *Transactions of the Institute of Radio Engineers*, Professional Group on Circuit Theory, Vol. CT-2, Sept. 1955. Entièrement consacré aux applications des méthodes de Fourier :

   J. G. Brainerd. — Preface to the Fourier-Integral Papers ; E. A. Guillemin. — The Fourier Integral — A Basic Introduction ; C. H. Page. — Application of the Fourier Integral in Physical Science ; W. E. Bennett. — Application of the Fourier Integral in Circuit Theory and Circuit Problems ; W. R. Linvill, R. E. Scott, E. A. Guillemin. — Evaluation of Fourier Transforms ; Murakami, Mulan S. Corrington. — Applications of the Fourier Integral in the Analysis of Color Television Systems ; K. S. Miller, L. A. Zadek. — Generalized Fourier Integrals.

8. Jurg Waser, Verner Schomaker. — *Fourier Inversion of Diffraction Data. Rev. Mod. Phys.*, Vol. 25, pp. 671-690, July 1953.

9. Roy C. Spencer. — Antennas for Radio Astronomy. *Proceedings of the Manchester Symposium on Astronomical Optics.* See Part I, Sect. D 3.

10. Roy C. Spencer. — *Antenna Scanning Problems in Radio Astronomy*, See Part I, Sect. D 5.

11. Edward L. O'Neill. — *Selected Topics in Optics and Communication Theory.* Notes du cours à l'Université de Boston, Massachusetts, été 1956. S'adresser au Département de Physique de cette Université.

12. Jacques Arsac. — Transmissions des fréquences spatiales dans les systèmes récepteurs d'ondes courtes. *Optica Acta*, Vol. 2, pp. 112-118, 1955. Deux combinaisons interférométriques particulièrement intéressantes (1101 et 1100101) contiennent toutes les fréquences d'espace de 1 à n sans répétition ni omission. Ainsi, en déterminant la fonction d'autocorrélation par multiplication au moyen d'une machine à calculer ordinaire (9, 10) on peut obtenir une série de combinaisons pour les fréquences d'espace.

Cas 1 $1101 \times 1011 = 1113111$

Cas 2 $1100101 \times 1010011 = 1111114111111$

13. R. N. Bracewell. *Australian Journal of Physics* :

(*a*) — , J. A. Roberts. — Aerial Smoothing in *Radio Astronomy*, Vol. 7, n° 4, pp. 615-640, 1954.

(*b*) Correcting for Gaussian Aerial Smoothing, Vol. 8, n° 1, pp. 54-60, 1955.

(*c*) Chord Construction for Correcting Aerial Smoothing, Vol. 8, n° 2, pp. 200-205, 1955.

(*d*) Two-Dimensional Aerial Smoothing in Radio Astronomy, Vol. 9 n° 3, pp. 297-314, 1956.

14. J. A. Ratcliffe. — Some Aspects of Diffraction Theory and Their Applications to the Ionosphere, The Physical Society. *Rep. Prog. Phys.*, Vol. XIX, pp. 188-267, 1956.

Troisième Partie

RÉSUMÉ D'UNE CONFÉRENCE CONSACRÉE AUX PROGRÈS RÉCENTS DE L'OPTIQUE ET DE SES DOMAINES ASSOCIÉS

(*Traduction*)

Le but de cette conférence est de définir quelques-uns des développements les plus intéressants accomplis au cours des dernières années en optique et dans ses domaines associés, progrès qui ont une incidence sur l'optique des micro-ondes.

1. — Systèmes optiques parfaits

Des systèmes optiques donnant une image stigmatique de deux surfaces superposées offrent un intérêt particulier. Les plus connus d'entre eux sont l'œil de poisson de Maxwell et les lentilles de Luneberg. Au cours de ces dernières années G. Toraldo di Francia et R. Stettler ont découvert d'autres systèmes parfaits dont quelques-uns peuvent être considérés comme la généralisation directe des deux systèmes cités.

2. — Théorie géométrique de la diffraction

L'Assemblée générale de La Haye en 1954 a attiré l'attention sur le fait que certaines lois de l'optique géométrique trouvent

leur homologue dans la théorie rigoureuse de la diffraction. Un apport important a été fait dans ce domaine par G. B. Keller qui a formulé une théorie géométrique de la diffraction. Dans cette théorie le concept d'un rayon lumineux diffracté est introduit ; on associe à chaque rayon un champ approprié. La propagation du champ suivant le rayon diffracté obéit aux mêmes lois que celle du champ associé au rayon de l'optique géométrique.

3. — Théorie Scalaire de la diffraction dans la formation des images optiques

Dans un article de grande importance, J. Focke donne une extension rigoureuse au principe de la phase stationnaire dans le cas d'intégrales doubles de la forme rencontrée en théorie scalaire de la diffraction. Par ce moyen Fock a déduit le développement asymptotique complet de ces intégrales en nombres d'onde. Les mêmes résultats ont été retrouvés indépendamment plus tard d'une façon différente par D. S. Jones, M. Kline et N. Chako. Ces résultats donnent une notion claire de la signification des intégrales de diffraction de Debye-Picht et s'appliquent à de nombreux problèmes de diffraction.

Un ancien problème de la théorie scalaire de la diffraction concerne le comportement détaillé de la phase dans le voisinage du plan focal géométrique. Cette question a récemment été résolue par E. H. Linfoot et E. Wolf par une extension de l'analyse classique de Lommel. Les résultats obtenus concordent dans leurs grandes lignes avec les mesures récentes sur 1,25 cm de longueur d'onde par G. Bekefi et M. P. Bachynski. Ces auteurs donnent également des mesures de la distribution de l'énergie électrique dans l'image en présence d'aberrations diverses. Leurs données concordent avec ce que laissait prévoir la Théorie de Zernike-Nijboer.

4. — Diffraction dans les systèmes à large ouverture

Dans les articles récents R. Burtin, B. Richards et E. Wolf et J. Focke traitent de la structure de l'image de diffraction obtenue dans des systèmes à grande ouverture angulaire. Dans de tels cas la théorie scalaire de la diffraction n'est pas applicable et d'autres moyens doivent être utilisés. Ils considèrent aussi bien les images polarisées que celles non polarisées.

5. — Signaux analytiques

La notion de signal analytique introduite en 1946 par D. Gabor joue un rôle de plus en plus important tant en optique que dans la théorie des communications. Cette notion sera définie avec ses références dans la littérature.

6. — Inégalité de réciprocité (relations d'incertitude)

Plusieurs articles ont été publiés concernant la définition de la durée effective Δt d'un signal et de son spectre de fréquence $\Delta\nu$ de telle façon qu'une inégalité rigoureuse de type $\Delta t \Delta\nu \geq a$ (a = constante) soit réalisée. Comme Gabor l'a fait remarquer, le premier, en 1946, la formulation habituelle de cette inégalité n'est pas satisfaisante lorsque le signal est représentable par une fonction réelle. Des progrès récents ont été accomplis par D. Lampard, I. Kay, R. A. Silverman et E. Wolf.

7. — Problèmes de corrélation

L'optique statistique a fait de grands progrès depuis quelques années. Une théorie générale de la cohérence partielle a été établie (P. H. Van Cittert, F. Zernike, H. H. Hopkins, A. Blanc-Lapierre, P. Dumontet, E. Wolf, D. Gabor, H. Gamo). Des applications de cette théorie à des problèmes particuliers ont été faites par J. Dison, S. Slansky, W. H. Steel.

Des techniques similaires ont été récemment utilisées par M. J. Beran dans des problèmes relatifs à la diffusion de radiations par l'ionosphère, les surfaces irrégulières, etc. Il est possible que ces techniques s'appliquent d'une façon générale à de nombreux problèmes ; ceux-ci ont été définis récemment par J. A. Ratcliffe dans « Reports on Progress in Physics », 1956.

8. — Fréquences d'espace et fonctions de réponse

Des progrès rapides ont marqué l'analyse des possibilités de systèmes optiques considérés du point de vue de leur réponse aux fréquences d'espace. Les idées de base, émises par Duffieux, sont complètement analysées. De nombreux chercheurs, notamment A. Blanc-Lapierre, E. H. Linfoot, G. Black, H. H. Hopkins, M. De, E. L. O'Neill, G. B. Parrent, C. J. Drane, et H. Gamo ont

étudié les fonctions de réponse relatives à des illuminations cohérentes ou incohérentes, en présence d'aberrations diverses. Des généralisations intéressantes au cas d'illuminations partiellement cohérentes ont été faites par H. H. Hopkins et P. Dumontet.

Quatrième Partie

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU BRUIT DE FOND EN OPTIQUE COMPARAISON AVEC LE BRUIT EN RADIOÉLECTRICITÉ

(A. Blanc-Lapierre)
Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger

Sommaire. — On compare les propriétés du « bruit de fond optique » correspondant à la granularité des films photographiques à celles du bruit en radioélectricité.

Introduction

De nombreux travaux ont été consacrés à l'application à l'Optique de la Théorie de l'Information (1). Comme en radioélectricité, la capacité d'une voie de transmission optique, c'est-à-dire la quantité d'information maxima qu'elle peut transmettre par seconde pour une surface objet unité, est limitée par un ensemble de causes aléatoires d'imprécision constituant le *bruit optique*. Citons : fluctuations dans l'éclairage de l'objet, fluctuations dues à des diffusions accidentelles de la lumière, fluctuations de transparence des pupilles dues à des imperfections microscopiques, fluctuations photoniques, fluctuations dues à l'appareil d'observation,... Nous considérons un cas particulier : celui où le temps n'intervient pas, l'objet étant fixé et éclairé en lumière monochromatique ; et nous étudions une composante particulière du bruit optique : celle qui provient de la *granularité des films* lorsque l'image est photographiée. Certaines des considérations suivantes ont d'ailleurs une portée beaucoup plus générale : elles valent toutes les fois que l'on considère l'effet d'une transparence plus ou moins irrégulière. La figure (1) en donne deux exemples extrêmes :

a) celui où le plan de transparence irrégulière est le plan d'une pupille diffractant à l'infini (1*a*),

b) celui où il coïncide avec un plan de focalisation (1*b*).

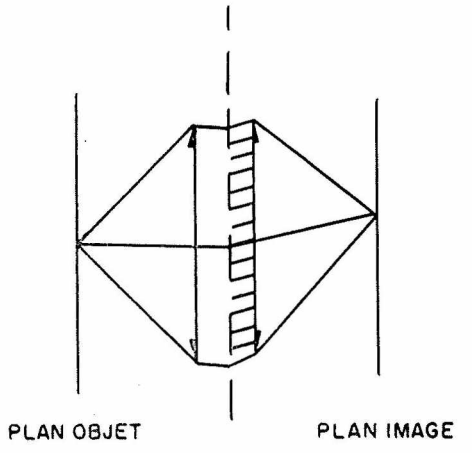


Fig. 1*a*

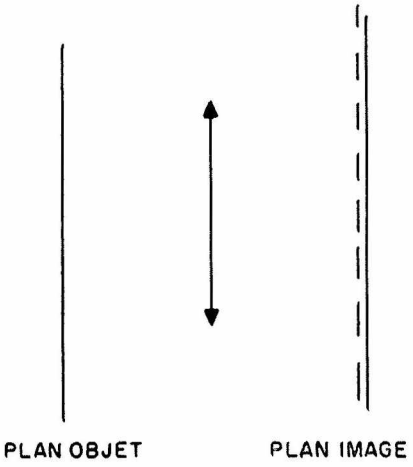


Fig. 1*b*

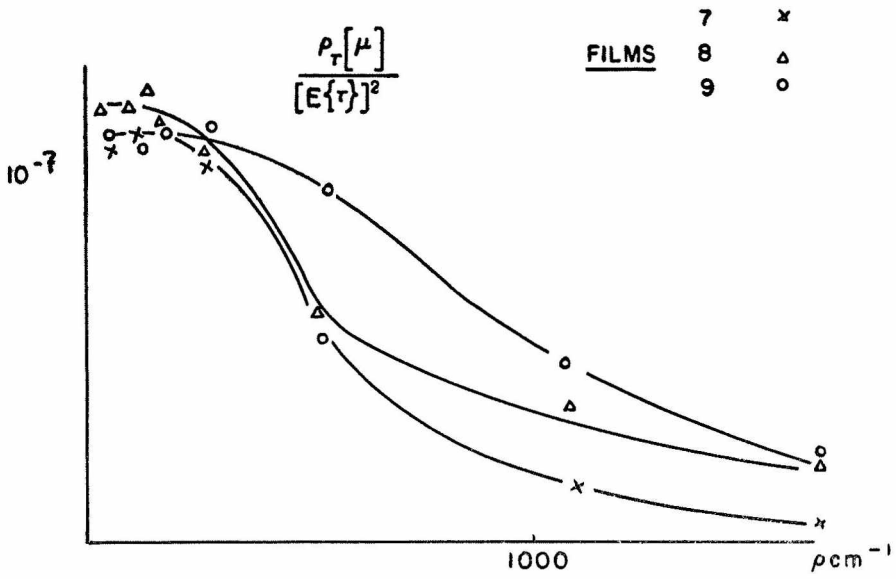


Fig. 2

Dans le premier cas les irrégularités de transparence perturbent le gain du filtre linéaire équivalent au dispositif : avec des conventions convenables, la transformée de Fourier de l'objet est alors

multipliée par la transparence ; dans le deuxième cas, c'est l'objet lui-même qui est multiplié par la transparence.

Il est toujours intéressant de connaître les propriétés statistiques de la transparence aléatoire considérée. Nous allons l'étudier dans le cas du film, avec le souci de comparer le bruit optique correspondant aux bruits de fond classiques en radioélectricité.

A. — Origine physique

1. — *Radioélectricité.*

a) *Effet de grenaille* et *effet d'agitation thermique* (phénomènes microscopiques par rapport aux constantes de temps de nos appareils).

b) *Effets de scintillation* (dont les constantes de temps sont à notre échelle).

2. — *Granularité des Films.*

Elle résulte de la distribution désordonnée de grains d'argent dans la gélatine. Ces grains sont décelables au microscope.

B. — Représentation mathématique et propriétés statistiques

1. — *Une tension de bruit* se présente toujours comme une *fonction aléatoire réelle* $X(t)$ du paramètre temps.

Nous considèrerons *le film* comme un être à deux dimensions. Sa transparence est fonction du point courant M (coordonnées x et y) sur la surface du film. Considérons un film développé après avoir été uniformément impressionné. Relativement à l'ensemble des films « microscopiquement identiques », la transparence est une fonction aléatoire de M.

On aura à considérer soit la transparence complexe $\theta(M)$ *ou transparence en amplitude*, soit la *transparence en intensité* $\tau(M) = |\theta|^2$ fonction réelle de t.

$X(t)$ est une fonction aléatoire stationnaire du temps ; de même, pour un film uniformément impressionné (pas de signal), on peut considérer θ ou τ comme des *fonctions aléatoires stationnaires de M.*

2. — *Propriétés du second ordre.*

Introduisons leurs représentations harmoniques.

$$\theta(M) = \int_{[\vec{\nu}]} e^{2\pi i \vec{\nu} \vec{M}} d\,\Theta[\vec{\nu}] \tag{1}$$

et

$$\tau(M) = \int_{[\vec{\nu}]} e^{2\pi i \vec{\nu} \vec{M}} dT(\vec{\nu}) \tag{2}$$

[$\vec{\nu}$ représente la fréquence (à 2 dimensions ν_1 et ν_2), $d\,\Theta(\vec{\nu})$ et $dT(\vec{\nu})$ les accroissements aléatoires de Θ et T sur deux domaines $d(\vec{\nu})$ du plan des fréquences.]

Le caractère stationnaire entraîne que, pour deux domaines $d(\vec{\nu})$ et $d(\vec{\nu})$ disjoints, on a :

$$E\{ d\theta(\nu) d\Theta^*(\nu') \} = 0 \tag{3}$$

et

$$E\{ dT(\nu) dT^*(\nu') \} = 0 \tag{4}$$

E désignant l'espérance mathématique.

Les *densités spectrales* de θ et τ sont définies par les relations :

$$E\{ |d\Theta(\vec{\nu})|^2 \} = \rho_\theta(\vec{\nu})\, d(\vec{\nu}) \tag{5}$$

et

$$E\{ |dT(\vec{\nu})|^2 \} = \rho_\tau(\vec{\nu})\, d(\vec{\nu}) \tag{6}$$

avec $d(\vec{\nu}) = d\nu_1 . d\nu_2$

Les fonctions de corrélation sont :

$$C_\theta(\vec{M}) = E\{ \theta(\vec{N})\, \theta^*(\vec{N} - \vec{M}) \} = \int_{[\vec{\nu}]} e^{2\pi i \vec{\nu} \vec{M}} \rho_\theta(\vec{\nu})\, d(\vec{\nu}) \tag{7}$$

$$C_\tau(\vec{M}) = E\{ \tau(\vec{N})\, \tau(\vec{N} - \vec{M}) \} = \int_{[\vec{\nu}]} e^{2\pi i \vec{\nu} \vec{M}} \rho_\tau(\vec{\nu})\, d(\vec{\nu}) \tag{8}$$

3. — *Comparons avec le bruit de fond X(t) :*

a) L'effet de grenaille et l'effet d'agitation thermique sont des phénomènes à corrélation microscopique. Leurs spectres sont uniformes (« blancs »). Pour les fréquences radioélectriques la densité spectrale est indépendante de ν.

b) L'effet de scintillation est un phénomène à corrélation macroscopique ; sa densité spectrale varie avec ν. *Il en est de même pour le bruit optique dû à la granularité des films.* Dans la gamme des fréquences spatiales de l'objet transmises par un microscope, $\rho_\theta(\vec{\nu})$ et $\rho_\tau(\vec{\nu})$ varient effectivement avec $\vec{\nu}$.

Pour θ et τ se pose la question de l'*isotropie* qui ne se présentait pas pour X.

Pour les moyennes du second ordre, il y aura isotropie si la fonction de corrélation ne dépend que de $|\vec{M}|$ ou, condition équivalente, si la densité spectrale ρ ne dépend que de $|\vec{\nu}|$. Pour θ, Croce et Mme Marquet (2) ont mis en évidence une certaine anisotropie des émulsions. Par contre, pour τ, on n'a pas signalé d'anisotropie bien marquée et les auteurs considèrent en général τ comme isotrope. C'est ce que nous ferons. Posons $|\vec{M}| = r$ et $|\vec{\nu}| \mu$; $rC_\tau(r)$ et $\mu\rho_\tau(\mu)$ sont alors transformées de Hankel l'un de l'autre. Le caractère isotrope de τ (M) pose quelques problèmes particuliers qui ont été étudiés notamment dans un travail récent de P. Faure (3).

c) Relativement à la forme mathématique des fonctions $C_\tau(r)$ on peut dire ce qui suit : la classe φ_2 des fonctions de corrélation $C_2(r)$ des fonctions aléatoires réelles X(M), stationnaires et isotropes, à deux dimensions, est plus restreinte que la classe φ_1 des fonctions de corrélation $C_1(|X|)$ de fonctions aléatoires stationnaires $X(x)$. Naturellement toute fonction de φ_2 appartient à C_1 puisque $C_2(|x|)$ est la fonction de corrélation de $X(x)$ (x et y sont les coordonnées de M) ; mais la réciproque n'est pas vraie.

Exemple : $(1 - x^2)/(1 + x^2)^2$ appartient à φ_1 (densité spectrale : $2\pi^2|\nu|e^{-2\pi|\nu|}$) mais $(1 - r^2)/(1 + r^2)^2$ n'appartient pas à φ_2.

d) L'étude expérimentale du spectre de τ(M) pose le problème suivant : supposons que nous ayons *exploré expérimentalement* la trace d'une fonction aléatoire réelle stationnaire et isotrope X(M) sur l'axe des x, c'est-à-dire que nous ayons exploré $X(x)$. Soient $C_1(x)$ et $\rho_1(\nu)$ la fonction de corrélation et la densité spectrale de $X(x)$. A cause de l'isotropie, l'une ou l'autre de ces fonctions, pour la fonction d'une variable $X(x)$, détermine la fonction de corrélation C_X et la densité spectrale ρ_X de la fonction à deux

variables X(M). Si l'on travaille sur les fonctions de corrélation, on a évidemment :

$$C_X(r) = C_1(r) \tag{9}$$

Si on travaille sur les spectres, on a (4) (3) :

$$\rho_X(\mu) = -\frac{1}{\pi}\int_{\mu}^{\infty} \frac{d}{du}\{\rho_1(u^2)\}\frac{du}{\sqrt{\mu^2 - \mu^2}} \tag{10}$$

e) Fonctions de Distribution. — Ce qui précède n'intéresse que les propriétés du second ordre. En radioélectricité, on sait que, dans tous les cas correspondant à des ordres de grandeur pratiques, $X(t)$ est une fonction *aléatoire stationnaire laplacienne* (5) ; t_1, t_2, ... t_K étant des instants quelconques, en nombre K quelconque, l'ensemble des variables aléatoires $X(t_1)$, $X(t_2)$, ... $X(t_K)$ obéit à une loi de Laplace-Gauss à K variables. Il ne semble pas qu'on soit, à l'heure actuelle, fixé de façon précise sur les propriétés des fonctions de distribution associées à θ (M) ou à τ (M). On ne trouve pas, à ma connaissance, dans la littérature, de renseignements à ce sujet sur θ (M). Certains auteurs semblent admettre que, pour *un* point M_1, $\tau(M_1)$ serait approximativement gaussien autour de E $[\tau(M)]$

C. — Méthodes de mesure des propriétés spectrales

En radioélectricité, on utilise généralement des circuits à haute sélectivité pour déterminer la densité spectrale $\rho(\nu)$ ou, plus rarement, des appareils fournissant la fonction de corrélation.

Pour la granularité des films, il faut distinguer entre les méthodes qui gardent au problème son *aspect purement spatial*, c'est-à-dire qui ne font pas intervenir le temps et celles qui consistent à *explorer le plan des M sur une courbe M(t) décrite en fonction du temps suivant une cinématique donnée.* On est alors ramené à l'étude spectrale d'une fonction aléatoire du temps.

1. — *Méthodes purement spatiales.*

a) Détermination de la densité spectrale ρ_θ. — Croce et Mme Marquet (2) effectuent l'analyse harmonique optiquement : le film à étudier est placé au voisinage d'un objectif formant l'image d'un point source éclairé en lumière monochromatique. La distribution d'intensité dans le plan image donne $\rho_\theta[\vec{\nu}]$

b) *Détermination de la fonction de corrélation* C_τ. — Fellgett (6) a indiqué le principe d'un appareil qui, par intégration photoélectrique, fournit, pour une surface S du film, la moyenne spatiale :

$$\frac{1}{S}\iint_{(S)} \tau(\vec{N}) \quad \tau(\vec{N} - \vec{M}) \quad d(\vec{N}) \tag{11}$$

Pour S assez grand, cette moyenne est une bonne évaluation de C. Il suffit d'organiser les choses pour que le film soit éclairé uniformément et que chaque rayon lumineux le traverse deux fois en deux points a et b tels que $\vec{ab} = \vec{M}$. Le flux total transmis donne l'intégrale contenue dans (11). H. Zweig (7) signale qu'il a effectué des déterminations de fonction de corrélation et obtenu des spectres à partir de cette dernière.

2. — *Méthodes introduisant le Temps.*

Elles ont été utilisées pour $\tau(M)$. On analyse le spectre de la fonction aléatoire $F(t) = \tau[M(t)]$ obtenue en décrivant la courbe $M = M(t)$ sur le film. Naturellement, il faut faire une correction due au fait que la tâche exploratrice n'est pas ponctuelle. P. Faure (8) a montré que $F(t)$ n'était une fonction aléatoire stationnaire de t que si on utilisait un balayage rectiligne ou un balayage circulaire l'un et l'autre à vitesse constante. Dans le premier cas, on obtient, par exemple, la densité spectrale de $\tau(x)$, on en tire $\rho_\tau(\mu)$ par la relation (10). L'étude des corrélations sur un cercle de rayon R, c'est-à-dire l'étude des corrélations de la fonction périodique $F(s)$ où s est l'abscisse curviligne sur ce cercle ne peut fournir $C_\tau(r)$ que pour $0 \leq r \leq 2R$, mais, si R est assez grand, cela n'est pas très grave. On trouve dans (8) des renseignements sur cette question. B. Picinbono et M. Savelli (9) (10) ont utilisé un balayage rectiligne pour l'étude du spectre de films Super XX. La figure (2), extraite de (10), donne des densités spectrales ainsi obtenues.

Remarque : Quelle relation y-a-t-il entre ρ_θ et ρ_τ ? Cette question est analogue à la suivante : quelle relation y-a-t-il entre les spectres avant et après détection ? On ne peut répondre si on ne connaît que les propriétés du second ordre de ρ_θ. En radioélectricité ces problèmes sont solubles parce qu'on sait que $X(t)$ est gaussien. Nos connaissances sur la granularité ne sont pas aussi avancées.

D. — Modèles statistiques

On peut interpréter les propriétés du bruit de fond en utilisant un modèle statistique constitué par une suite d'impulsions très brèves réparties dans le temps suivant une distribution de Poisson (11). Pour la granularité on a proposé de nombreux modèles. Tous sont encore assez grossiers. Signalons deux modèles qui, tout en restant mathématiquement assez simples, paraissent assez souples pour interpréter un certain nombre de propriétés de diverses transparences aléatoires. B. Picinbono (12) considère des cercles opaques distribués sur un fond transparent, les centres M_j de ces cercles D_j constituant dans le plan une distribution de Poisson uniforme de densité d, les rayons étant des variables aléatoires R de mêmes lois, indépendantes entre elles et indépendantes de la position des centres. M. Savelli (13) développe un modèle dérivé du précédent, mais assoupli par le fait qu'il attribue à chaque cercle une transparence non nulle, ce qui permet de tenir compte de recouvrements. Il suppose que la transparence T(M) en un point M du film vaut h_1 si M n'est recouvert par aucun cercle C_j, et $h_1 h_2^n$ si M est recouvert par n cercles C_j. Bien qu'imparfaits et assez loin de la réalité physique fine, ces deux modèles permettent d'interpréter un certain nombre de propriétés spectrales révélées par l'expérience.

BIBLIOGRAPHIE

1. A. Blanc-Lapierre. — *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 13 (1953) ; *Optica Acta*, Vol. 2 (1955).
2. P. Croce, Mme Marquet. — *Optica Acta*, Vol. 2 (1955), 107-108.
3. P. Faure. — *Comptes Rendus*, 244 (1957), 842.
4. A. Blanc-Lapierre, B. Picinbono, M. Savelli. — *Astronomical Optics* and *Related Subjects*, Symposium de Manchester (1955), North Holland Pub. Co., Amsterdam (1956), p. 32.
5. A. Blanc-Lapierre, R. Fortet. — *Théorie des Fonctions Aléatoires*, p. 473, Masson (1953).
6. P. Fellgett. — *J. Opt. Soc. Am.*, 43 (1953), 271.
7. H. Zweig. — *J. Opt. Soc. Am.*, 45 (1954), 410.
8. P. Faure. — *Comptes Rendus*, 244 (1957), 871.
9. B. Picinbono, M. Savelli. — *Optica Acta*, Vol. 2 (1955), 106-107.
10. M. Savelli. — *Comptes Rendus*, 244 (1957), 871.
11. A. Blanc-Lapierre, R. Fortet. — *Théorie des Fonctions Aléatoires*, Masson (1953), p. 143.

12. B. Picinbono. — *Comptes Rendus*, 240 (1955), 2206.

13. M. Savelli. — *Comptes Rendus*, 244 (1957), Séance du 11 mars 1957.

N. B. — Signalons également les sources suivantes de documentation.

E. W. H. Selwyn. — *Phot. Journ.*, 75 (1935), 571.

L. A. Jones, G. C. Higgins. — *J. Opt. Soc. Am.*, 35 (1945), 435 ; 36 (1946), 203 ; 37 (1947), 217 ; 38 (1948), 398.

R. Delot. — *Mem. Soc. Royale des Sciences de Liège*, t. X, fasc. IV (1950).

Cinquième Partie

PARALLÈLE ENTRE LES APPLICATIONS DE LA THÉORIE DES COMMUNICATIONS A LA RADIO, L'OPTIQUE ET LA TECHNIQUE DES CIRCUITS

(F. J. Zucker)

Air Force Cambridge Research Center - Bedford, Massachusetts

(*Traduction*)

Considérations sur les différences entre les filtres de temps unidimensionnels (réseaux), les filtres d'espace bidimensionnels (optiques) et les filtres d'espace et de temps tri ou multidimensionnels (antennes)

Les notes qui suivent répondent à une suggestion du Dr S. Silver parue dans le rapport nº 2 du Groupe d'Étude de l'Optique des Micro-ondes (21 mai 1957) et qui proposait l'établissement d'un rapport pouvant servir de base à la discussion des analogies entre l'optique proprement dite et l'optique des micro-ondes. La question devait être discutée à Boulder. Ce qui suit n'est pas une étude systématique du sujet et ne tend qu'à fournir quelques données typiquement utilisables.

Une étude comparative des diverses techniques relevant de la théorie des communications semble devoir être fructueuse depuis que ces techniques sont appliquées dans le domaine des antennes. La littérature fournit de nombreux exemples ou sont discutées les différences caractéristiques entre « filtres de temps » et « filtres d'espace » (c'est-à-dire des filtres qui sélectionnent les fréquences dans le temps tandis que les seconds opèrent par sélection des fréquences spatiales).

Actuellement une troisième espèce de filtre doit être considérée : le filtre d'espace-temps représenté notamment par une antenne. En effet, la courbe de réponse d'une antenne présente deux caractères, l'un relatif à l'espace (diagramme de directivité), l'autre relatif à la fréquence (facteur Q du circuit). Une autre différence d'ordre dimensionnel existe également entre les antennes, les réseaux (unidimensionnels) et les filtres optiques (bidimensionnels). Ceci s'applique au moins dans le cas des antennes de radar : une image de radar donne la distance d'un objectif en plus de sa position, ce qui constitue une information à trois dimensions. Si la variation de l'image en fonction du temps a de l'importance, le système est quadridimensionnel. Envisagés sous l'angle « filtre », certains radars faisant usage de l'effet Doppler peuvent être considérés comme d'un ordre dimensionnel encore supérieur.

En dépit de débuts prometteurs, le Symposium de l'A.F.C.R.C. à l'Université de Boston sur la théorie des Communications et les Antennes n'a pas pu définir le domaine complet d'application des différents systèmes d'antennes. Des résultats concrets n'ont été obtenus qu'en ce qui concerne la radioastronomie, domaine connexe des systèmes optiques. Tout reste encore à faire dans l'application de la théorie des communications aux filtres d'espace-temps. Les points communs entre réseaux, systèmes optiques et antennes sont relevés dans les notes qui suivent :

1) Comparaisons relatives à la propriété de « glissements » des systèmes linéaires.

2) Comparaisons relatives à la nature d'un signal dans le temps et dans l'espace.

3) Comparaisons relatives à la nature du bruit.

4) Comparaisons relatives à la question de la cohérence.

5) Comparaisons en rapport avec les relations d'incertitude.

Cette liste est évidemment incomplète et pourrait être dressée autrement. Les discussions qui suivent sont schématiques, sauf en ce qui concerne le paragraphe I. Plusieurs des points traités sont discutés dans la littérature. D'intéressantes références peuvent être trouvées dans un article de Kohlenberg et Cheatham (Convention Record of the I. R. E. 1954).

1. — *Comparaisons relatives à la propriété de « glissement » des systèmes linéaires.*

Une caractéristique linéaire implique superposition et proportionnalité ; le signal de sortie $fo(x)$ peut être représenté sous la forme d'une intégrale de superposition.

$$f_0(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(\xi, x) f_i(\xi) d\xi \qquad (1)$$

dans laquelle $f_i(x)$ représente le signal d'entrée et $h\ (\xi, x)$ la réponse du système en régime impulsionnel.

Si, en plus de la condition de linéarité, la propriété de glissement

$$f_i(x + \bar{x}) \rightarrow f_0(x + \bar{x}) \qquad (2)$$

est vérifiée, on peut alors écrire la relation (1) sous forme de convolution :

$$f_0(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(\xi - x)\, f_i\,(\xi)\, d\xi \qquad (3)$$

Si toutes les fonctions impliquées admettent une transformée de Fourier. l'éq. 3 peut être mise sous la forme bien connue :

$$\mathrm{F}_0(x) = \mathrm{H}(x)\, \mathrm{F}_i(x) \qquad (4)$$

où $\mathrm{H}(x)$ est la « fonction de transfert » du système linéaire (les lettres capitales désignant les transformées de Fourier des fonctions correspondantes).

Si les signaux d'entrée et de sortie sont des fonctions aléatoires, non transformables, au sens de Fourier, mais spécifiées par leurs spectre de puissance, une équation analogue à (4), comprenant également la fonction de transfert du système, peut être établie.

Le point à souligner ici est qu'un système linéaire ne peut pas être décrit uniquement par une fonction de transfert si l'on ne tient pas compte de la propriété de glissement (éq. 2). Cette propriété implique que si le signal d'entrée se présente pour x_0 et le signal de sortie pour $x_0 + \bar{x}$, un signal d'entrée se présentant pour x'_0 sera suivi d'un signal de sortie décalé du même intervalle $\bar{x}$ (spatial ou temporel). Dans le cas des réseaux, de tels systèmes sont dits « stationnaires ».

Comment peut-on comparer les réseaux, les systèmes optiques, et les antennes, du point de vue de la « propriété de glissement » ?

Les remarques qui suivent sont tirées des « Summary Comments » des Compte-rendus du Symposium sur la Théorie de la Communication et des Antennes.

Dans un réseau, les paramètres du système « boîte close » sont généralement stationnaires dans le temps, c'est-à-dire que la propriété de glissement est vérifiée et qu'en conséquence on peut définir une fonction de transfert unique. Une importante exception, les circuits « en régime variable » discutés par Zadeh et autres, ne vérifient pas la propriété de glissement et par conséquent ne sont pas représentables par (4).

Dans un système optique, chaque point de l'espace objet correspond à une borne d'entrée d'un système linéaire, tandis que chaque point de l'espace image correspond à une borne de sortie. Comme l'image et l'objet sont distribués dans l'espace, chaque système optique possède un nombre infini de bornes d'entrée et de sortie : chaque paire image-objet constitue un système linéaire à coefficients constants, parce que les équations de Maxwell qui régissent le système sont elles-mêmes linéaires (excepté dans le cas secondaire où les paramètres sont fonctions de l'intensité de champ). Les coefficients constants dépendent cependant de la position spatiale de la paire image-objet. Par conséquent, l'ensemble des « boîtes closes » connectant chaque point objet au point image correspondant est caractérisé par un ensemble de réponses impulsionnelles telles que $h(\xi, x) = h(\xi - x)$. Si un point objet glisse d'une quantité $\bar{x}$, la réponse impulsionnelle correspondante dépendra non seulement de $\bar{x}$ mais également de la position première du point objet. Cette propriété coïncide avec ce que nous appelons généralement les « aberrations optiques ». Dans le cas optique général, la propriété de glissement n'est pas vérifiée et la transformation de Fourier (4) n'est pas applicable.

Si les aberrations varient assez lentement lors de l'exploration d'un objet d'étendue restreinte, la réponse à l'entrée du système demeure raisonnablement constante dans une région limitée de l'espace et la propriété de glissement peut être considérée comme vérifiée en première approximation.

Dumonted, dans un article des *Optica Acta* (2 : 53-1955), examine les limites dans lesquelles cette approximation est acceptable. Linfoot et Fellgett (*Royal Soc. Lond. Phil. Trans*, 331 : 247, 1955) établissent une fonction de transfert valable pour chacune des

régions limitées dont il est question, de façon à ce que l'équation (2) soit vérifiée dans chacune d'elles. Nous en conclurons donc que, dans des systèmes optiques, l'Eq. (4) n'est valable que dans un nombre limité bien qu'important de cas.

Au contraire, dans le domaine des antennes la situation est plus favorable ; la propriété de glissement, et par conséquent l'équation (4) est d'application dans la majorité des cas. Notons qu'une antenne n'a pas d'espace image, sauf en cas de balayage. Dans les conditions statiques, un système d'antennes satisfait automatiquement à la relation de glissement spatial (et est également stationnaire dans le temps pour autant que les conditions de propagation soient invariables. Lorsque l'antenne balaye, les tensions de sortie engendrent une image spatiale. Le balayage à deux aspects fondamentaux : ou bien le diagramme primaire seul est rendu mobile, ou bien toute l'antenne est mise en mouvement. (Dans le cas qui nous occupe, un balayage électronique est à classer dans la première catégorie). Si l'excitation seule est variable, nous rencontrons une situation très semblable à celle de l'optique, exception faite des aberrations qui sont moins importantes pour les micro-ondes que pour leurs homologues optiques (ouvertures plus petites comparativement à la longueur d'onde). Elles varient également moins vite avec le déplacement. En conséquent, la propriété de « glissement » est vérifiée.

D'un autre côté, si l'excitation est invariable et si tout l'ensemble de l'antenne participe au balayage, on a affaire alors à une seule paire image-objet ; les constantes physiques de la « boîte close » sont invariables et une fonction de transfert unique est à considérer. La transformation de Fourier s'applique alors sans approximation (Eq. 4). Notons qu'il est sans importance d'obtenir le balayage par déplacement linéaire (image du sol) ou par rotation (en répérage) tant que la distance entre antenne et plan ou sphère objet reste invariable.

2. — *Comparaison relative à la nature du signal en fonction du temps et de l'espace.*

2.1. *Asymétrie des fonctions du Temps.* — Le signal de sortie dépend seulement des valeurs antérieures du signal d'entrée. On peut déterminer les restrictions affectant la synthèse des filtres de Temps en imposant une valeur nulle à la réponse impulsionnelle $h(t)$ pour $t = 0$.

Par exemple : le spectre d'un signal dépendant du temps doit être traitable par l'équation de Wiener-Hopf lorsqu'on étudie un filtre linéaire de temps. Cette restriction n'existe pas dans le cas des signaux d'espace (objets).

2.2. *Erreur minimum due au bruit.* — Un réseau peut être réalisé de telle sorte qu'il reproduise un message avec un certain délai. L'erreur due au bruit est inversement proportionnelle à la longueur de ce délai. En optique et dans l'aspect spatial des antennes le délai n'intervient pas ; l'erreur minimum est une quantité bien déterminée correspondant à l'erreur inévitable pour un délai infini dans les réseaux.

2.3. *Signification physique du plan des fréquences.* — Dans la théorie des réseaux, la fréquence est considérée comme un concept purement mathématique. Dans certains systèmes spatiaux, il existe un plan physique des fréquences (systèmes cohérents, monochromatiques, pour lesquels la distribution d'ouverture est décrite avec précision par la transformation de Fourier de l'image).

En conséquence de la réalité physique d'un plan de fréquence, les filtres optiques cohérents sont plus faciles à construire que les filtres de réseaux ; les contours nets sont naturels en optique, et les filtres optiques sont essentiellement des filtres de bande du fait que le plan physique des fréquences est borné par une ouverture matérielle.

2.4. *Nature réelle ou complexe du signal d'entrée.* — Les signaux dépendant uniquement du temps sont toujours réels. Dans les systèmes optiques incohérents, $h(xy) > 0$, c'est-à-dire que la composante à fréquence nulle est toujours transmise (sévères restrictions imposées à la synthèse des filtres).

Dans les systèmes optiques cohérents, le signal d'entrée peut être complexe. Par exemple, un microscope à contraste de phase peut être considéré comme réalisant la partie imaginaire d'un objet visible.

Quand l'élément temps est introduit dans un système spatial, le signal d'entrée doit pouvoir être exprimé en quantités mesurables. Comme l'a montré Wolf, les signaux optiques ne peuvent être mis sous la forme $F_i(t)$, parce que seules peuvent être mesurées des valeurs moyennes sur des intervalles beaucoup plus grands que $1/\nu$.

Ceci s'applique également au radar, avec une restriction supplémentaire du fait que les intervalles de temps doivent être petits relativement au quotient de la plus courte distance d'une cible à mouvement détectable, par la vitesse de déplacement de cette cible.

3. — *Comparaison relative à la nature du bruit.*

Le Prof. Blanc-Lapierre a annoncé un article s'y rapportant. La discussion peut être centrée sur les points suivants :

a) Bruit additif (cas général dans les réseaux).

b) Le bruit et le signal d'entrée s'excluent mutuellement (objet sur fond optique à haut niveau de bruit).

c) Bruit modulé. — Le bruit représentant la granularité des films par exemple est une modulation produite par le grain considéré comme porteur de bruit.

La discussion pourrait également être centrée sur les formes typiques de bruit rencontrées dans les réseaux, en optique et dans la technique des antennes.

4. — *Comparaison relative aux questions de cohérences.*

Le Dr Wolf a promis un résumé traitant ce sujet (cf. rapport nº 2 du Groupe d'Etude de l'Optique des micro-ondes).

A cette époque d'antennes diversifiées en fréquence et dans l'espace, les fluctuations d'intensité et de cohérence dans les champs polychromatiques sont devenues des centres d'intérêt pratique. Dans le cas d'une antenne, il est utile d'établir une distinction entre cohérences dans le temps et dans l'espace. Un dipôle illuminé par une source importante constituée par des émetteurs à phase erratique a une caractéristique de réception incohérente du fait d'un processus d'intégration dans le temps. Le même phénomène est moins bien défini en ce qui concerne l'intégration dans l'espace. Considérons un terrain irrégulier illuminé par le dessus, ou une plaque de verre illuminée par l'arrière. Un sondage par dipôle du champ de ce diffuseur supposé distribué suivant Rayleigh ne donnera pas une réception incohérente (même si le signal de sortie est intégré dans le temps). Ce que l'on désire est une large ouverture de réception (miroir). Celle-ci adoucit la distribution de Rayleigh et provoque une incohérence d'espace.

5. — *Comparaison se rapportant aux relations d'incertitude.*

a) *Réseaux* : Gabor a discuté une relation d'incertitude applicable aux réseaux et de la forme $\Delta t \ \Delta\nu > p$, où Δt est le temps de cohérence, $\Delta\nu$ la bande passante effective et p une constante de l'ordre de l'unité.

b) *Optique* : Dans un très récent article, Wolf a examiné les conditions exactes où l'inégalité de Gabor est applicable. Il a étendu cette inégalité à l'optique en définissant Δt en termes de fonction d'autocorrélation du signal d'entrée, et $\Delta\nu$ en termes du spectre d'émission. Ces deux fonctions ont la propriété d'être directement mesurables en optiques.

c) *Radar* : Siebert a traité des relations d'incertitude dans la théorie du Radar (Trans. of the IRE Professional Group on Information Theory, Oct. 56). De plus amples informations dans ce domaine sont nécessaires avant de pouvoir en faire une étude complète.

Collaboration avec le C. C. I. R.

L'Assemblée Plénière du C.C.I.R. tenue à Varsovie en 1956 a sollicité la collaboration de l'U.R.S.I. pour les sujets énumérés ci-dessous qui intéressent les activités de la Commission VI.

Rapport n° 46. — Variation dans le temps du champ de l'onde du sol.

Question n° 125 (II). — Sensibilité utilisable des récepteurs soumis à des brouillages de caractère quasi-impulsif.

Question n° 137 (V). — Mesures de champ au voisinage d'obstacles.

Programme d'Etudes n° 86 (III). — Théorie des Communications.

L'Assemblée Plénière a attiré l'attention de la Commission sur les sujets suivants :

Avis n° 165. — Théorie des Communications.

Avis n° 166. — Unité de quantité d'information.

Question n° 133 (III). — Théorie des Communications.

Ces sujets ont été publiés dans le *Bulletin d'Information*, n° 100, (novembre-décembre 1956).

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 195. — Rapport du Comité National à la Commission VI

(*Traduction*)

Les milieux scientifiques allemands qui étudient les problèmes proposés par la Commission VI de l'U.R.S.I. sont pour la plupart en relation mutuelle par l'intermédiaire de la « Nachrichtentechnische Gesellschaft » (NTG), affiliée à la « Verband Deutscher Elektrotechniker » (VDE). Une coopération étroite existe entre les groupes professionnels de la NTG et du Comité National Allemand de l'U.R.S.I. au sujet de la théorie de l'information et des systèmes de communication, des réseaux linéaires et non linéaires, des micro-ondes, et des antennes. Ce contact étroit est rendu possible par le fait que pratiquement tous les membres allemands de la Commission VI sont membres de la NTG. Plusieurs réunions des groupes de la NTG ont été tenues sur les sujets qui intéressent la Commission VI de l'U.R.S.I., notamment sur le « bruit » (Munich, avril 1955), sur la « synthèse des réseaux » (Stuttgart, avril 1956), sur les « contributions à la théorie des signaux » (Francfort-Main, sept. 1956). A ces réunions, des communications ont été présentées et discutées sur les progrès accomplis dans ces domaines.

Dans ce qui suit, les recherches effectuées en Allemagne sur les sujets en relation avec le programme de la Commission VI sont résumées en fonction des publications de la période 1954-1956. Les résultats obtenus sont indiqués séparément pour les trois Sous-Commissions.

I. — Théorie de la communication et de l'information

A. *Théorie de l'information et analyse du langage.* — La fréquence des lettres, des groupes de lettres et des syllabes de textes écrits allemands a servi à déterminer leur entropie par une méthode

limite. Des valeurs de 1,6 hartley/lettre, ou de 1,3 hartley/lettre, en tenant compte des intervalles entre les mots, ont été obtenues. Ces résultats sont en accord convenable avec ceux qui ont été trouvés par Shannon pour l'anglais écrit. La vitesse de transmission de l'information et l'entropie de textes parlés ont également été estimés. Compte tenu du ton, du volume sonore et du timbre, des valeurs comprises entre 24 et 54 hartleys/sec pour la vitesse de transmission, et entre 4.0 et 2.2 hartleys/lettre pour l'entropie totale ont été trouvées. Ces valeurs dépendent fortement de la vitesse d'élocution (1). Par des méthodes statistiques, consistant par exemple à étudier la distribution statistique des sons aux syllabes, des syllabes aux mots, etc., dans 11 langues européennes et extra-européennes, une loi mathématique de la formation du mot a été développée. Comme autre résultat de ces études, il fut trouvé que chaque langue et chaque auteur présentent des caractères spécifiques, lesquels peuvent être déterminés à partir de la distribution statistique (2).

Deux autres contributions traitent du contenu d'information des sons bruyants (3) et de la détermination de la fraction redondante dans le langage commun non codé (4). Dans (3), il est observé que l'intelligibilité du logatome n'augmente pas sensiblement quand la bande de fréquence sonore est élargie au-dessus de 4,5 kc/s. La région de cette bande au-dessus de 4,5 kc/s, qui comprend exclusivement le spectre du bruit a donc un caractère redondant pour ce qui concerne l'intelligibilité. Les sons bruyants peuvent même être distingués comme tels, si de petites régions de leur spectre continu s'étendant jusque 15 kc/s sont transmises.

Les diagrammes en « visible speech » ont montré que la fraction redondante prend à peu près la moitié du temps de transmission d'un texte parlé. Les pauses entre mots individuels et sons du discours doivent naturellement être exceptées. Il doit donc être possible de trouver une méthode convenable pour réduire la largeur de bande d'un canal parlé à la moitié de sa valeur précédente (4).

Des expériences dans le but de trouver des méthodes télégraphiques pour transmettre les sons du discours de manière à réduire la capacité d'un canal nécessaire à la transmission de la parole ont montré qu'il est impossible de composer un langage intelligible à partir d'éléments sonores. Une expérience fructueuse pour construire synthétiquement des mots à partir de groupes de sons

a prouvé que la transmission des transitions sonores est essentielle pour l'intelligibilité des syllabes (5).

Un système comprenant un limiteur d'amplitude a été étudié dans le but d'améliorer le rapport signal-bruit des transmissions parlées. La bande de fréquences vocales est subdivisée en spectres partiels, de telle sorte qu'après distorsion et limitation d'amplitude, les produits de distorsion non linéaire sont supprimés. Une nouvelle technique de contrôle pour combiner les spectres partiels dans le récepteur a été développée de manière à ce que le spectre à la sortie corresponde approximativement au spectre à l'entrée (6).

1. K. Küpfmüller. — Die Entropie der deutschen Sprache. *Fernmeldetech. Z.*, **7** (1954), 265-272.
2. W. Fucks. — Die mathematischen Gesetze der Bildung von Sprachelementen aus ihren Bestandteilen, Theorie der Wortbildung aus Silben und der Silbenbildung aus Lauten, *Nachrichtentechn. Fachber.*, Band 3 (1956), 7-21.
3. F. Enkel. — Ueber den Informationsgehalt der Geräuschlaute. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 493-498.
4. W. Endres. — Ueber die Grösse des « weitschweifigen » Anteils in der Sprache und seine Bedeutung für den Fernsprechweitverkehr. *Fernmeldetech. Z.*, **8** (1955), 89-93.
5. K. Küpfmüller, O. Warns. — Sprachsynthese aus Lauten, *Nachrichtentech. Fachber.*, Band 3, 28-31.
6. H. Schneider. — Die Verständlichkeit amplitudenbegrenzter Sprache, *Frequenz*, **10** (1956), 97-106, 152-161.

B. — D'autres activités relatives à la théorie de l'information sont résumées dans la liste de références suivante :

7. P. Neidhardt. — Methoden der Redundanzminderung im Fernsehen. *Nachrichtentechn.*, **4** (1954), 254-258, 305-309.
8. P. Neidhardt. — Der Begriff des Wirkungsgrades in der Informationstheorie. *Elektron. Rundschau*, **10** (1956), 15-19.
9. G. Günther, U. G. Kraus. — Die Verbesserung des Signal/Geräuschverhältnisses durch Wiederholung von Signalen. *Frequenz*, **10** (1956), 169-177.
10. H. J. Linn, K. Pöschl. — Eine einfache Deutung des komplexen Korrelationskoeffizienten. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 105-106.
11. F. Schröter. — Fernsehen und moderne Informationstheorie. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 1-7.
12. F. Schröter. — Modellvorschläge für Quantisierung und Speicherung. *Nachrichtentech. Fachber.*, Band 3 (1956), 72-80.

13. E. Henze. — Untersuchung einer speziellen Transformation des Fernschreib-Alphabets als Transformation von Vektoren. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 528-532.

14. K. Radius. — Mehrfachübertragung durch Amplitudenvielfach. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 403-407.

II. — Théorie des circuits

Les travaux effectués dans ce domaine concernent la classification des systèmes élémentaires de base et l'utilisation de nouveaux circuits, les méthodes de calcul des réseaux actifs et passifs, particulièrement pour la réalisation de filtres de propriétés données (synthèse des réseaux), et les investigations sur le comportement des réseaux aux transitoires. Les publications les plus importantes sont citées.

1. F. A. Fischer. — Transformatoren und Gyratoren in Mechanik und Elektrik. *Arch. elektr. Uebertragung*, **8** (1954), 15-19.

2. F. A. Fischer. — Zur Definition des idealen Transformators und des idealen Gyrators durch ihre Scheinwiderstendsumbildenden Eigenschaften. *Fernmeldetech. Z.*, **8** (1955), 309-311.

3. Willi Doebke. — Bemerkungen zum Gyrator-Problem. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 197-200.

4. W. Nonnenmacher, F. Schreiber. — Der Zweidrahteverstärker als Gyrator und als Vierpol zur Herstellung ungewöhnlicher Scheinwiderstände. *Frequenz*, **8** (1954).

5. H. Beneking. — Aktive Vierpole in Zwischenbasisschaltung. *Arch elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 519-527.

6. W. Bader. — Rationale Gegenkopplungs- und Entzerrungsschaltungen oder Folgeregler mit vorgeschriebenen Eigenschaften. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 285-296.

7. H. Haller. — Beiträge zum Problem der Gegenkopplung. *Frequenz*, **9** (1955), 164-172, 188-199.

8. H. Pecher. — Die Leitwertmatrix passiver und aktiver Netzwerke. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 494-498.

9. H. Ebel. — Negative Widerstände mit Transistoren in der Netzwerksynthese. *Nachrichtech. Z.*, **9** (1956), 513-518.

10. V. Fetzer. — Explizite Berechnungsformen für Filterschaltungen mit allgemeinen Parametern. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 31-46.

11. B. Betzenhammer, E. Henze. — Theoretische Untersuchungen über dreikreisige Bandfilter vom Tschebyscheffschen Typ. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 545-552.

12. H. Matthes. — Zur Ebnung der Verlustdämpfung von Grundkettenfiltern. *Frequenz*, **8** (1954), 17-28.

13. H. H. Voss. — Realisierbare Tiefpässe und Bandpässe minimaler Phase mit geebneter Laufzeit und aperiodischem Einschwingverhalten. *Frequenz*, **8** (1954), 97-102.

14. G. Bosse. — Bandpassschaltungen mit minimaler Spulenzahl. *Frequenz*, **8** (1954), 186-192, 221-225.

15. W. Krägeloh. — Vierpole, deren Uebertragungsfaktor Nullstellen mit kleinem Realteil aufweist. *Frequenz*, **8** (1954), 249-256.

16. E. Willwacher. — Filter für Mikrowellen. *Fernmeldetech. Z.*, **7** (1954), 694-704.

17. E. Henze. — Bandfilter vom Tschebyscheffschen Typ mit beliebig vielen Kreisen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 131-139.

18. H. Kaufmann. — Zur Bestimmung von Frequenz-Charakteristik und Phasenmass eines Netzwerks bei beliebig vorgegebener Dämpfungkurve. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 192-198.

19. J. Peters. — Gleichzeitige Approximation der Amplitude und der Laufzeit eines idealen Tiefpasses mit Hilfe der Strömungs-Analogie. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 453-459.

20. F. L. Bauer. — Die Betriebs-Kettenmatrix von Vierpolen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 559-560.

21. E. Henze. — Bandbreiten verschiedener Filterschaltungen und effektive Rauschbandbreiten nach C.C.I.R.-Empfehlungen. *Fernmeldetech. Z.*, **8** (1955), 512-515.

22. V. Fetzer. — Vergleich von Filtern nach der Wellenparametertheorie mit den Filtern der Betriebsparametertheorie und die neuzeitlichen Methoden der Filterberechnung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 225-240.

23. J. Dörr. — Die fundamentalen Uebertragungsfunktionen des Tiefpasses, ihre Eigenschaften und ihr Realisierungsproblem. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 356-364.

24. E. Henze. — Abriss einer verallgemeinerten Filtertheorie. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 541-551.

25. G. Mahler. — Gestaffelte Tiefpassverstärker mit hoher Grenzfrequenz. *Frequenz*, **10** (1956), 296-303, 319-328.

26. V. Fetzer. — Das Uebertragungsmass von Netzwerken mit vorgeschriebenem Einschwingvorgang. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 462-468.

27. W. Poschenrieder. — Steile Quarzfilter grosser Bandbreite in Abzweigschaltung. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 561-565.

28. R. Unbehauen. — Neuartige Verwircklichung von Zweipolfunktionen durch kanonische oder durch kopplungsfreie Schaltungen. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 565-572.

29. F. Bauhuber. — Praktische Verfahren zur Aufstellung des Hurwitz-Polynoms in der Filtersynthese. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 573-580.

30. V. Fetzer. — Der Zusammenhang zwischen Zeitfunktion und Frequenzfunktion nebst praktischen Beispielen zur Bestimmung des Einschwingvorganges in linearen Uebertragungssystemen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 163-172.

31. W. Händler, J. Peters. — Zur Messung und Berechnung von trägerfrequenten Einschwingvorgängen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 301-304.

32. V. Fetzer. — Die praktische Berechnung des Einschwingvorganges bei beliebiger Dämpfungs- und Phasenverzerrung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 467-477.

33. H. Kaden, F. Bath. — Ueber die Verzerrungen von Fernsehsignalen infolge von Dämpfungs- und Phasenverzerrungen der Uebertragungsleitung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 55-68.

34. H. H. Nissen, W. Händler. — Das Einschwingverhalten von Filtern mit charakteristischem Amplitudengang. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 74-80.

35. E. Henze. — Einschwingvorgänge bei Amplituden- und Frequenzmodulation an einigen speziellen passiven Netzwerken. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 326-338.

36. F. Baur. — Einschwingverhalten von Bandfiltern. *Frequenz*, **9** (1955), 141-146.

37. H. Marko. — Die Reziprozität von Zeit und Frequenz in der Nachrichtentechnik. *Nachrichtententech. Z.*, **9** (1956), 222-228, 266-271.

38. H. Wahl. — Ortkurven einiger elementarer transzendenter Funktionen. *Frequenz*, **8** (1954), 346-351.

39. W. Krägeloh. — Ermittlung der Zweipolfunktion deren komplexe Werte in einem Teilbereich reeller Frequenzen vorgeschrieben sind. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 375-380, 419-431, 479-483.

40. R. Hofmann, W. Walcher. — Ueber ein einfaches Verfahren zur numerischen Berechnung von Zeitfunktionen bei gegebenen gebrochenen rationalen Funktionen im Unterbereich. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 475-478.

41. E. Henze. — Beiträge zur Theorie der Nichtlinearitäten. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 326-338.

III. — Recherches sur les ondes électromagnétiques

A. *Théorie de la diffraction.* — La diffraction des ondes électromagnétiques par un cylindre ou une sphère de conductivité infinie a été étudiée pour les longueurs d'onde intermédiaires (1, 2, 3), pour lesquelles les méthodes conventionnelles (théorie de Mie ou de Kirchhoff) ne conviennent pas, soit pour des raisons de convergence ou par défaut d'approximation. Le concept d'onde rampante se

propageant le long du côté d'ombre de l'obstacle et interférant avec l'onde réfléchie géométriquement a été introduit. Ce concept a été développé d'après les équations intégrales de la diffraction et d'après la transformation de Watson, et fournit une très instructive image physique de la situation, en bon accord avec les résultats expérimentaux.

Le problème de la diffraction des ondes électromagnétiques par des écrans infiniment minces parfaitement conducteurs de forme arbitraire est formulé en termes de deux équations intégrales pour les amplitudes de Fourier d'un vecteur de Hertz et d'un vecteur de Fitzgerald (4). Deux méthodes de résolution approchées sont indiquées, l'une d'elle partant de l'intégrale de Kirchhoff comme première approximation.

B. *Guides d'ondes.* — La fréquence limite et l'impédance d'onde des guides à chevalet (« steghohlleitern ») ont été examinées pour une section arbitraire du guide (5). Ces deux quantités peuvent être variées d'une manière considérable en modifiant la section du guide.

La propagation des ondes dans les guides à section circulaire a été étudiée pour tous les modes, dans le voisinage de la fréquence limite, en supposant une conductivité superficielle finie (6). Les résultats obtenus ont permis d'indiquer une nouvelle méthode pour stabiliser la fréquence des émetteurs. Les propriétés de transmission d'un câble creux ont pu être améliorées en insérant dans le câble un tube concentrique diélectrique (7). Par un choix convenable des dimensions, l'amortissement minimum et l'une des valeurs extrêmes de la vitesse de groupe peuvent être réalisés pour la même fréquence. Les conditions relatives au câble à large bande ont été discutées. L'excitation et la propagation des modes E_{on} ont été envisagées dans le cas où l'énergie électromagnétique est introduite dans un guide circulaire, et extraite de celui-ci à l'aide de lignes coaxiales (8) ; le traitement mathématique de cette question a fait appel au concept de transducer. Le champ électromagnétique au voisinage de la transition entre une ligne coaxiale et un guide creux a été étudié par la méthode des moindres carrés (9). Une analogie convenable avec la résistance d'onde des lignes de transmission a été donnée pour les guides rectangulaires propageant le mode H_o1 (10).

La théorie de la propagation radiale des ondes électromagnétiques entre deux plans conducteurs a été faite (11) ; ces résultats ont été

utilisés pour déterminer la capacité dynamique d'un condensateur. Le champ rayonné par un dipôle électrique ou magnétique a fourni une bonne approximation concernant la propagation d'ondes électromagnétiques entre la terre et l'ionosphère aux basses fréquences ($\lambda > 3$ km). Pour certaines orientations du dipôle, des phénomènes de résonance ont lieu si la hauteur de l'ionosphère est un multiple entier de $\lambda/2$.

On a pu donner aux guides en hélice les propriétés d'un filtre passe-bande en y introduisant une hétérogénéité, par exemple une variation périodique du pas. Les coefficients de réflexion et de transmission d'un guide en hélice dont le pas (constant) présente une discontinuité ont été établis (12).

C. *Guides d'ondes superficielles.* — La théorie de la ligne de Hams-Goubau a été établie (13) pour les ondes métriques (couche diélectrique épaisse). Le cas de plusieurs couches diélectriques superposées a été étudié, y compris celui d'un tube diélectrique de blindage et celui d'un accroissement d'amortissement par givrage.

L'interaction (distribution du champ et échange d'énergie) ed guides d'ondes superficielles placés parallèlement a été étudiée (14).

D. *Guides diélectriques.* — Dans le but d'étudier les propriétés de transmission des guides tubulaires diélectriques, le champ excité par un dipôle y a été déterminé (15). Le mécanisme de propagation s'explique par des réflexions totales successives. Le mode HE_{11} présente les propriétés les plus favorables et peut être utilisé pour des transmissions pratiques dans le domaine centimétrique.

Les quantités intéressantes (constante de phase, amortissement et extension du champ) ont été évaluées pour ce mode HE_{11}, en particulier dans le cas d'une constante diélectrique faible. Le cas limite du barreau diélectrique est inclus dans cette étude, et la concentration maximum accessible du champ y est déterminée (16). Les résultats théoriques et les données numériques ont été donnés dans (17).

E. *Champs d'onde.* — Une publication (18) concerne la propagation des ondes électromagnétiques dans un cornet pyramidal ; ces résultats ont été obtenus pour la zone de Fresnel et celle de

Fraunhofer ; l'amortissement a été défini en fonction du mode de propagation et de l'ouverture angulaire du cornet. En vue de déterminer l'atténuation imposée par une lentille métallique au champ du cornet, les coefficients de réflexion et de transmission d'un réseau de plaques métalliques vis-à-vis d'une onde incidente plane ont été établis (19). De plus, l'effet d'insertion de plaques diélectriques sur les deux côtés des plaques métalliques a été étudié.

Deux publications (20, 21) décrivent les mesures du pouvoir transmissif des couches non homogènes, avec attention spéciale vis-à-vis du pouvoir réflecteur des couches sans pertes ou avec pertes. Les principales méthodes pour construire des absorbeurs sans réflexions (acoustiques et électromagnétiques) ont été discutées (22), et des absorbeurs par résonance à large bande ont été décrits (23) ; ceux-ci consistent en des réseaux réguliers de dipôles électriques absorbants, placés à un quart de longueur d'onde d'une paroi métallique. Deux réseaux itératifs multidimensionnels, construits à Darmstadt (24), ont été utilisés pour divers modèles de champs d'ondes. A titre d'exemple, le champ à grande distance d'une antenne pylône a été investigué. Le comportement d'un tore parfaitement conducteur sous l'influence de courants de haute fréquence et de champs magnétiques a été étudié, et des résultats explicites ont été donnés pour la plupart des cas (25).

F. *Théorie de la transmission.* — Les petites variations (aléatoires locales) de la résistance d'onde dans les lignes de transmission ont été étudiées, et une relation entre leur fonction de corrélation et le spectre de l'écart quadratique moyen de la résistance d'entrée a été établie (26). La synthèse des transducers à propriétés fixées à priori, et consistant en lignes de transmission non homogènes a été rendue possible par une réformulation des propriétés des lignes (27, 28). Un exemple donné concerne le problème de la résistance d'entrée à large bande et de la compensation. Deux conducteurs parallèles couplés électromagnétiquement sur une certaine longueur peuvent être considérés comme un réseau à 8 bornes, et présentent quelques propriétés intéressantes et utiles, par exemple, celles d'un coupleur directionnel (29). Des résultats mathématiques et des indications pour les applications et les dimensions à donner au dispositif ont été signalés.

G. *Théorie des antennes.* — Bien que les méthodes conventionnelles du calcul des aériens s'appliquent aux antennes de forme spéciale,

certaines propriétés générales peuvent être définies concernant le champ rayonné et l'impédance d'antenne. Par conséquent, une relation directe entre l'inductance d'antenne et la réponse globale de la résistance de rayonnement à la fréquence peut se déduire du caractère analytique de la fonction d'impédance. Le caractère fini de la réactance d'antenne a pu être démontré ; un dipôle d'amortissement maximum aux ondes longues a été calculé. De plus, on a pu passer du cas limite de la réactance d'une antenne enfermée dans une cavité à celui de l'impédance d'une antenne rayonnante. Finalement, la classe de champs donnés, pour lesquels il est possible de trouver des configurations de conducteurs satisfaisant aux conditions aux limites a pu être indiquée, par analogie avec la méthode bien connue de la théorie du potentiel (30).

Dans le domaine des antennes à large bande, les investigations théoriques et pratiques ont été menées principalement à l'Institut des Hautes fréquences de la « Technische Hochschule » de Munich (Prof. Dr Meinke). Ces investigations ont eu pour objet de déterminer le régime de transition entre la ligne coaxiale de transmission et l'antenne, ainsi que la forme d'antenne, afin d'obtenir des caractéristiques de bande optima. Les publications sur la synthèse des quadripôles sans pertes à partir de lignes à impédance caractéristique variable (27, 28) peuvent être envisagées comme un premier pas vers le but poursuivi. Ce sujet a été étendu par la considération de lignes à pertes, de manière à mieux approcher le problème réel. Des investigations ont en outre été faites pour améliorer les propriétés de bande des antennes au moyen de quadripôles, grâce auxquels la bande peut être plus que doublée en comparaison des résultats obtenus à l'aide de circuits réactifs (31). Une amélioration de l'aire efficace d'absorption du réflecteur cylindro-parabolique à ouverture en forme de cornet pourrait être obtenue en corrigeant le front d'onde par insertion d'une feuille métallique créant un retard de phase dans le plan central du cornet (32).

L'effet de la forme d'ouverture d'aériens plans à illumination continue sur le diagramme de rayonnement a été étudié théoriquement et expérimentalement. Il a été bien plus facile de réduire les lobes secondaires en choisissant convenablement la forme de l'ouverture (rhombique, en cosinus carré, etc.) qu'en

faisant varier l'illumination à ouverture rectangulaire ou circulaire donnée (33).

Pour ce qui concerne les antennes à source linéaire et à distribution continue, la distribution optimum développée en série de Fourier a été investiguée pour les réseaux à rayonnement latéral et à rayonnement axial. Ces investigations ont montré, en partiiculier, qu'additionnellement à une distribution d'amplitude décroissant vers les extrémités, une distribution de phase décroissant plus que linéairement vers les extrémités est avantageuse pour le réseau à rayonnement axial (34). D'après la corrélation entre la distribution d'intensité sur les systèmes radiatifs et leurs diagrammes directionnels, il a été indiqué comment on peut déterminer la distribution d'intensités perturbatrices pour une famille infinie de diagrammes directionnels, dans le cas de milieux diffusants à irrégularités de constante diélectrique géométriquement distribuées (35). Le centre de phase a été déterminé par la formule de Kirchhoff pour l'onde émise par l'aérien plan (36).

Une antenne à feuille plane dont le diagramme de rayonnement à la forme d'une cellule conique a été établie, grâce au parallèle avec la radiation d'un guide à parois résistives (37).

Des formules et des courbes ont été établies pour la résistance de rayonnement et le gain d'antennes rhombiques en fonction des données de l'antenne, et de manière à tenir compte approximativement de l'atténuation par rayonnement (38).

Des investigations sur les antennes au sol ont montré par le calcul et l'expérience qu'en ce qui concerne le rapport signal-bruit, ces antennes n'offrent aucun avantage sur les aériens conventionnels (39).

1. W. Franz, K. Deppermann. — Theorie der Beugung an der Kugel unter Berücksichtigung der Kriechwelle. *Ann. d. Phys.*, **14** (1954), 253-264.
2. W. Franz. — Ueber die Green'sche Funktion des Zylinders und der Kugel. *Z. f. Naturforschung*, **9***a* (1954), 705-716.
3. W. Franz, R. Galle. — Semiasymptotische Reihen für die Beugung einer ebenen Welle am Zylinder. *Z. f. Naturforschung*, **10***a* (1955), 374-378.
4. K. Westpfahl. — Zur strengen Theorie der Beugung elektromagnetischer Wellen an ebenen Schirmen. *Z. f. Phys.*, **141** (1955), 354-373.
5. H. G. Unger. — Die Berechnung von Stegholleitern. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 157-161.

6. W. SCHAFFELD, H. BAYER. — Ueber das Verhalten elektromagnetischer Wellen in kreiszylindrischen Hohlleitern im Bereich der Grenzfrequenz unter Berücksichtigung der endlichen Wandleitfähigkeit. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 89-97.

7. H. G. UNGER. — Ein dämpfungsarmes Hohlkabel ohne Phasen- und Dämpfungsverzerrung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 275-282.

8. A. SANDER. — Die Anregung und Ausbreitung von E_{on}-Wellen im kreisrunden Hohlrohr mit konzentrischen Leitungen als Geber und Fänger. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 77-85.

9. V. PFIRRMANN. — Das Verhalten des offenen Endes einer koaxialen Leitung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 8-12.

10. H. MEINKE, H. W. URBARZ. — Der Wellenwiderstand von Rechteckhohlleitern mit H_{10}-Welle. *Fernmeldetech. Z.*, **7** (1954), 247-248.

11. H. KADEN. — Die radiale Ausbreitung elektro-magnetischer Wellen zwischen zwei leitenden Ebenen (Radialer Hohlleiter). *Frequenz*, **9** (1955), 241-249.

12. G. PIEFKE. — Reflexion in Wendelleitungen bei Anderung der Wendelsteigung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 369-374, 402-410.

13. G. PIEFKE. — Zur Theorie der Harms-Goubau-Drahtwellenleitung bei Meterwellen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 81-93.

14. D. MARCUSE. — Untersuchung des Energieaustausches und der Feldverteilung parallel geführter Oberflächen-Wellenleitungen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 117-124.

15. H. G. UNGER. — Dielektrische Rohre als Wellenleiter. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 241-252.

16. P. MALLACH. — Untersuchungen an dielektrischen Wellenleitern in Stab- und Rohrform. *Fernmeldet. Z.*, **8** (1955), 8-13.

17. H. G. UNGER. — Uebertragungswerte von Wellen an dielektrischen Rohren. *Fernmeldetech. Z.*, **8** (1955), 438-443.

18. G. PIEFKE. — Die Ausbreitung elektro-magnetischer Wellen in einem Pyramidentrichter. *Z. f. angew. Phys.*, **6** (1954), 499-507.

19. G. PIEFKE. — Reflexion elektro-magnetischer Wellen an Metallplattenmedien. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 101-110.

20. H. G. HADDENHORST. — Durchgang von elektromagnetischen Wellen durch inhomogene Schichten. Teil I (Durchgang von elektro-magnetischen Wellen). *Z. f. angew. Phys.*, **7** (1955), 487-496.

21. H. G. HADDENHORST. — Teil II (Absorption von elektro-magnetischen Wellen). *Z. f. angew. Phys.*, **8** (1956), 264-267.

22. E. MEYER, H. SEVERIN. — Absorptionsanordnungen für elektromagnetische Zentimeterwellen und ihre akustischen Analogien. *Z. f. angew. Phys.*, **8** (1956), 105-114.

23. H. J. SCHMITT. — Breitbandiger Resonanzabsorber für elektro-magnetische Zentimeterwellen. *Z. f. angew. Phys.*, **8** (1956), 372-382.

24. H. SCHNEIDER. — Die Ermittlung komplizierter Wellenfelder mit Hilfe von mehrdimensionalen L-C-Kettenleitern. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 70-76.

25. H. BUCHHOLZ. — Der vollkommen leitende Ring unter dem Einfluss von hochfrequenten Strömen und Magnetfeldern. *Arch. elekt. Uebertragung*, **8** (1954), 427-435.

26. M. DIDLAUKIS. — Zur Streuung elektrischer Wellen in nicht ganz gleichmässigen Leitungen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 269-271.

27. H. MEINKE. — Grundlegendes zur Synthese verlustfreier Vierpole aus stetig inhomogenen Leitungen. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 99-106.

28. H. MEINKE. — Synthese verlustfreier Vierpole aus Leitungen mit ortsabhängigem Widerstand. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 457-461.

29. H. WOLFF. — Gekoppelte Hochfrequenzleitungen als Richtkoppler. *Nachritentech. Z.*, **9** (1956), 375-382.

30. K. FRÄNZ. — Bemerkungen zur Theorie des Strahlungsfeldes und der Impedanz von Antennen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **10** (1956), 269-273.

31. R. HERZ. — Impedanzvierpole zur Kompensation des Frequenzgangs der Eingangsimpedanz von Antennen. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 128-133.

32. A. KNOPF. — Kleine Trichterantenne mit verbessertem Flächenwirkungsgrad. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 408-410.

33. G. F. KOCH. — Flächenstrahler mit kleinen Nebenmaxima. *Fernmeldetech. Z.*, **7** (1954), 498-509.

34. A. HEILMANN. — Die günstigste Strom- und Feldverteilung bei Flächen- und Längsstrahlern mit kontinuierlicher Belegung. *Nachritentech. Z.*, **9** (1956), 1-9.

35. G. ECKART. — Ueber den Zusammenhang zwischen Intensitätsverteilungen auf strahlenden Systemen und ihren Richtcharakteristiken. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 177-180.

36. K. BAUR. — Das Phasenzentrum von Aperturstrahlen. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 541-546.

37. H. GÜTH. — Der Bau einer Flächenantenne mit einer kegelförmigen Richtcharakteristik. *Z. angew. Phys.*, **8** (1956), 368-372.

38. H. ZUHRT. — Strahlungswiderstand und Gewinn von Rhombusantennen mit angenäherter Berücksichtigung der Strahlungsdämpfung. *Arch. elekt. Uebertragung*, **9** (1955), 255-258.

39. J. GROSSKOPF. — Erdantennen. *Nachrichtentech. Z.*, **9** (1956), 241-244.

Canada

N° 188. — Rapport de la Commission VI du Comité National

On continue d'attacher beaucoup d'importance aux études relatives aux propriétés des antennes d'émission à fentes et quelques recherches sont en cours au sujet d'assemblages de fentes sur deux dimensions du type décrit par Broussard (Annales de Radioélectricité, tome XI, 70, 1956). On étudie la théorie des fentes de très faible conductance dans les guides d'ondes, particulièrement en ce qui a trait à l'obtention de la résonance. On procède à la mise au point de méthodes de calcul destinées à la constitution de petites antennes annulaires à fentes.

Des progrès sont en cours quant à l'étude des théories sur la diffraction et la dispersion des ondes par des objets diélectriques. On a formulé des théories sur la diffraction causée par des écrans absorbants et sur la dispersion provoquée par des disques diélectriques et des expériences de vérification sont actuellement en cours. L'étude de la diffraction et de la dispersion causées par des objets divers (en forme d'arête, de cône, de coin, etc.) se poursuit à l'aide de maquettes.

On étudie actuellement le problème de la diffraction et de la dispersion des ondes planes par des anneaux conducteurs toroïdaux. On étudie également les propriétés d'une sphère diélectrique devant servir d'objectif d'exploration grand angulaire. On procède à une étude théorique et expérimentale des champs qui existent près des coins tranchants des corps mauvais conducteurs.

On étudie diverses méthodes de résolution des équations ondiques applicables aux problèmes des valeurs d'extrémité. On met actuellement au point une méthode de résolution de l'équation ondique scalaire à l'aide de certains systèmes de coordonnées inséparables. On étudie la propagation des ondes dans les guides d'ondes et les cornets non-uniformes et dans les milieux hétérogènes. On fait des recherches sur les équations intégrales du type Wiener-Hopf pour des intervalles limités en vue de les appliquer aux problèmes de diffraction des réseaux plats.

La théorie des cavités « multi-mode » telle qu'on l'applique au calcul des filtres micro-ondiques fait l'objet de quelque attention. On cherche à établir les propriétés des jonctions symétriques des

guides d'ondes contenant des ferrites. On procède à l'analyse de la propagation dans les guides d'ondes en décomposant l'onde et en considérant l'effet produit par une discontinuité sur chacune de ses composantes.

En théorie de circuit on accorde quelque attention à l'emploi de graphiques de circulation des signaux dans l'analyse et la synthèse des réseaux.

On étudie des méthodes qui permettraient l'analyse et la synthèse de systèmes multi-variables de commande à rétroaction. Ce problème est étroitement lié à la théorie des réseaux multipolaires.

On met également au point des maquettes sur la fonction de transfert qui permettraient à des opérateurs humains d'assurer la transmission des données.

RÉFÉRENCES

1. NEUGEBAUER, H. E. J. — Diffraction of Electromagnetic Waves Caused by Apertures in Absorbing Plane Screens. *I.R.E. Trans.*, AP-**4**, 1956.
2. NEUGEBAUER, H. E. J. — Extension of Babinet's Principle to Absorbing and Transparent Materials, and Approximate Theory of Backscattering by Plane, Absorbing Disks. *J. Appl. Phys.*, **8**, 302, 1957.
3. HURD, R. A., GRUENBERG, H. — H-plane bifurcation of rectangular waveguides. *Can. J. Phys.*, **32**, 694, 1954.
4. HURD, R. A. — The Propagation of an Electromagnetic Wave Along an Infinite Corrugated Surface. *Can. J. Phys.*, **32**, 727, 1954.
5. GRUENBERG, H. — A Waveguide Array for Solar Noise Studies. *Trans. I.R.E./P.G.A.P.*, AP-**2**, nº 4, 147, 1954.
6. CUMMING, W. A. — A non-resonant endfire array for VHF and UHF. *Trans. I.R.E./P.G.A.P.*, AP-**3**, nº 2, 52, 1955.
7. WONG, J. Y. — On the theory of a coaxial transmission line consisting of elliptic conductors. *Can. J. Phys.*, **34**, 354, 1956.
8. WONG, J. Y. — Radiation pattern of slotted-elliptic cylinder antennas. *Trans. I.R.E./P.G.A.P.*, AP-**3**, nº 4, 200, 1955.
9. HURD, R. A. — End-fire arrays of magnetic line sources mounted on a conducting half-plane. *Can. J. Phys.*, **34**, 370, 1956.
10. HURD, R. A. — Radiation patterns of a dielectric-coated axially slotted cylinder. *Can. J. Phys.*, **34**, 638, 1956.
11. CUMMING, W. A. — Community Television Systems. *Community Planning Review*, VI, nº 3, Sept. 1956.
12. MCCORMICK, G. C. — The optimum aperture function in a long array. *Trans. I.R.E./P.G.A.P.*, AP-**5**, nº 1, 144, 1957.

13. Bachynski, M. P., Bekefi, G. — Aberrations in circularly symmetric microwave lenses. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, n° 3, July 1956.

14. Bekefi, G., Farnell, G. W. — Homogeneous dielectric sphere as a microwave lens. *Can. J. Phys.*, **34**, 790, 1956.

15. Yen, J. L. — On the synthesis of line-sources and infinite strip-sources. *Trans. I.R.E.*, AP-**5**, Jan., 1957, p. 40.

16. Wait, J. R., Kahana, S. H. — Calculated Patterns of Circumferential Slots on a Circular Conducting Cylinder. *Can. J. Tech.*, **33**, 77, 1955.

17. Wait, J. R., Kates, J. — Radiation Patterns of Circumferential Slots on Moderately Large Conducting Cylinders, Monograph n° 167R, Institution of Electrical Engineers (London), republished in *Proc. I.E.E.*, Vol. 103, Pt. C, Sept. 1956.

18. Wait, J. R., Okashimo, K. — Patterns of Stub Antennas on Cylindrical (and Semi-cylindrical) Surfaces. *Can. J. Phys.*, **34**, 190, 1956.

19. Wait, J. R. — Field Produced by an Arbitrary Slot on an Elliptic Cylinder. *J. Appl. Phys.*, **26**, 458, 1955.

20. Wait, J. R., Walpole, R. E. — Calculated Radiation Characteristics of Slots Cut in Metal Sheets. *Can. J. Tech.*, Pt. I, Vol. 33, pp. 211-227, May 1955 and Pt. II, Vol. 34, pp. 60-70, Jan. 1956.

21. Wait, J. R., Kahana, S. — Radiation from a Slot on a Cylindrically Tipped Wedge. *Can. J. Phys.*, **32**, 714, 1954.

22. Frood, D. G., Wait, J. R. — An Investigation of Slot Radiators in Metal Plates. *Proc. Inst. Elec. Engrs.*, Vol. 103, Pt. B, pp. 103-110, Jan. 1956.

23. Chisholm, R. M. — The Characteristic Impedance of Trough and Slab Lines. *Trans. I.R.E.* M.I.T.-4, July 1956, p. 166.

24. Wait, J. R., Pope, W. A. — Input resistance of L.F. unipole aerials. *Wireless Eng.*, **32**, 131, 1955.

25. Wait, J. R. — Reflection at arbitrary incidence from a parallel wire grid. *App. Sci. Res.*, Vol. B, IV, n° 6, p. 393, 1955.

26. Wait, J. R. — Shielding of a transient electromagnetic dipole filed by a conductive sheet. *Can. J. Phys.*, **34**, 890, 1956.

27. Turner, C. H. M. — On the concept of an instantaneous power spectrum and its relationship to the autocorrelation function. *J. Appl. Phys.*, **25**, 1347, 1954.

28. Adey, A. W., Britton, J. — A Microwave Waveguide Trombone Phase Shifter. *Can. J. Phys.*, **34**, 1112, 1956.

29. Adey, A. W. — Diffraction of Microwaves by Long Cylinders. *Can. J. Phys.*, **33**, 407, 1955 ; *Can. J. Phys.*, **34**, 510, 1956 ; *Wireless Engineer*, **33**, 259, 1956.

30. Adey, A. W. — Microwave Refractometer Cavity Design. *Can. J. of Tech.*, **34**, 519, 1957.

31. Wiles, S. T., McLay, A. B. — Diffraction of 3.2 cm Electromagnetic Waves by Cylindrical Objects. *Can. J. Phys.*, **32**, 372 1954.

32. Subbarao, M. K., McLay, A. B. — Diffraction of 3.2 cm Electromagnetic Waves by Dielectric Rods. I. Lucite and Tenite 1, Diameter Cylinders. *Can. J. Phys.*, **34**, 546, 1956.

33. McLay, A. B., Subbarao, M. K. — Diffraction of 3.2 cm Electromagnetic Waves by Dielectric Rods. II. Lucite 1 1/2 in. Diameter Cylinder and Semicylinder. *Can. J. Phys.*, **34**, 555, 1956.

Etats-Unis

N° 300. — Rapport du Comité National à la Commission VI

(*Traduction*)

VI.1. — Travaux récents sur la théorie de la Communication et de l'Information aux Etats-Unis

Introduction

La théorie de la Communication a commencé à se développer au cours des trois ou quatre dernières décades comme un moyen de prédire les performances des systèmes télégraphiques et de radio-communication. A ce titre elle trouve son origine dans la théorie des circuits, dans laquelle des méthodes élégantes pour exprimer la réponse des systèmes stationnaires aux signaux sinusoïdaux avaient déjà été établies. Ainsi, la théorie de la communication fit un large usage de la représentation de Fourier, tout d'abord pour les signaux ordinaires et plus tard pour le bruit, et appliqua cette représentation à l'étude des effets linéaires puis non linéaires. Plus récemment, le problème d'établir un système de communication fut identifié à celui de filtrer le signal reçu et le bruit concomitant de manière à ce que la meilleure approximation possible (en un certain sens) du signal transmis en résulte, et à rendre cette approximation la meilleure par un choix convenable du signal à transmettre. Un filtre non linéaire est généralement appelé un détecteur, mais en principe le problème de la détection du signal et celui du filtrage sont identiques. La prédiction des valeurs futures d'un signal aléatoire est également en étroite liaison avec le problème du filtrage.

Au cours de la dernière décade, la notion de « quantité d'information » a été introduite comme mesure de la valeur d'un détecteur

de signaux, ou plus généralement d'un système de communication. Cette notion — ou plus précisément celle de la quantité d'information contenue dans le message reçu — a donné naissance à un nouveau champ de recherches, appelé « théorie de l'information », dans laquelle les sytèmes de communications sont envisagés sous l'aspect du degré d'information qu'ils fournissent. Le choix du signal optimum à transmettre (pour une représentation optimum du message transmis) fait, spécialement en théorie de l'information, l'objet du problème du « codage ».

De même que les concepts plus anciens de la théorie de la communication trouvent des applications hors du cadre de l'électronique (p. ex. dans les systèmes mécaniques et acoustiques), la théorie de l'information sous ses aspects les plus généraux et les plus abstraits s'applique également aux sciences du comportement (p. ex. dans l'étude du degré d'information dans les sciences humaines, l'étude des propriétés théoriques du langage) bien que les difficultés habituelles concernant la mesure des paramètres dans les sciences du comportement demeurent entières.

Par conséquent, la théorie de la communication peut être envisagée comme comprenant l'étude des caractéristiques de signaux et de bruits, dans la mesure où ces caractéristiques sont affectées par les systèmes de communication, l'étude du signal optimum à transmettre, l'étude des méthodes optima de filtrage et de détection. Elle comprend également la théorie de l'information, qui traite des vitesses d'information et du codage des messages.

Revues américaines

La théorie de la communication et de l'information a été envisagée sous ses divers aspects aux Etats-Unis. Les revues principales contenant les publications américaines sont mentionnées ci-dessous :

— *IRE Transactions on Information Theory* (*Institute of Radio Engineers*).
— *IRE Convention Record.*
— *IRE Wescon Convention Record.*
— *Bell System Technical Journal.*
— la nouvelle revue internationale « *Information and Control* ».

Des articles sont publiées occassionnellement dans :

— *Proceedings of the IRE.*
— *Annals of Mathematical Statistics.*
— *IRE Transactions on Circuit theory, on Electronic Computers, on Automatic control.*
— *Journal of Applied Physics.*

Les rapports techniques des laboratoires qui ont effectué des recherches en théorie de la communication et de l'information contiennent également de nombreuses données.

Publications récentes

Une idée des travaux effectués récemment aux Etats-Unis dans ce domaine s'obtient en consultant la liste annotée des publications aux IRE Transactions on Information Theory depuis le début de 1956 (cf. vol. I. T. 2 (1956), nos 1 à 4 et vol. I. T. 3 (1957), no 1), reproduite ci-dessous.

Théorie de l'Information

Généralités. — Parmi les publications américaines concernant le notions fondamentales sur l'information, il convient de citer :

« A New Interpretation of Information Rate », par John L. KELLY, Jr. (Bell Telephone Laboratories) Vol. I. T.-2, no 3, p. 185. — L'auteur envisage la vitesse d'accroissement du capital d'un jouer dans le cas où les impairs sont favorables et où le joueur reçoit l'information par l'intermédiaire d'une ligne privée, ce qui lui permet de placer ses mises de manière à rendre cette quantité la meilleure possible. Cette interprétation donne une signification à la vitesse d'information, même quand aucun codage n'est envisagé.

« The Zero-error Capacity of a Noisy Chanuel », par Claude E. SHANNON (anciennement aux laboratoires de la Bell Telephone ; actuellement au Massachusetts Institute of Technology), Vol. I. T.-2, no 3, p. 8. — L'auteur envisage la limite supérieure des vitesses auxquelles l'information peut être transmise avec une probabilité nulle d'erreurs. Shannon a étudié diverses propriétés de cette capacité et a montré également que l'addition d'une contre-réaction peut augmenter la capacité à erreurs nulles d'un canal sans mémoire, alors qu'elle n'augmente jamais sa capacité ordinaire.

« A Note on the Maximum Flow through a Network », par Peter ELIAS (M.I.T.), Amiel FEINSTEIN (M.I.T. Lincoln's Lab.) et Claude SHANNON

(M.I.T.), Vol. I.T.-2, n° 4, p. 117. — Cette note montre que la vitesse maximum possible du courant d'information de gauche à droite dans un réseau, est égale à la valeur minimum de cette quantité sur l'ensemble des coupures simples. Une *coupure* est définie comme un ensemble de branches qui, déconnectées du réseau, ne laisse aucune connexion entre les extrémités de celui-ci ; elle est appelée *simple* si l'omission d'une branche quelconque de l'ensemble détruit la coupure. Sa *valeur* est la somme des capacités de gauche à droite.

« Merit Criteria for Communication Systems », par A. HAUPTSCHEIN et L. S. SCHWARZ (New-York University), Vol. I.T.-3, n° 1, p. 52. — Ce critère est le coût de la transmission d'un message.

« Theory of Information Feedback Systems », par S. S. L. CHANG (New-York University), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 29.

Codage. — Bien que le problème du codage ne soit pas toujours en relation directe avec la théorie de l'information, il convient de mentionner ici :

« A Note on Two Binary Signaling Alphabets », par David SLEPIAN (Bell Tel. Lab.), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 84, qui traite des codes à correction d'erreurs et de la détection à « likelihood » maximum.

« A Linear-Circuit Viewpoint on Error-Correcting Codes », par D. A. HUFFMAN (M.I.T.), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 20. — Huffman représente un filtre linéaire binaire à contre-réaction par une fonction rationnelle d'un opérateur de retard. Un tel filtre peut engendrer les digits redondants nécessaires à un code à correction d'erreurs, et peut localiser les erreurs commises.

« Two Inequalities Implied by Unique Decipherability », par Brockway MCMILLIAN (Bell Tel. Lab.), Vol. I.T.-2, n° 4, p. 115.

« Some Optimal Signals for Time Measurement », par Herbert SHERMAN (M.I.T. Lincoln's Lab.), Vol. I.T.-2, n° 1, p. 24.

« A Linear Coding for Transmitting a Set of Correlated Signals », par H. P. KRAMER et M. V. MATHEWS (Bell. Tel. Lab.), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 41. — Le codage implique la mise en évidence de l'ensemble le plus restreint des signaux non reliés entre eux, au moyen desquels l'ensemble original peut être approximativement restauré par des combinaisons linéaires. Il en résulte que les exigences concernant la capacité du canal peuvent être réduites.

Capacités d'information humaine. — La capacité d'un être humain à traiter l'information est examinée dans :

« Human Memory and the Storage of Information », par George MILLER (Harvard University), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 129. — Miller trouve qu'un être humain est capable de se souvenir de 7 caractères, d'une manière à peu près indépendante de l'étendue de l'alphabet utilisé.

« Some Studies in the Speed of Visual Perception », par George Sziklai (R.C.A. Lab.), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 125. — Ces études indiquent une vitesse d'information de 30 à 50 hartleys/sec. sur des intervalles de 0,1 à 2 sec.

Détection, filtrage et prédiction de signaux

Détection. — Il est parfois difficile de faire la distinction entre détection et filtrage ; toutefois les publications suivantes paraissent se rapporter plus précisément à la détection :

« The Output Signal-to-Noise Ratio of Correlation Detectors », par Paul E. Green, Jr. (M.I.T. Lincoln Laboratory), Vol. I.T.-3, n° 1, p. 10.

« Optimum Detection of Random Signals in Noise, with Application to Scatter-Multipath Communication », par Robert Price (M.I.T. Lincoln Laboratory), Vol. I.T.-2, n° 4, p. 125.

« The Human Use of Information III. Decision-Making in Signal Detection and Recognition Situations involving Multiple Alternatives », par John A. Swets et Theodore G. Birdsall (University of Michigan), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 138.

« Determination of Redundancies in a Set of Patterns », par Arthur Glovacky (Raytheon Manufacturing Co.), Vol. I.T.-2, n° 4, p. 151.

« Automatic Bias Control for a Threshold Detector », par J. Dugundji et et Erik Ackerlind (Radio Corporation of America), Vol. I.T.-3, n° 1, p. 65.

Radar. — Les publications suivantes concernent la détection dans le problème du radar :

« Effects of Signal Fluctuation on the Detection of Pulse Signals in Noise », par Mischa Schwartz (Polytechnic Institute of Brooklyn), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 66.

« A Coincidence Procedure for Signal Detection », par Mischa Schwartz (*loc. cit.*), Vol. I.T.-2, n° 4, p. 135.

« A Radar Detection Philosophy », par William Mc C. Siebert (M.I.T.), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 204.

« An Analysis of Signal Detection and Location by Digital Methods », par Gerald P. Dineen et Irving S. Reed (M.I.T. Lincoln Laboratory), Vol. I.T.-2, n° 1, p. 29.

« Inverse Probability in Angular-Tracking Radars », par Behrend J. Duwaldt (Ramo-Wooldridge Corp.), Vol. I.T.-2, n° 1, p. 38.

Filtrage et prédiction

Le filtrage a été considéré dans :

« Optimum Linear Discrete Filtering of Signals containing a Nonramdom Component », par Kont R. Johnson (University of Pittsburg), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 49.

« Spatial Filtering in Optics », par Edward L. O'Neill (Boston University), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 56.

« On Optimum Non-linear Extraction and Coding Filters », par A. V. Balakrishnan et R. Drenick (Radio Corporation of America), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 166.

« Exact Integral-Equation Solutions and Synthesis for a Large Class of Optimum Time-Variable Linear Filters », par Julius S. Bendat (Ramo-Wooldridge Corp.), Vol. I.T.-2, n° 1, p. 71.

« On the Estimation in the Presence of Noise of the Impulse Response of a Random Linear Filter », par George L. Turin (Hughes Aircraft Co.), Vol. I.T.-3, n° 1, p. 5. — Le filtre envisagé par Turin est le milieu de transmission ; l'auteur détermine à la fois le filtre optimum à utiliser à la réception pour un signal donné et le signal optimum à transmettre.

La prédiction est considérée dans :

« Generalization of the Class of Non-random Inputs of the Zadeh-Ragazzini Prediction Model », par Marvin Blum (Convair), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 76.

« An Extension of the Minimum Mean-Square Prediction Error Theory for Sampled Data », par Marvin Blum, Vol. I.T.-2, n° 3, p. 176.

Statistique des signaux

Les propriétés statistiques des signaux et du bruit sont discutées dans :

« The Correlation Function of a Sine Wave plus Noise after Extreme Clipping », par J. A. McFadden (Naval Ordinance Laboratory), Vol. I.T.-2, n° 2, p. 82. — McFadden établit une forme approchée de la fonction de corrélation dans le cas du bruit gaussien intense.

« The Axis-Crossing Intervals of Random Functions », par J. A. McFadden, Vol. I.T.-2, n° 4, p. 146. — Cette étude met en relation la densité de probabilité des intervalles entre recoupements successifs de l'axe des abcisses, pour tout processus ergodique stationnaire, et la fonction d'autocorrélation du processus obtenu par écrétage extrême. L'espérance mathématique du nombre de zéros par unité de temps est trouvée égale à la moitié de la dérivée à gauche, à l'origine, de la fonction d'autocorrélation normalisée. Si cette fonction d'autocorrélation est quasi linéaire aux petits arguments, la distribution des recoupements avec l'axe est proportionnelle à la dérivée seconde de cette fonction dans le domaine correspondant.

« A Systematic Approach to a Class of Problems in the Theory of Noise and Other Random Phenomena, Part I », par Donald A. Darling (University of Michigan) et Arnold J. F. Siegert (Northwestern University), Vol. I.T.-3, n° 1, p. 32.

« A Systematic Approach to a Class of Problems in the Theory of Noise and Other Random Phenomena, Part II, Examples », par Arnold J. F. SIEGERT, Vol. I.T.-3, nº 1, p. 38.

« First-Order Markov Process Representation of Binary Radar Data Sequences », par George C. SPONSLER (Office of Naval Research), Vol. I.T.-3, nº 1, p. 56.

« On a Cross-Correlation Property for Stationary Random Processes », par John L. BROWN, Jr. (Pennsylvania State University Ordnance Research Laboratory), Vol. I.T.-3, nº 1, p. 28.

« The Measurement of Third-Order Probability Distributions of Television Signals », par W. F. SCHREIBER (Technicolor Corp.), Vol. I.T.-2, nº 3, p. 94. — Schreiber décrit l'appareillage et présente des exemples de distributions du second et du troisième ordre, avec leurs entropies calculées.

Questions diverses

Les publications suivantes traitent de probabilités, de questions mathématiques et logiques, de systèmes de contrôle, de la simulation du cerveau, et de linguistique.

« Generating a Gaussian Sample », par Seymour STEIN (Hycorn Eastern) et James E. STORER (Harvard University), Vol. I.T.-2, nº 2, p. 87. — Dans ce travail, la génération d'un processus discret dont le spectre de puissance est spécifié, est discutée en vue de ses applications à la méthode de Monte Carlo.

« Solution of an Integral Equation Occurring in Theories of Prediction and Detection », par Kenneth S. MILLER (New-York University) et Loftd A. ZADEH (Columbia University), Vol. I.T.-2, nº 2, p. 72.

« The Logic Theory Machine », par Allen NEWELL et Herbert A. SIMON (Rand Corporation), Vol. I.T.-2, nº 3, p. 61. — Les auteurs ont programmé un calculateur digital à usage général en vue de démontrer les théorèmes de la logique symbolique d'une manière simulant les efforts humains dans ces questions.

« Final-Value Systems with Gaussian Inputs », par Richard C. BOOTON, Jr. (M.I.T.), Vol. I.T.-2, nº 3, p. 173. — Cette publication concerne le système optimum de contrôle en vue d'obtenir la valeur finale d'une variable dont la dérivée temporelle est à valeur absolue bornée. Booton trouve préférable d'utiliser seulement cette valeur, avec le signe + ou —1 pour la vitesse, quand la distribution jointe du signal d'entrée et du signal désiré de sortie est gaussienne.

« Tasts of a Call-Assembly Theory of the Action of the Brain, using a Large Digital Computer », par N. ROCHESTER, J. H. HOLLAND, L. H. HAIBT et W. L. DUDA (I.B.M. Research Laboratory), Vol. I.T.-2, nº 3, p. 80. — La simulation d'assemblées cellulaires organisées à partir d'un ensemble non organisé de Neurones a été effectuée sur la machine I.B.M. 704.

« Three Models for the Description of Languages », par A. Noam CHOMSKY (M.I.T.), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 113. — Etude traitant de schémas pour la construction de phrases.

« Cap Analysis and Syntax », par Victor H. YNGVE (Massachusetts Institute of Technology), Vol. I.T.-2, n° 3, p. 106. — Les contraintes entre mots du langage sont étudiées ici au moyen d'histogrammes montrant la fréquence des intervalles de diverses longueurs entre les occurrences d'un mot spécifié et d'un autre mot dans les textes.

Conclusions

Additionnellement aux contributions citées plus haut, quelques excellentes études dues à des hommes de Science étrangers visitant pour la plupart les Etats-Unis, ont paru dans les IRE Transactions on Information Theory. Elles ont été omises ici, à part les travaux considérés comme américains.

Bien que la majorité des publications américaines sur la théorie de l'information aient été faites dans les Transactions, il convient de se rappeler que d'autres revues en contiennent une bonne part, notamment le « Bell System Technical Journal » et que quelques publications ont paru à l'étranger. Néanmoins, les exemples donnés plus haut fournissent une bonne indication du domaine d'intérêt des théoriciens américains de l'information ; ce domaine comprend en effet la mesure de l'information, le codage, la capacité d'information humaine, la détection de signaux dans le bruit, le radar, le filtrage, la prédiction, la statistique des signaux, les mathématiques et les applications. Celles-ci se rapportent particulièrement aux domaines des processus de la pensée et de la linguistique.

VI.2. — THÉORIE DES CIRCUITS

Ce rapport résume brièvement les progrès accomplis aux Etats-Unis depuis 1954 dans le domaine de la Théorie des Circuits. La bibliographie présentée dans les paragraphes qui suivent fait référence aux publications représentatives, au sens large, et n'a pas la prétention d'être exhaustive.

La période triennale faisant l'objet de cette revue a été marquée par un déplacement d'intérêt, graduel mais continuellement accéléré, vers les problèmes posés par les « systèmes » ; ces problèmes sont centrés sur l'analyse des propriétés d'entrée et de sortie de « boîtes closes » et sur leurs interconnexions. Certains observateurs

ont été amenés à penser que la théorie des circuits évolue vers une doctrine plus large, celle de la théorie des *systèmes*. Cette tendance est d'ailleurs accusée par la composition du sujet des « IRE Transactions on Circuit Theory ». D'une manière spécifique, des 118 contributions parues dans ces Transactions depuis mars 1954, 48 traitent des problèmes classiques des réseaux, 54 traitent des problèmes posés par les systèmes et 16 tombent dans la catégorie des questions diverses. Les sujets sélectionnés pour une publication spéciale des Transactions (Servomécanisme, mars 1954 ; Filtres non linéaires, déc. 1954 ; Systèmes variant en fonction du temps, janv. 1955 ; Théorie des signaux, déc. 1956) réflètent une tendance analogue.

Dans le domaine de la théorie classique des réseaux, la plupart des recherches se sont concentrées sur les questions suivantes : 1) synthèse des réseaux à deux terminaux, 2) synthèse de réseaux à paires de terminaux (réciproques et non réciproques), 3) réalisation de filtres à caractéristique donnée, 4) synthèse de réseaux actifs, 5) approximations dans le domaine du temps et de la fréquence, 6) application des matrices de diffusion à l'analyse et à la synthèse de réseaux à paires de n terminaux.

Hors du domaine de la théorie classique des réseaux, les problèmes suivants ont été l'objet d'une attention soutenue : 1) Mise en programme des calculateurs digitaux en vue de la construction pratique des réseaux, 2) amélioration et alignement de réseaux par les techniques expérimentales, 3) analyse et synthèse de systèmes discrets et de circuits séquentiels, 4) synthèse de réseaux stables à partir de composantes instables, 5) analyse de systèmes variables et de systèmes non linéaires, 6) analyse de systèmes à paramètres temporels discrets, 7) analyse de systèmes à grande échelle.

La liste suivante de contributions représentatives se rapporte exclusivement aux développements effectués aux Etats-Unis, et ne mentionne pas les rapports sur les travaux entrepris à l'étranger, publiés dans les revues américaines.

1. — *Concepts fondamentaux et topologie des réseaux*

1. T. C. Doyle. — Topological and Dynamical Invariant Theory of an Electrical Network. *J. Math. and Phys.*, Vol. 34, pp. 81-94, July 1955.

2. S. Seshu. — Topological Considerations in the Design of Driving-Point Functions. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 356-367, Dec. 1955.

3. S. Okada. — Algebraic and Topological Foundations of Network Synthesis. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 283-321, 1955.

4. J. K. Percus. — Matrix Analysis of Oriented Graphs with Irreducible Feedback Loops. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 117-127, June, 1955.

2. — *Synthèse des réseaux à deux terminaux*

1. F. M. Reza. — Conversion of a Brune Cycle with an Ideal Transformer into a Cycle Without an Ideal Transformer. *J. Math. and Phys.*, Vol. 33, pp. 194-198, July 1954.

2. R. H. Pantell. — A New Method of Driving-Point Impedance Synthesis. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, p. 861, May 1954.

3. J. E. Storer. — Relationship between the Bott-Duffin and Pantell Impedance Synthesis. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, p. 1451, Sept. 1954.

4. E. S. Kuh. — Special Synthesis Techniques for Driving-Point Impedance Functions. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 302-308, Dec. 1955.

5. A. Fialkow, I. Gerst. — Impedance Synthesis without Minimization, *J. Math. and Phys.*, Vol. 34, pp. 160-168, Oct. 1955.

6. S. Seshu. — Topological Considerations in the Design of Driving-Point Functions. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 356-367, Dec. 1955.

7. N. De Claris. — An Existence Theorem for Driving-Point Impedance Functions. *J. Math. and Phys.*, Vol. 35, pp. 83-88, April 1956.

3. — *Synthèse des fonctions de transfert*

1. L. Storch. — Synthesis of Constant-Time-Delay Ladder Networks Using Bessel Polynomials. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1666-1675, Nov. 1954.

2. L. Weinberg. — A General RLC Synthesis Procedure. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 427-437, Feb. 1954.

3. A. D. Fialkow, I. Gerst. — RLC Lattice Transfer Functions. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 462-469, April 1955.

4. E. H. Mo. — A General Matrix Factorization Method for Network Synthesis. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 146-153, June 1955.

5. R. H. Pantell. — Minimum-Phase Transfer Function Synthesis. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 133-137, June 1955.

6. A. D. Fialkow. — Networks Without Mutual Reactance. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 79-97, 1955.

7. P. M. Lewis. — The Concept of the One in Voltage Transfer Synthesis. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 316-319, Dec. 1955.

8. H. M. Lucal. — Synthesis of Three-Terminal RC Networks. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 308-316, Dec. 1955.

9. D. Helman. — Tchebycheff Approximations for Amplitude and Delay with Rational Functions. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 385-401, 1955.

10. E. A. Guillemin. — A New Approach to the Problem of Cascade Synthesis. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 347-355, Dec. 1955.

11. D. A. Linden, B. D. Sternberg. — Synthesis of Delay Line Networks. *I.R.E. Trans. on Navigational Electronics*, Vol. ANE-4, pp. 34-39, March 1957.

12. H. Urkowitz. — Analysis and Synthesis of Delay Line Periodic Filters. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-4, pp. 41-53, June 1957.

4. — *Synthèse du domaine temporel*

1. W. H. Kautz. — Transient Synthesis in the Time Domain. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 8-17, June 1954.

2. M. Strieby. — A Fourier Method for Time-Domain Synthesis. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 197-209, 1955.

3. R. A. Pucel. — Network Synthesis for a Prescribed Impulse Response Using a Real-Part Approximation. *J. Appl. Phys.*, Vol. 28, pp. 124-129, Jan. 1952.

5. — *Adaptation et transformation d'impédances*

1. H. J. Carlin. — Gain-Bandwidth Limitations on Equalizers and Matching Networks. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1676-1675, Nov. 1954.

2. R. La Rosa, H. J. Carlin. — A General Theory of Wideband Matching With Dissipative 4-Poles. *J. Math. and Phys.*, Vol. 33, pp. 333-345, Jan. 1955.

3. G. L. Matthaei. — Synthesis of Tchebycheff Impedance- Matching Networks, Filters and Interstages. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 163-172, Sept. 1956.

4. E. F. Bolinder. — Impedance Transformations by an Extension of the Isometric Circle Method to the 3-Dimensional Hyperbolic Space. *J. Math. and Phys.*, Vol. 36, pp. 49-61, April 1957.

5. J. L. Stewart. — Bandwidth Limitations. Equalizers and Transistor Output Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-4, pp. 5-9, March 1957.

6. — *Réalisation de filtres à caractéristique donnée*

1. H. A. Wheeler. — The Potential Analog Applied to the Synthesis of Stagger-Tuned Filters. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 86-96, March 1955.

2. R. P. Sullen, E. L. Key. — A Practical Method of Designing RC Active Filters. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 74-85, March 1955.

3. K. L. Su, B. J. Dasher. — A Solution to the Approximation Problem for RC Low-Pass Filters. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 914-920, July 1956.

7. — *Réseaux passifs non réciproques*

1. H. J. Carlin. — On the Physical Realizability of Linear Non-Reciprocal Networks. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 608-616, May 1955.

2. M. A. Treuhaft. — Network Properties of Circulators Based on the Scattering Concept. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 127-135, June 1956.

8. — *Analyse des signaux d'entrée et de sortie, et fonctions du réseau*

1. E. A. Guillemin. — Relation Between Real and Imaginary Parts in Terms of Delta-Functions. *Proc. Nat. Elec. Conf.*, Vol. 9, pp. 513-532, Feb. 1954.

2. G. Raisbeck. — Definition of Passive Linear Networks in Terms of Time and Energy. *J. Appl. Phys.*, Vol. 24, pp. 1510-1514, Dec. 1954.

3. J. R. Ragazzini, A. R. Bergem. — A Mathematical Technique for the Analysis of Linear Systems. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1645-1650, Nov. 1954.

4. M. S. Corrington, T. Murakami, R. W. Sonnenfeldt. — The Complete Specification of a Network by a Single Parameter. *R.C.A. Review*, Vol. 15, pp. 389-443, Sept. 1954.

5. A. H. Zemanian. — Bounds Existing on the Time and Frequency Responses of Various Types of Networks. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 835-839, May 1954.

6. A. Papoulis. — Displacement of the Zeros of the Impedance $z(p)$. Due to Incremental Variations in the Network Elements. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 79-82, Jan. 1955.

7. S. S. L. Chang. — Two Network Theorems for Analytical Determination of Optimum-Response Physically Realizable Network Characteristics. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 1128-1135, Sept. 1955.

8. R. Boxer, S. Thaler. — A Simplified Method of Solving Linear and Non-linear Systems. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 89-101, Jan. 1956.

9. J. G. Truxal. — Numerical Analysis for Network Design. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 8-17, June 1954.

10. A. Papoulis. — Network Response in Terms of Behavior at Imaginary Frequencies. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 403-421.

11. A. H. Zemanian. — Some Inequalities for Fourier Transforms. *Proc. A.M.S.*, Vol. 8, pp. 468-425, June 1957.

9. — *Techniques d'approximation*

1. L. Storch. — Synthesis of Constant-Time-Delay Ladder Networks Using Bessel Polynomials. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1666-1675, Nov. 1954.

2. A. Papoulis. — Displacement of the Zeros of the Impedance $Z(p)$. Due to Incremental Variations in the Network Elements. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 79-82, Jan. 1955.

3. W. H. KAUTZ. — Transient Synthesis in the Time Domain. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 8-17, June 1954.

4. D. HELMAN. — Tchebycheff Approximations for Amplitude and Delay with Rational Functions. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 385-401, 1955.

5. M. R. AARON. — The Use of Least Squares in System Design. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 224-231, Dec. 1956.

10. — *Circuits actifs*

1. J. G. LINVILL. — RC Active Filters. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 555-564, Feb. 1954.

2. S. J. MASON. — Power Gain in Feedback Amplifier. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 20-25, June 1954.

3. H. A. HAUS. — Optimum Gain of Amplifiers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 263, Feb. 1956.

4. S. J. MASON. — Docile Behavior of Feedback Amplifiers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 920-926, July 1956.

5. R. P. SULLEN, E. L. KEY. — A Practical Method of Designing RC Active Filters. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 74-85, March 1955.

6. D. B. ARMSTRONG, F. M. REZA. — Synthesis of Transfer Functions by Active RC Networks With Feedback Loops. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 8-17, June 1954.

7. J. G. LINVILL. — The Synthesis of Active Filters. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 453-475, 1955.

11. — *Circuits à transistors*

1. H. STATZ, E. A. GUILLEMIN, R. A. PUCEL. — Design Considerations of Junction Transistors at Higher Frequencies. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1620-1628, Nov. 1954.

2. J. J. SURAN, F. A. REIBERT. — Two-Terminal Analysis and Synthesis of Junction Transistor Multivibrators. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 26-38, March 1956.

3. C. C. CHENG. — Neutralization and Unilateralization. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 138-145, June 1955.

4. G. L. MATTHAEI, G. P. PLOTNIKOFF. — Network Theorems for Wideband Transistor Amplifiers. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 425-451, 1955.

5. A. P. STERN, C. A. ALDRIDGE, W. F. CHOW. — Internal Feedback and Neutralization of Transistor Amplifiers. *Proc. P.I.B. Symposium on Net. Syn.*, Vol. 5, pp. 477-505, 1955.

6. G. Y. CHU. — Unilateralization of Junction-Transistor Amplifiers at High Frequencies. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 1001-1006, Aug. 1955.

7. H. L. Armstrong. — A Treatment of Cascaded Active Four-Terminal Networks, with Application to Transistor Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 138-140, June 1956.

12. — *Systèmes variables et non linéaires*

1. J. A. Aseltine, R. R. Favreau. — Weighting Functions for Time-Varying Feedback Systems. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1559-1564, Oct. 1954.

2. Y. H. Ku. — Analysis of Multi-Loop Non-linear Systems. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 6-12, Dec. 1954.

3. K. Klotter. — Steady-State Oscillatons in Non-linear Multi-Loop Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 13-18, Dec. 1954.

4. R. C. Booton, Jr. — Non-linear Control Systems With Random Inputs. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-1, pp. 9-18, March, 1954.

5. W. R. Bennett. — Steady-State Transmission Through Networks Containing Periodically Operated Switches. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 17-21, March 1955.

6. J. H. Laning, Jr., R. H. Battin. — An Application of Analog Computers to the Statistical Analysis of Time-Variable Networks. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 44-49, March 1955.

7. L. A. Pipes. — Four Methods for the Analysis of Time-Variable Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 4-12, March 1955.

8. T. E. Stern. — Piecewise-Linear Network Analysis and Synthesis. *Proc. P.I.B. Symposium on Non-linear Circuit Analysis*, Vol. 6, pp. 315-345, 1956.

9. C. H. Page. — Frequency Conversion with Positive Non-linear Resistors, *Proc. P.I.B. Symposium on Non-linear Circuit Analysis*, Vol. 6, pp. 439-445, 1956.

13. — *Systèmes discrets*

1. D. A. Huffman. — The Synthesis of Sequential Switching Circuits. *J. Frank. Inst.*, Vol. 257, pp. 161-190, 275-303, 1954.

2. G. H. Mealy. — A Method for Synthesizing Sequential Circuits. *B.S.T.J.*, Vol. 34, pp. 1045-1079, Sept. 1955.

3. F. E. Hohn. — A Matrix Method for the Design of Relay Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-2, pp. 154-161, June 1955.

4. D. A. Huffman. — The Syntheis of Linear Sequential Coding Networks. *Proc. 3d Symp. on Inf. Theory*, London, pp. 77-95, 1955.

5. E. F. Moore. — Gedanken-Experiments on Sequential Machines. Automata Studies, pp. 129-151 ; Princeton University Press, 1956.

6. S. Seshu. — On Electrical Circuits and Switching Circuits. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 172-178, Sept. 1956.

7. R. W. Sittler. — Systems Analysis of Discrete Markov Processes. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3, pp. 257-266, Dec. 1956.

8. E. E. Moore, C. E. Shannon. — Reliable Circuits Using Less Reliable Relays. *J. Frank. Inst.*, Vol. 262, pp. 281-297, Sept. 1956.

9. W. H. Huggins. — Signal-Flow Graphs and Random Signals. *Proc. I.R.E.*, Vol. 45, pp. 74-86, Jan. 1957.

14. — « *Signal flow graphs* »

1. S. J. Mason. — Feedback Theory-Further Properties of Signal Flow Graphs. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 920-926, July 1956.

2. O. Wing. — Ladder Network Analysis by Signal-Flow Graph. Application to Analog Computer Programming. *I.R.E. Trans. C. T.*, Vol. CT-3 pp. 289-294, Dec. 1956.

15. — *Systèmes à grande échelle*

1. G. Kron. — A Method of Solving Very Large Physical Systems in Easy Stages. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 680-686, April 1954.

2. Z. Prihar. — Topological Properties of Telecommunication Networks. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, pp. 927-933, July 1956.

N° 261. — Rapport du Comité National à la Sous-Commission VI.3 (Antennes et Guides d'onde)

par

H. V. Cottony, R. S. Elliott, E. C. Jordan, V. H. Rumsey, K. M. Siegel, J. R. Wait et O. C. Woodyard

(*Traduction*)

Sommaire

Les développements récents dans quelques domaines les plus actifs de la théorie des antennes et de la diffraction sont résumés ici. Bien que ce rapport concerne principalement les Etats-Unis, plusieurs références sont faites à la littérature d'autres pays, où des travaux en rapport étroit avec ces théories ont été effectués. Les sujets passés en revue concernent les antennes à large bande, l'optique des micro-ondes aux larges ouvertures, les antennes destinées aux communications par diffusion ionosphérique, les antennes à ondes progressives, les radiateurs à fente, la théorie de la diffraction et de la diffusion.

Les travaux récents sur les antennes à large bande ont été consacrés

principalement aux moyens d'obtenir à la fois des diagrammes de rayonnement et des impédances indépendants de la fréquence. Le problème a reçu une solution provisoirement satisfaisante par le développement de classes d'antennes dépendant seulement des angles. La spirale équiangulaire en fournit d'ailleurs un exemple simple.

En optique des micro-ondes, le désir d'obtenir des faisceaux d'antennes susceptibles de balayer un angle considérable a été largement rempli par la réalisation de lentilles diélectriques légères et à pertes faibles, comme les lentilles sphériques de Luneberg. En utilisant un analogue géodésique de la lentille de Luneberg dans un plan déterminé, il a été possible de balayer, sans aberration, un espace angulaire s'étendant sur 40 largeurs de faisceau.

Un gain d'antenne très élevé, indispensable à la propagation par diffusion ionosphérique aux VHF, a été obtenu par l'usage d'antennes rhombiques horizontales allongées, et plus récemment par l'usage d'antennes dièdres alimentées par des réseaux de dipôles collinéaires. Ces derniers aériens présentent l'important avantage, pour cette application, de présenter de très faibles lobes secondaires.

Vu leur adaptabilité aux problèmes aérodynamiques, les antennes à ondes progressives ont été, ces dernières années, l'objet de beaucoup d'attention. Parmi les formes considérées mentionnons les surfaces ondulées et celles revêtues de couches diélectriques simples ou doubles. Le problème du lancement des ondes a été étudié d'une manière assez extensive, et récemment un certain intérêt a été porté aux problèmes de synthèse et de balayage, pour les structures à ondes lentes. Des progrès ont continué à être accomplis dans l'exploitation des systèmes à ondes rapides, et dans la question du lancement des ondes et de la polarisation. Les lignes à rubans prennent actuellement une place importante comme systèmes d'alimentation des antennes à ondes progressives.

Ces dernières années ont été marquées par des recherches étendues sur les antennes aérodynamiques. Celles-ci prennent souvent la forme de fentes ou d'ouvertures dans la surface métallique de l'avion. Le diagramme de rayonnement d'une fente dépend de la forme de la surface dans laquelle cette fente est taillée ; pour des formes compliquées, il convient de faire appel à l'expérience. Toutefois, certaines formes géométriques simples ont fait l'objet d'une étude mathématique. Ces formes simples comprennent celles du cylindre à base circulaire, du demi-plan, du coin, de la sphère, du cylindre elliptique, du sphéroïde allongé ou aplati, du cône. Diverses combinaisons de ces formes ont été étudiées, comprenant la protubérance semi-circulaire sur un plan de terre, le coin arrondi, le cône à sommet sphérique.

Le problème de la radiation d'ouvertures découpées dans une surface métallique est directement lié à celui consistant à calculer par réciprocité les courants excités sur une surface par une onde incidente. En conséquence directe du théorème de réciprocité, une connexion intime existe entre la radiation d'une fente et la diffraction ou la diffusion. Ainsi, l'ensemble des connaissances relatives à la diffraction et la diffusion peuvent être envisagées comme partie intégrante de la théorie des antennes. Dans cette

dernière période triennale, un effort considérable a été accompli dans le but d'obtenir de nouvelles solutions exactes, de nouvelles solutions approchées, et une meilleure compréhension physique du mécanisme de la diffusion. Toutes les formes géométriques simples mentionnées plus haut ont été étudiées théoriquement, et des travaux expérimentaux étendus ont été effectués parallèlement.

Parmi les méthodes les plus fertiles mentionnons celles asymptotiques de KLINE et KELLER, celle de LOGAN et celle de FOCK qui permet d'obtenir des résultats asymptotiques par une analyse locale.

ANTENNES A LARGE BANDE

Les travaux récents dans ce domaine concernent surtout l'obtention d'un diagramme de rayonnement et d'une impédance ne dépendant pas de la fréquence. Le problème relatif au diagramme est beaucoup plus complexe et difficile que celui de l'impédance, et a nécessité par conséquent plus d'efforts. Une méthode fructueuse consiste à envisager des formes d'antennes dépendant exclusivement d'angles, et dont le cornet biconique constitue un exemple familier. Cependant, il existe une variété étendue de ces formes, représentée par la formule $r = F(\theta)e^{a\varnothing}$ (r, θ, $\varnothing$ = coordonnées polaires, a = constante, $F(\theta)$ = fonction arbitraire de θ). L'intersection de l'une de ces surfaces par le cône $\theta = c^{te}$ est donnée par $r = Ae^{a\varnothing}$, équation de la spirale équiangle.

De telles antennes sont indéfiniment étendues. Le problème clé consiste donc à voir dans quelle mesure le diagramme d'une portion finie de ces antennes converge vers le diagramme de la structure indéfiniment étendue, lorsque la fréquence augmente. Pour le cornet biconique ($a = \infty$), il est bien connu que les diagrammes mesurés ne présentent aucun signe de convergence. Des mesures récentes ont porté sur des formes caractérisées par des valeurs finies de a ; un résultat remarquable est que la convergence se manifeste d'une manière pratiquement indubitable. En fait, relativement à la longueur d'onde, la distribution de courant reste constante et concentrée sur une plage dont le diamètre est de l'ordre de la longueur d'onde (l'ouverture effective peut être contrôlée d'une manière utilisable en choisissant convenablement la forme l'aérien. En conséquence, le diagramme et l'impédance de telles antennes ne dépendent pratiquement pas de la fréquence, au-dessus d'une certaine limite.

Des résultats remarquables ont été obtenus également pour des

structures planes de forme définie par $\emptyset$ = fonction périodique de log γ. Ainsi, p désignant la période de log γ, l'antenne indéfinie demeure essentiellement la même pour deux longueurs d'onde dans le rapport e^p. Ici se pose le problème additionnel de choisir p assez petit pour que la variation sur une période soit insignifiante. Il apparaît d'ailleurs que cette condition peut être très aisément réalisée en pratique. Pour un ensemble étendu de ces formes d'antennes, il a été démontré que les performances de la structure finie sont pratiquement indépendantes de la fréquence, au-dessus d'une certaine limite.

Optique des micro-ondes aux larges ouvertures angulaires

Depuis la dernière Assemblée Générale de l'U.R.S.I., les exigences relatives aux balayages grand-angulaires ont donné une impulsion nouvelle aux investigations sur l'optique des micro-ondes.

Bien que la plupart des travaux récents se rapportent aux lentilles, une certaine attention a été apportée à l'amélioration du réflecteur toroïdal. On a pu montrer, notamment, que le tore elliptique produit un front d'onde de phase s'approchant mieux de la planéité que celui du tore parabolique ; ce tore elliptique donne également un faisceau plus étroit, aux ouvertures très larges.

Dans le domaine des lentilles pour micro-ondes, l'attention s'est reportée sur les lentilles diélectriques, du fait des développements nouveaux dans la technique de production des matériaux diélectriques légers à faibles pertes. Des lentilles diélectriques grand-angulaires ont été basées sur le principe consistant à établir une lentille cylindrique stigmatique et à faire tourner une section de cette lentille cylindrique autour de l'axe de symétrie de la section. De telles lentilles ne sont généralement pas stigmatiques ; cependant, les résultats expérimentaux restent excellents pour des angles de balayage de 7 à 14 ouvertures de faisceau (suivant le rapport f/d).

Les techniques améliorées concernant les diélectriques, mentionnées plus haut, ont permis de construire des lentilles sphériques de Luneberg applicables à la plupart des micro-ondes. L'étude théorique et expérimentale de cette lentille a ainsi reçu une impulsion nouvelle. Additionnellement à la considération de lentilles sphériques, une certaine activité s'est manifestée concernant l'analogue géodésique de la lentille de Luneberg dans un seul plan.

Au moyen de cet analogue géodésique un radar à balayage opérant sur 40 largeurs de faisceau a pu être développé.

RÉFÉRENCES

1. G. D. M. Peeler, D. H. Archer. — A Toroidal Microwave Reflector. *I.R.E. National Convention*, March 1956.
2. F. S. Holt, A. Mayer. — A Design Procedure for Dielectric Microwave Lenses of Large Aperture Ratio and Large Scanning Angle. *I.R.E. Transactions on Antennas and Propagation*, Jan. 1957.
3. R. L. Sternberg. — Elementary Methods in the Numerical Design of Microwave Dielectric Lenses. *Journal of Mathematics and Physics*, Vol. 34, Jan. 1956.
4. R. M. Brown. — Dielectric Bifocal Lenses. *I.R.E. National Convention*, March 1956.
5. E. H. Braun. — Radiation Characteristics of the Spherical Luneberg Lens. *I.R.E. Transactions on Antennas and Propagation*, April 1956.
6. J. S. Hollis, M. W. Long. — A Luneberg Lens Scanning System. *I.R.E. Transactions on Antennas and Propagation*, Jan. 1957.

Aériens destinés aux communications par diffusion ionosphérique sur VHF

Une caractéristique importante de la propagation par diffusion ionosphérique est la perte relativement élevée par réflexion sur les couches ionosphériques. Suivant la fréquence et la longueur du trajet les pertes peuvent s'élever à 70 ou 100 db au-dessus des pertes dans l'espace libre. Ces pertes importantes nécessitent le recours à des puissances élevées et à des antennes à gain élevé à l'émission et à la réception. Les premiers aériens utilisés dans ces applications furent des antennes rhombiques horizontales étendues sur 25 à 50 longueurs d'onde. De telles antennes sont encore utilisées, particulièrement dans les buts expérimentaux, et sur quelques trajets en opération. Certains de leurs inconvénients, par exemple l'aire énorme occupée, le niveau relativement élevé des lobes secondaires, la radiation arrière, etc. ont déterminé la tendance à y substituer des structures plus compactes ayant des lobes secondaires beaucoup moins accusés. Des antennes-dièdre alimentées par des réseaux de dipôles collinéaires ont été installées en beaucoup de stations terminales. La majorité des dièdres existants a des dimensions de 5 longueurs d'onde en largeur, 3 longueurs d'onde

en hauteur, et des angles d'ouverture de 60°. L'élément actif comporte au moins 8 dipôles demi-onde.

Les problèmes actuellement les plus ennuyeux résultent de la propagation à trajets multiples due à la forte activité solaire. En conséquence l'intérêt continue à être porté aux antennes à faibles lobes secondaires.

Une condition qui sera vraisemblablement posée dans l'avenir consiste dans la possibilité d'incliner le faisceau d'une dizaine ou d'une vingtaine de degrés sur le grand cercle. Cette condition est rendue désirable d'une manière très sigfinicative à la propagation par diffusion. Comme la direction d'arrivée des météores dépend de l'heure du jour, il convient donc de donner à l'antenne une direction appropriée, en concordance avec ce phénomène.

Radiateurs a fente

Les recherches sur les antennes à profil aérodynamique ont été très actives pendant les trois ou quatre dernières années. Dans la plupart des cas, la forme de ces radiateurs est celle d'une fente ou d'une ouverture rectangulaire étroite pratiquée dans une surface métallique d'avion, fuselage, aile, ou stabilisateur. Le diagramme de radiation d'une telle antenne dépend étroitement de la forme de la surface sur laquelle elle est établie. Pour cette raison, il convient souvent de recourir à l'expérience, à pleine échelle ou sur un modèle réduit. Parfois le corps est schématisé de manière à permettre un traitement mathématique rigoureux. Les formes usuelles, classées approximativement dans l'ordre des complexités, sont le cylindre circulaire, le demi-plan, le coin, la sphère, le cylindre elliptique, le sphéroïde allongé et aplati, le cône. Diverses combinaisons de ces formes sont possibles, par exemple la protubérance semi-circulaire sur le plan de terre, le coin arrondi cylindriquement, le cône à sommet sphérique. Bien qu'aucune de ces formes ne concorde avec celles de l'avion moderne ou de la fusée, celles-ci constituent des modèles permettant d'étudier l'influence de divers facteurs comme l'extension et la courbure des surfaces portant les fentes. De plus, l'effet des arêtes aigues des surfaces peut être estimé à partir d'une étude de la configuration du champ dans le voisinage d'une arête ou d'un sommet.

Le présent rapport a pour but de résumer quelques-uns des travaux récents dans ce domaine. Il doit être observé, au préalable,

que la radiation d'une fente ou d'une ouverture dans une surface métallique peut être déduite, par réciprocité, des courants induits sur la surface par une onde incidente (1). Il existe une connexion intime entre la diffraction et la diffusion, en conséquence directe du théorème de réciprocité (2). Par conséquent, toute liste bibliographique concernant les antennes à fente devrait comprendre les références relatives aux aspects de la théorie de la diffraction, pour autant qu'ils aient une signification au sens réciproque.

Vu sa simplicité, le cylindre circulaire a joui d'un traitement de faveur. Une méthode d'approche consiste à développer le champ en série de Fourier sous la forme

$$\sum_{m=0}^{\infty} A_m \cos m \Phi$$

où Φ est l'azimut, A_m un coefficient, et m un entier quelconque. Le coefficient A_m dépend de la longueur de la circonférence du cylindre, en longueurs d'onde (c'est-à-dire $ka = 2\pi a/\lambda$; A_m est déterminé directement à partir de la distribution imposée sur la fente). Cette méthode a été utilisée par Silver et Saunders (3) afin d'obtenir l'expression exacte du champ extérieur au cylindre circulaire infini, pour une distribution spécifiée du potentiel de surface. L'intégrale singulière de la solution peut être résolue par la méthode du col lorsque l'observateur se trouve dans la zone de Fraunhofer. Des résultats numériques développés, et des diagrammes pour des fentes circonférentielles demi-onde, pour $ka = 2{,}3$ et 5 et divers angles d'élévation, ont été présentés par Wait et Kahana (4). Dans ce cas, le champ est en général à polarisation rectiligne dans les plans principaux, et à polarisation elliptique pour les autres directions. Des résultats numériques analogues pour des fentes axiales et circonférentielles sur des cylindres larges ont été obtenus par Bailin (5) pour $ka = 8$ et 15, et par Wait et d'autres pour diverses valeurs de ka jusque 21 (6,7).

Les diagrammes de fentes circonférentielles simples et par paire sur des cylindres circulaires ont été mesurés pour la bande S par Keys (8) dans une région plane parallèle, et ont été trouvés en bon accord avec les données calculées (7). Les diagrammes d'antennes-stub et d'antennes-fentes sur des cylindres ont été mesurés directement par Bain (9), pour diverses antennes, et ont également été trouvés conformes à la théorie, pour ka variant entre 3 et 21.

Dans la plupart des travaux mentionnés, le champ est développé en série harmonique. Cette série, qui contient des fonctions de Bessel d'ordre entier, converge lentement dès que ka dépasse l'unité. Il faut conserver en général 2 ka termes afin d'obtenir une précision de 2 %. Par une extension de la méthode classique de G. N. Watson, cette série lentement convergente peut être convertie en une intégrale de contour, laquelle peut à son tour être convertie en une nouvelle série après déformation du chemin d'intégration. Les termes individuels sont les résidus des pôles encerclés par le contour déformé. Pour cette raison, une telle représentation est appelée « série de résidus ». Cette technique a été appliquée au problème du cylindre circulaire fendu par Sensiper (11) et d'autres (7, 12). Une technique très similaire a été appliquée au problème réciproque de la diffraction par un cylindre circulaire par Franz (13, 14) et Imai (15). Parfois des résidus sont appelés « ondes rampantes » (16) parce qu'ils ont les caractéristiques d'ondes se propageant le long du cylindre avec une atténuation exponentielle.

La représentation du diagramme d'une antenne cylindrique fendue par une série de résidus est très rapidement convergente dans la direction opposée à la fente (c'est-à-dire, directement dans l'ombre). D'autre part, le champ dans la direction avant (c'est-à-dire la région illuminée) peut être obtenu par les méthodes de l'optique géométrique (17). Des difficultés se présentent dans la région de transition au voisinage de la limite classique d'ombre et de lumière. Quelques améliorations mineures peuvent être apportées en introduisant des termes d'optique géométrique d'ordre supérieur (12). Cependant, la représentation par une série harmonique permet de montrer que, dans le voisinage de cette frontière, le champ est pratiquement indépendant de ka, et par conséquent un point calculé sur la limite d'ombre et de lumière est toujours disponible. Il doit donc être possible d'interpoler entre la représentation par l'optique géométrique et la série de résidus. La nature du champ dans cette région de transition a été étudiée expérimentalement à Harvard (18) en examinant les courants excités sur un cylindre circulaire par une onde plane incidente. Un accord surprenant avec la théorie approchée de Fock (19) fut ainsi obtenu.

L'impédance mutuelle de fentes sur le cylindre circulaire est beaucoup plus difficile à calculer que les diagrammes parce que la technique du col n'est plus applicable. Cependant, si les fentes sont

axiales et de longueur infinie, il est possible de calculer leur couplage au moyen d'une série harmonique (20) ou d'une série de résidus (21). Il est possible d'obtenir la conductance de radiation de fentes finies sur un cylindre par l'intégration du vecteur de Poynting dans la zone de Fraunhofer (22, 23, 24). Une justification mathématique du procédé a été présentée par Northover (25). L'impédance mutuelle générale entre fentes de longueur finie sur le cylindre circulaire, cependant, n'a jamais été établie sous une forme appropriée au calcul.

Une analyse générale a été effectuée concernant une fente arbitraire sur le cylindre elliptique (26). Des données numériques extensives ont été établies dans le cas limite (27) où le petit axe est nul (c'est-à-dire le ruban). La distribution de courant qui s'y rapporte a été évaluée pour un certain intervalle de largeurs (28). Les diagrammes et conductances de fentes infinitésimales sur des cylindres elliptiques de petit axe fini ont été donnés par Wong (24, 29).

Les méthodes utilisées pour traiter le cas des fentes sur la sphère sont très similaires à celles employées dans celui du cylindre. En utilisant une représentation par une série harmonique, Karr (30) a calculé les diagrammes de fentes annulaires. Quand l'excitation de la fente n'est pas uniforme, l'algorithme devient beaucoup plus compliqué parce qu'il n'y a plus symétrie azimutale (31). Des données numériques ont été obtenues pour ce cas, dans un intervalle modéré de ka (32, 33). L'application de la série des résidus au calcul des diagrammes principaux de fentes finies sur la sphère a été faite pour de grandes valeurs de ka (34), en bon accord avec les données expérimentales de Cohn (35) et Bain (32). Très récemment, une analyse générale a été effectuée par Mushiake et Webster (32) concernant les champs produits par des fentes arbitraires sur une sphère en utilisant la représentation en série harmonique. Les auteurs ont effectué le calcul des diagrammes de radiation pour des fentes demi-onde dans les plans principaux, et celui du gain de puissance.

L'impédance mutuelle entre fentes sur une sphère a été calculée récemment au moyen d'une représentation par une série de résidus, utilisable quand la distance angulaire des fentes n'est pas petite. Une nouvelle représentation par une série (36) a été développée pour le cas des petites distances angulaires (celui de la courbure

faible). Le premier terme de cette série correspond à l'impédance mutuelle de fentes sur une surface plane ; les termes successifs en contiennent les puissances inverses de *ka*.

La radiation de fentes sur des coins a fait l'objet d'études considérables. Une analyse générale du cas d'une fente arbitraire dans un coin arrondi en cylindre a été faite pour toute direction (37). Sur cette base des résultats numériques ont été obtenus pour les diagrammes de fentes parallèles à l'arête d'un demi-plan (c'est-à-dire pour un coin d'angle 2) et d'un coin à angle droit (38, 27). Un traitement similaire des ouvertures rayonnantes sur un demi-plan a été effectué par Tai (39) d'une manière élégante. Une attention particulière a été apportée au cas d'une fente perpendiculaire à une arête et placée dans le voisinage de l'arête d'un demi-plan (27). Une telle fente, appelée « entaille », présente quelques propriétés radiatives intéressantes. Les conductances de fentes demi-ondes sur des cylindres circulaires et elliptiques, sur des coins et des demi-plans ont été comparées afin d'illustrer l'influence des arêtes et des courbures (40). Les travaux plus récents sur les fentes taillées dans des coins concernent les représentations asymptotiques qui sont plus appropriées aux calculs quand la distance de la fente à l'arête du coin est élevée comparativement à la longueur d'onde. Schensted et Maffett (41) ont montré que les termes d'optique géométrique peuvent être séparés dans la solution générale, en sorte que des vues nouvelles concernant le problème du coin en résultent. Les difficultés associées aux développements asymptotiques dans la zone de transition ombre-lumière ont été résolues par Felsen (42), en appliquant les données récentes d'Oberhettinger (43, 44).

Un modèle très prometteur pour étudier la radiation de fentes sur des corps finis de forme non sphérique est le sphéroïde allongé ou aplati. Le cas limite du sphéroïde aplati d'épaisseur infinitésimale (le disque) a été étudié en détail par Flammer (45) pour une source dipolaire arbitraire. Les formules obtenues par cet auteur, quand on les adapte au cas d'un dipôle magnétique tangentiel placé sur la surface d'un disque, sont directement applicables à la radiation d'une fente sur un disque circulaire. Malheureusement, les résultats numériques concernant les fentes sur des sphéroïdes se rapportent uniquement à des cas simples à symétrie azimutale (46) et à l'excitation uniforme de fentes annulaires sur des sphé-

roïdes allongés ou aplatis (47). Grâce à la publication récente de tables complètes des coefficients relatifs aux fonctions spheroïdales (48, 49), il est à espérer que les résultats formels de Flammer pour le cas non symétrique d'une fente arbitraire sur le sphéroïde même aplati pourront être utilisés aux fins d'en déduire des diagrammes de rayonnement. Une solution complète pour une fente arbitraire sur un sphéroïde quelconque (autre que le disque ou la sphère) ne paraît pas possible. Il semble que les résultats de Schultz (50) pour une onde plane diffusée par un sphéroïde pourraient être étendus sans trop de difficultés. Des résultats numériques basés sur une telle solution seraient en tout cas très désirables.

Le problème très complexe des fentes sur le cône a été résolu d'une manière approchée par Bailin et Silver (51). La solution implique le recours aux fonctions de Legendre et de Bessel d'ordre fractionnaire. Une étude numérique basée sur cette solution paraît très difficile, bien qu'elle soit indispensable pour prévoir l'effet de la pointe du cône sur le rayonnement. Une comparaison intéressante avec les résultats de Bailin et Silver a été faite par Siegel et al. (17) en utilisant une méthode d'optique géométrique. Les représentations diverses, mais équivalentes, pour le champ des fentes sur le cône ont été discutées en détail par Felsen (52). Ce dernier travail pourrait bien ouvrir la voie aux investigations numériques futures sur le problème du cône.

La plupart des investigations mentionnées plus haut peuvent être classées sous le titre de « problème extérieur ». Dans ces dernières, la distribution du champ sur la fente est donnée à priori, sans référence à la nature du système d'alimentation. Pour des fentes ou des ouvertures électriquement petites, la distribution réelle au champ n'influence pas les champs extérieurs. De plus, la distribution supposée sinusoïdale sur la fente paraît très convenable, même si la fente est demi-onde, à condition que sa largeur soit faible par rapport à sa longueur. Cependant, en général, la région intérieure ne peut pas être considérée séparément de la région extérieure puisque chacune des deux régions détermine la distribution du champ sur la fente. Le travail de Stevenson (53) sur cette question est maintenant classique. Cet auteur a traité le problème de l'adaptation des modes à l'intérieur de guides rectangulaires par des fentes résonantes minces percées dans la paroi vers la région extérieure.

Récemment, Oliner (54) en a fourni quelques extensions utiles et a développé des formules pour le circuit équivalent à une fente (résonante ou non résonante)percée dans la bande la plus large d'un guide rectangulaire à épaisseur de paroi finie. Ses résultats expérimentaux sont en accord exceptionnel avec la théorie. Quelques données expérimentales supplémentaires pour les fentes inclinées et transverses dans la bande étroite et la bande large d'un guide rectangulaire ont été décrites récemment (55, 56).

Dans les travaux théoriques de Stevenson et Oliner, la région extérieure a été identifiée au demi-espace limité par la surface plane infinie qui prolonge la paroi large du guide. La modification qui doit être apportée aux formules de Stevenson pour les fentes résonantes, afin de tenir compte de l'extension finie et de la courbure de la surface limite a été discutée par Wait (6, 40). Des travaux étendus concernant l'analyse des fentes dans les guides d'onde multimodes ont été effectués à Berkeley (57, 58, 59).

Les effets associés à la couverture des fentes par une couche diélectrique (comme le tissu) ont été étudiés avec une certaine attention (6, 38, 60). Une solution générale existe actuellement pour le champ d'une fente arbitraire dans un cylindre métallique à couverture diélectrique concentrique (61). Quelques résultats numériques ont été obtenus pour des valeurs de ka allant jusqu'à 8, pour diverses constantes diélectriques et diverses épaisseurs de couche (61).

Le calcul du diagramme d'un réseau de fentes est ordinairement fait à la manière classique. Cette technique repose sur le principe de superposition (6, 62), suivant lequel le champ total de N fentes s'obtient par une simple addition de variables complexes. Pour cette raison, la phase relative aussi bien que l'amplitude du champ rayonné par une fente individuelle doivent être connues. Dans certaines applications aux radiophases les potentiels induits sur les paires de fentes tracées dans des cylindres peuvent être ajustés avant addition de manière à obtenir les diagrammes omnidirectionnels (63). Quelques problèmes spéciaux relatifs aux longs réseaux de fentes ont été discutés (64, 65, 66). Les radiations d'une fente large (67), d'une fente en U (68), de fentes croisées (69), ont été considérées également.

Le champ de fentes sur les surfaces cylindriques convexes à courbure lentement variable pourrait être investigué en y adaptant

la théorie géométrique de la diffraction due à Keller (70). Dans les travaux récents de cet auteur sur la diffraction par un cylindre convexe (71), une méthode est proposée pour évaluer les courants superficiels excités par une onde incidente plane ou cylindrique. Le théorème de réciprocité, appliqué avec précaution, doit fournir l'indicatrice d'une fente tracée sur un tel cylindre. Une génération de la méthode de Keller (71) pour le cylindre convexe et de la solution de Fock (19) pour le cylindre parabolique a été donnée par Logan (72) pour la région pénombrée. Cet auteur montre qu'au moyen d'une table de deux fonctions auxiliaires, les diagrammes de fentes sur le cylindre circulaire ou elliptique, sur le sphéroïde allongé ou aplati, et sur d'autres surfaces courbes, peuvent être calculés avec une précision suffisante pour les applications pratiques. Ce travail de Logan constitue, par conséquent, une importante contribution à ce champ d'études.

La revue bibliographique qui suit a été conçue de manière à fournir brièvement une vue d'ensemble des travaux récents sur les antennes à fente. On espère qu'elle pourra servir de guide aux travaux futurs dans ce domaine, et qu'elle préviendra la duplication des efforts.

REFERENCES

1. George Sinclair. — The Pattern of Slotted-Cylinder Antennas. *Proc. Inst. Radio Engrs.*, Vol. 36, pp. 1487-1492, Dec. 1948.
2. K. M. Siegel, A. L. Maffett. — Relation of Scattering Problems to Radiation from Simple Shapes, paper presented at Wescon, Los Angeles, Aug. 1956.
3. S. Silver, W. K. Saunders. — The External Field Produced by a Slot on an Infinite Circular Cylinder. *J. Appl. Phys.*, Vol. 21, pp. 153-158, Feb. 1950.
4. J. R. Wait, S. H. Kahana. — Calculated Patterns of Circumferential Slots on a Circular Conducting Cylinder. *Can. Jour. Tech.*, Vol. 33, pp. 77-97, Jan. 1955.
5. L. L. Bailin. — Field Produced by a Slot on a Large Circular Cylinder. *Trans. I.R.E.* (*P.G.A.P.*), Vol. AP-3, p. 128, July 1955.
6. J. R. Wait. — Radiation Characteristics of Axial Slots on a Conducting Cylinder. *Wireless Engineer*, Vol. 32, pp. 316-323, Dec. 1955 (see also Addendum to Radio Physics Lab. Report 19-0-11, Nov. 1954, Ottawa, Canada). (A paper entitled « Pattern of a Flush Mounted Microwave Antenna » dealing with this subject is to be published in the *N.B.S. Journal of Research.*)

7. J. R. Wait, J. Kates. — Radiation Patterns of Circumferential Slots on Moderately Large Conducting Cylinders, Monograph n° 167R, Institution of Electrical Engineers (London), republished in *Proc. I.E.E.*, Vol. 103, Pt. C, Sept. 1956.

8. J. E. Keys. — The Radiation Pattern of Slotted Cylinders Measured in the Parallel Plate Region. *Radio Physics Lab.*, Project Report n° 5-0-2 (Ottawa), Oct. 1955.

9. J. Bain. — Radiation Pattern Measurements of Stub and Slot Antennas on Spheres and Cylinders. *Technical Report*, n° 42, Stanford Research Institute, Stanford, California, April 1953.

10. J. R. Wait, K. Okashimo. — Patterns of Stub Antennas on Cylindrical (and Semi-Cylindrical) Surfaces. *Can. Jour. Phys.*, Vol. 34, pp. 190-202, Feb. 1956.

11. S. Sensiper. — Cylindrical Radio Waves. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-5, pp. 56-70, Jan. 1957.

12. L. L. Bailin, R. J. Spellmire. — Convergent Representations For the Radiation Fields from Slots in Large Circular Cylinders. *Tech. Memo.*, n° 386, Microwave Laboratory, Hughes Aircraft Company, July 1955.

13. W. Franz. — The Green's Functions of Cylinders and Spheres. *Zeit. Naturforschung.*, Vol. 9A, pp. 705-716, Sept. 1954.

14. W. Franz, R. Galle. — Semiasymptotic Series for the Diffraction of a Plane Wave by a Cylinder. *Zeit. Naturforschung.*, Vol. 10*a*, pp. 374-378, May 1955.

15. I. Imai. — The Diffraction of Electromagnetic Waves by a Circular Cylinder. *Zeit. Physik*, Vol. 137, pp. 31-48, 1954.

16. W. Franz, P. Beckman. — Creeping Waves for Objects of Finite Conductivity. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 203-208, July 1956.

17. R. F. Goodrich, A. L. Maffett, N. Reitlinger, C. E. Schensted, K. M. Siegel. — Studies in Radar Cross Sections XXII, Elementary Slot Radiators. *Engineering Res. Inst.*, Ann Arbor, Mich., Nov. 1956.

18. L. Wetzel, D. B. Brick. — An Experimental Investigation of High-Frequency Current Distributions on Conducting Cylinders. *Scientific Report n°* 4, Cruft Laboratory, Harvard University, Dec. 1955.

19. V. Fock. — Distribution of Currents Induced by a Plane Wave on the Surface of a Conductor. *Jour. Physics* (*U.S.S.R.*), Vol. 10, pp. 130-140, 1946.

20. C. H. Papas, Ronold King. — Currents on the Surface of an Infinite Cylinder Excited by an Axial Slot. *Quart. Appl. Math.*, Vol. 16, pp. 175-182, 1948.

21. W. S. Lucke. — Mutual Admittance of Slots in Cylinders. *Technical Report* n° 36, Stanford Research Institute, Stanford, California, Feb. 1953.

22. J. R. WAIT, J. Y. WONG. — Radiation Conductance of Slots in Plane and Curved Conducting Surfaces, paper presented by *Symposium on Electromagnetic Theory*, Ann Arbor, Michigan, June 1955.

23. D. G. H. FROOD, K. W. ARMSTRONG. — The (Measured) Admittance of Axial Slots Cut in Metal Cylinders. *Radio Physics Lab. Project Report* nº 19-0-17, Aug. 1955.

24. J. Y. WONG. — Radiation Conductance of Axial and Transverse Slots in Cylinders of Elliptical Cross Section. *Proc. I.R.E.*, Vol. 41, pp. 1172-1177, Sept. 1953.

25. F. H. NORTHOVER. — On the Electromagnetic Field Produced by a Thin Transverse Slot in a Cylindrical Antenna. Pts. I and II. *Radio Physics Lab. Project Report* nº 19-0-16, Aug. 1955.

26. J. R. WAIT. — Field Produced by an Arbitrary Slot on an Elliptic Cylinder. *Jour. Appl. Physics*, Vol. 26, pp. 458-463, April 1955.

27. J. R. WAIT, R. E. WALPOLE. — Calculated Radiation Characteristics of Slots Cut in Metal Sheets. *Can. Jour. Technology*, Pt. I, Vol. 33, pp. 211-227, May 1955, and Pt. II, Vol. 34, pp. 60-70, Jan. 1956.

28. J. R. WAIT, M. O'GRADY. — Surface Currents Excited by an Infinite Slot on Half-Planes and Ribbons. *Itrans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 47-50, Jan 1956.

29. J. Y. WONG. — Radiation Patterns of Slotted Elliptic Cylinder Antennas. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, pp. 200-203, Oct. 1955.

30. P. R. KARR. — Rádiation Properties of Spherical Antennas as a Function of Location of the Driving Force. *Jour. Res. N.B.S.*, Vol. 46, pp. 422-436, 1951.

31. C. T. TAI. — Some Electromagnetic Problems Involving a Sphere. *Technical Report* nº 41, Stanford Research Institute, Stanford, California April 1953.

32. Y. MUSHIAKE, R. E. WEBSTER. — Radiation Characteristics with Power Gain for Slots on a Sphere. *Trans. I.R.E.* (*P.G.A.P.*), Vol. AP-5 pp. 47-55, Jan. 1957.

33. D. MCCOY. — Numerical Calculations of Admittances of Narrow Zonal Slots in a Sphere. *Tech. Rep.*, nº 522-8, Antenna Lab., U. S. Army Signal Corps, Fort Monmouth, N. J., April 1954. Also see R. C. HANSEN unpublished work dealing with the non-symmetrical excitation of the spherical antenna, Univ. of Illinois.

34. J. R. WAIT. — Radiation Pattern of an Antenna Mounted on a Surface of Large Radius of Curvature. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, p. 694, May 1956.

35. S. B. COHN, T. MORITA. — Microwave Radiation From Large Finite Bodies. *Technical Report* nº 48, Stanford Research Institute, Stanford, California, Jan. 1955.

36. J. R. WAIT. — Currents Excited on a Conducting Surface of Large Radius of Curvature. *Trans. I.R.E.*, Vol. M.T.T.-4, pp. 143-145, July 1956 (for a more general treatment see « Radiation from a Vertical

Antenna over a Curved Stratified Ground. *Jour. Res. of N.B.S.*, Vol. 56, pp. 230-240, July 1956).

37. J. R. WAIT, S. KAHANA. — Radiation From a Slot on a Cylindrically Tipped Wedge. *Can. J. Phys.*, Vol. 32, pp. 714-722, Nov. 1954.

38. D. G. FROOD, J. R. WAIT. — An Investigation of Slot Radiators in Metal Plates. *Proc. Inst. Elect. Engs.*, Vol. 103, Pt. B, pp. 103-110, Jan. 1956.

39. C. T. TAI. — Radiation From Current Elements and Apertures in the Presence of a Perfectly Conducting Half Plane. *Technical Report* nº 45, Stanford Research Institute, Stanford, California, July 1954.

40. J. R. WAIT. — On the Conductance of Slots. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 124-127, April 1956.

41. C. E. SCHENSTED, A. L. MAFFETT. — Evaluation of the Field Produced by Slots on a Wedge, paper presented at Spring U.R.S.I. meeting at Washington, D. C., May 1956.

42. L. B. FELSEN. — Radiation from Slots on a Perfectly Conducting Wedge, paper presented at Wescon, Los Angeles, Aug. 1956 ; also see *Memo* nº 13 from Electrophysics Group, Polytechnic Institute of Brooklyn, May 1956.

43. F. OBERHETTINGER. — Diffraction of Waves by a Wedge. *Comm. Pure and Appl. Math.*, Vol. 4, pp. 75-94, 1951.

44. F. OBERHETTINGER. — On Asymptotic Series for Functions Occurring in the Theory of Diffraction of Waves by Wedges. *Jour. Math. Phys.*, Vol. 34, pp. 245-255, 1956.

45. C. FLAMMER. — Radiation from Electric and Magnetic Dipoles in the Presence of a Conducting Circular Disk. *Tech. Rep.* nº 49, Stanford Research Institute, Feb. 1955.

46. J. MEIXNER. — The Radiation Pattern and Induced Current in a Circular Antenna with a Circular Slit. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 408-411, July 1956.

47. H. A. MYERS. — Radiation Patterns of Unsymmetrically Fed Prolate Spheroidal Antennas. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 58-64, Jan. 1956.

48. STRATTON, MORSE, CHU, LITTLE, CORBATO. — Spheroidal Wave Functions. *Tech. Press of M.I.T.*, Wiley and Sons, 1956.

49. W. ANDREJEWSKI. — Die Beugung elektromagnetischer Wellen an der leitenden Kreisscheibe und an der kreisformigen Offnung im leidenden ebenen Schirm, Dissertation at Technical University of Aachen, Germany, Feb. 1952.

50. F. V. SCHULTZ. — Studies in Radar Cross Section I. Scattering by a Prolate Spheroid, Univ. of Mich., Engineering Research Institute, *Report* nº UMM-126, Dec. 1953.

51. L. L. BAILIN, S. SILVER. — Exterior Electromagnetic Boundary Value Problems for Spheres and Cones. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 5-16, Jan. 1956.

52. L. B. Felsen. — Alternative Field Representations in Regions Bounded by Spheres, Cones, and Planes. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-5, pp. 109-120, Jan. 1957.

53. A. F. Stevenson. — Theory of Slots in Rectangular Wave Guides. *Jour. App. Phys.*, Vol. 19, pp. 24-34, Jan. 1948.

54. A. A. Oliner. — The Impedance Properties of Narrow Radiating Slots in the Broad Face of a Rectangular Waveguide. *Trans. I.R.E. (P.G.A.P.)*, Vol. AP-5, pp. 4-20, Jan. 1957.

55. M. G. Chernin. — Slot Admittance at K Band. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 632-636, Oct. 1956.

56. R. F. Hyneman. — Closely Spaced Transverse Slots in Rectangular Waveguides. *Tech. Rep.* nº 14, Dept. of Electrical Engineering, Univ. of Illinois, Dec. 20, 1956.

57. G. Held. — Scattering by a Slot in a Multimode Waveguide. *Inst. of Eng. Research*, Series nº 60, Issue nº 114, University of California, June 15, 1954.

58. D. J. Angelakos, G. Held. — Scattering by a Slot of Arbitrary Length in a Multimode Waveguide. *Inst. of Eng. Research* Series nº 60, Issue nº 115, University of California, June 30, 1954.

59. W. H. Kummer. — Measurement Techniques for Multimode Systems and the Properties of Half-Wave Slots in Two-Mode Rectangular Wave Guides. *Inst. of Eng. Research* Series nº 60, Issue nº 135, University of California, April 20, 1955.

60. R. A. Hurd. — Radiation Patterns of a Dielectric Coated Axially-Slotted Cylinder. *Can. Jour. Phys.*, Vol. 34, p. 638, July 1956.

61. J. R. Wait, W. E. Mientka. — Slotted Cylinder Antennas with a Dielectric Coating. *Jour. of Research of N.B.S.*, Vol. 58, 1957. Also see J. R. Wait, A. M. Conda. — Radiation from Dielectric Clad and Corrugated Cylinders. *Jour. Research of N.B.S.* (in preparation).

62. R. A. Hurd. — End-Fire Arrays of Magnetic Line Sources Mounted on a Conducting Half-Plane. *Can. Jour. Phys.*, Vol. 34, pp. 370-376, 1956. See also J. R. Wait. — Radiation From a Line Source Adjacent to a Conducting Half-Plane. *Jour. Appl. Phys.*, Vol. 24, pp. 1528-1529, 1953.

63. R. F. Harrington, J. D. Reale. — A Study of Aperture Antennas, Dept. of Electrical Engineering, University of Syracuse. *Final Report to Signal Corps*, Fort Monmouth, N. J., for period Sept. 1953 to Sept. 1955.

64. H. Gruenberg. — A Waveguide Array for Solar Noise Studies. *Trans. I.R.E.*, AP-2, pp. 147-151, Oct. 1954.

65. B. T. Stephenson, C. H. Walter. — Endfire Slot Antennas. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, pp. 81-86, April 1955.

66. H. Gruenberg. — Second Order Beams of Slotted Wave Guide Arrays. *Can. Jour. Phys.*, Vol. 31, pp. 55-69, Jan. 1953.

67. S. Silver, A. Otle. — Large Slots in Rectangular Waveguides. *Inst. of Eng. Research*, Series n° 60, Issue n° 12, April 15, 1956.

68. R. C. Becker. — Directional Characteristics of a U-Shaped Slot Antenna *Tech. Rep.* n° 12, Dept. of Electrical Engineering, Univ. of Illinois, Sept. 30, 1956.

69. A. J. Simmons. — Circularly Polarized Slot Radiators. *Trans. I.R.E.*, (*P.G.A.P.*), Vol. AP-5, pp. 31-35, Jan. 1957.

70. J. B. Keller. — The Geometrical Theory of Diffraction. *Proc. Symposium on Microwave Optics*, McGill Univ., Montreal, Quebec, Canada, June 1953.

71. J. B. Keller. — Diffraction by a Convex Cylinder. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 312-321, July 1956.

72. Private Communications from Nelson A. Logan of the Air Force Cambridge Research Center, Bedford, Mass. This work is to be published in a series of A.F.C.R.C. reports.

Antennes a ondes progressives

Définition

Une antenne à ondes progressives consiste en une structure continue, métallique ou non métallique, connectant la ligne d'alimentation à l'ouverture rayonnante de l'aérien. Un réseau de fentes espacées à la résonance dans un guide d'ondes ne sera pas considérée comme une antenne à ondes progressives, tandis qu'un réseau de fentes peu écartées dans le même guide répondra à cette définition. Similairement, un réseau de dipôles excités à la manière conventionnelle par un câble ou un ensemble de câbles coaxiaux n'est pas une antenne à ondes progressives, alors qu'un réseau de dipôles parasites, excités par l'intermédiaire d'une surface ondulée portant des ondes superficielles peut être considéré comme telle.

Résumé des travaux. — Ces trois dernières années, une activité soutenue, justifiée par l'adaptabilité inhérente aux antennes à ondes progressives à pouvoir être montées sur les avions et fusées, s'est manifestée dans ce domaine de recherches. Des investigations concernant les surfaces ondulées ou revêtues de couches diélectriques, simples ou doubles, ont été publiées. Une grande attention a été portée à la question du lancement des ondes, et un certain intérêt s'est manifesté récemment au sujet des problèmes de synthèse et du balayage au moyen de structures à ondes ralenties. Des progrès ont continué à être accomplis dans la technique des

systèmes à ondes rapides, spécialement dans celles du lancement des ondes et de la polarisation du rayonnement. Des éléments nouveaux à bande large, les antennes équiangles, ont pris naissance, et de nouveaux systèmes d'alimentation, les lignes à rubans, ont vu leur place grandir de plus en plus dans les applications pratiques.

Une attention renouvelée a été portée ces trois dernières années à l'un des types les plus anciens d'antennes à ondes progressives. Panakel et Mueller (1) ont effectué une étude expérimentale afin d'optimiser la directivité des antennes-tiges en polystyrène. L'étude s'est montrée fertile mais les dimensions de l'aérien apparurent comme extrêmement critiques.

Les travaux antérieurs de Attwood ont été étendus par Hatkin (2) dans une étude théorique des modes supérieurs dans les lentilles diélectriques. Additionnellement aux formules rattachant les longueurs d'ondes modales aux propriétés diélectriques, Hatkin a établi des courbes de ces longueurs d'onde pour les quatre premiers modes de chaque type. Elliott (3) a procédé à l'unification de la théorie des surfaces planes ondulées, en étudiant le guide ondulé et en considérant les surfaces planes ondulées et le plan ondulé individuel comme des cas limites spéciaux du guide ondulé. Cet auteur a également envisagé le problème du lancement des ondes et l'effet de la fin du plan de terre. Angulo (4) a résolu une partie difficile du problème théorique de la radiation des surfaces capteuses planes en étudiant la diffraction par une plaque semi-infinie ; cet auteur a également fourni une solution rigoureuse du problème en l'absence de plan de terre. Une publication de Ehrenspeck, Gerbes et Zucker (5) a fourni une explication intéressante du fait que les surfaces capteuses peuvent rayonner. Les propriétés des surfaces à double couche diélectrique furent également décrites. Elliott (6, 7) a procédé à une étude théorique des ondes de surface sur le cylindre et la sphère ; dans ce travail, l'auteur montre que des ondes de surface sur le cylindre doivent être accompagnées d'ondes propagées dans l'espace extérieur, ce qui se traduit dans la théorie par l'existence de constantes complexes de propagation. Une vérification expérimentale a d'ailleurs montré les effets de cette propagation, qui déplace les faisceaux et comble les zéros du diagramme de rayonnement. Les propriétés des ondes de surface sur une plaque infinie de ferrite furent étudiées par

Pease (8) ; cet auteur parvint à montrer que, dans le cas pratique d'une faible épaisseur de ferrite, les champs et la constante de propagation s'expriment d'une manière simple et peuvent être contrôlés par un champ magnétique stationnaire appliqué à la ferrite.

Le problème du lancement des ondes superficielles a fait l'objet de beaucoup d'attention. Les contributions de Lo (9), Brick (10), Friedman et Williams (11), traitent du problème classique des ondes superficielles excitées par un dipôle placé au voisinage de la surface capteuse. Lo et Brick ont fourni des solutions générales ; celle de Brick s'accompagne d'une vérification expérimentale. Friedman et Williams ont considéré plutôt le problème spécifique de la localisation convenable du dipôle pour produire soit une onde superficielle pure, soit une onde superficielle à contenu énergétique maximum. Kay et Zucker (12) ont étudié le problème du lancement au moyen de la transformation de Fourier. Ces auteurs établissent une distinction essentielle entre le problème consistant à lancer une onde dans une ligne et celui consistant à la lancer vers une antenne, et concluent au fait que l'amplitude de l'excitation de l'onde superficielle est proportionnelle au gain de la source dans l'espace libre, dans la direction *complexe* correspondant à la constante de propagation de d'onde superficielle.

Le groupe d'Illinois a étudié le lancement d'ondes progressives au moyen de sources distribuées. Des contributions de Royal (13), Hodges (14), et Weeks (15) traitent de ce problème. La théorie et l'expérience paraissent en bon accord. Une signification pratique s'attache à ces études parce que les sources distribuées permettent d'obtenir des illuminations d'ouverture adoucies vers le bords et par conséquent des indicatrices améliorées. Royal a d'ailleurs mentionné d'excellents niveaux de lobes secondaires dans ses expériences confirmatives. Barone (16) a envisagé le problème de la source linéaire, équivalent à celui traité par Lo et Brick.

Les problèmes de synthèse pour les ondes superficielles ont été sévèrement entravés par les insuffisances théoriques. La raison de ce fait réside dans l'impossibilité d'appliquer la méthode de la phase stationnaire à une onde ralentie de vitesse uniforme. Une technique d'itération a été essayée par Stephenson et Walter (17) avec un succès limité. Une investigation expérimentale d'Elliott (18) conclut à la valeur pratique de deux méthodes pour contrôler le diagramme d'une antenne à ondes superficielles : utiliser soit

une structure géométrique courbe, soit un adoucissement du degré de captation. Une application de ces techniques à des antennes réelles a été mentionnée par Plummer (19) et Butterfield (20). Une étude expérimentale de l'excitation parasite d'éléments rayonnants fut également entreprise par Elliott et Rodda (21). Les paramètres géométriques apparurent si critiques qu'une connexion rigide entre les parasites et la surface porteuse sembla nécessaire dans toute application pratique. Une expérience intéressante a été décrite par Ehrlich et Williams (22) dans laquelle les auteurs ont considéré la discontinuité radiative dans une ligne de transmission d'ondes superficielles comme un réseau quadripôle et ont essayé de mesurer les propriétés de ce circuit au moyen de cornets récepteurs et en réalisant un lancement efficace. Le haut degré de précision nécessaire pour obtenir des résultats cohérents sur les données du circuit rendit très délicate cette expérience, conduite d'ailleurs avec un succès seulement limité.

Des progrès significatifs dans la synthèse des diagrammes de rayonnement ont été accomplis récemment. La méthode de la phase stationnaire pour les ondes superficielles, limitée tout d'abord aux ondes rapides, a pu être appliquée aux ondes ralenties à condition de considérer celles-ci comme modulées. Ce problème a été étudié par Zucker et Thomas (23) et par Pease (24). Ces auteurs montrèrent qu'une onde ralentie modulée peut fournir un gain très intense, soit axialement, soit dans une direction inclinée d'une angle arbitraire sur la surface.

L'orientation des faisceaux d'antennes à ondes superficielles est un problème difficile, excepté dans le cas où la structure entière de l'antenne peut être rendue mobile. Deux exemples de faisceaux orientables à antenne fixe ont été décrits. Ehrlich et Williams (25) mentionnèrent tout d'abord leur investigation concernant la possibilité de lancer une onde sur une surface ondulée, à une fréquence constante mais sous un angle donné par rapport aux ondulations ; ces auteurs ont remarqué que le diagramme se détériore rapidement dès que la direction de lancement s'écarte quelque peu de la direction longitudinale. Hougardy et Hansen (26) procédèrent à la même expérience en utilisant une source de fréquence variable, et purent ainsi compenser l'effet d'angle par un changement de la fréquence ; un diagramme acceptable fut ainsi obtenu sous un angle de balayage étendu.

Le travail considérable effectué à Ohio State University sur les antennes à ondes rapides a été résumé dans une publication de Hines, Rumsey et Walter (29). Une méthode théorique pour calculer les constantes complexes de propagation fut présentée séparément par Rumsey. Cette contribution contient un important théorème sur la réciprocité aux ondes progressives. Récemment, une méthode simplifiée pour calculer les constantes de propagation avec pertes a été proposée par Goldstone et Oliner (31) ; dans cette méthode, une technique de perturbations basée sur la condition de résonance transverse pour l'existence de l'onde amortie est utilisée. Une application de la méthode de Rumsey au problème spécifique du cylindre fendu axialement fut décrite par Harrington (32). Stephenson et Walter (33), dans une autre contribution, ont donné des détails supplémentaires sur le programme de Ohio State. Ces auteurs ont décrit divers projets d'antennes ainsi que divers dispositifs minimiseurs de discontinuités qui aidèrent énormément le lancement des ondes. Walter (34) a fait rapport sur l'extension de ces techniques au problème posé par une fente courbe à ondes progressives. Hines, Rumsey et Tice (35) ont mentionné la nécessité de définir convenablement le diagramme élémentaire dans tout projet de réseau ; les méthodes conventionnelles de multiplication des diagrammes peuvent en effet conduire à des erreurs quand la dispersion de ces diagrammes élémentaires est appréciable.

Les fentes continues décrites à Ohio State furent utilisées avec succès en polarisation transversale, mais conduisirent à des difficultés en polarisation longitudinale. En tendant à réaliser des ouvertures quasi-continues, le groupe de Hugues parvint à obtenir un succès notable dans cette dernière circonstance. Stegen et Reed (36) commencèrent par utiliser des fentes non résonantes de faible écartement, pratiquées dans le conducteur extérieur d'une ligne coaxiale chargée. La charge était destinée à accélérer l'onde, et la dimension des fentes était choisie de manière à contrôler les pertes. Des diagrammes satisfaisants en polarisation longitudinale furent ainsi obtenus. Elliott (37) appliqua cette technique au guide rectangulaire et reconnut que la structure correspondante était celle d'un guide ouvert à parois ondulées. En appliquant à ce modèle la théorie du guide ondulé, l'auteur put déterminer par le calcul les constantes de propagation. Dans une autre publication, Kelly et Elliott (38) ont mentionné leur vérification expérimentale

de la théorie et ont donné plusieurs modèles pratiques d'antennes. Récemment, le groupe d'Illinois s'est intéressé à ce problème et Hyneman (39) a mentionné l'excellent accord entre la théorie et l'expérience. Kelly (40) a appliqué ces techniques au problème des fentes annulaires peu écartées sur le cône.

Hines et Upson (41) ont traité avec succès le cas d'antennes à ondes progressives en polarisation variable. La technique utilisée par ces auteurs consiste à envisager des fentes d'arête découpées dans un guide rectangulaire et à les employer comme source linéaire dans une ligne de transmission à plaques parallèles ; en altérant mécaniquement la disposition du système, il devient possible de passer d'une manière continue de la polarisation rectiligne à la polarisation circulaire. Une autre application a été mentionnée par Bergman et Schultz (42) ; ces auteurs ont utilisé un conducteur circulaire alimenté en un point et chargé au point diamétralement opposé de manière à ce qu'une onde progressive y prenne naissance ; leurs résultats expérimentaux furent malheureusement contrariés par la présence de lobes secondaires intenses.

Une étude de synthèse fut effectuée par Reynolds (43), dans laquelle l'auteur décrit les identités fondamentales entre les divers systèmes d'antennes à ondes progressives — antennes hélicales, antennes diélectriques, surfaces ondulées, antennes Yagi longues, etc. — Marcuvitz (44) a remarqué d'une manière générale que les modes à pertes ne peuvent se développer en fonction orthonormales et ne vérifient pas les conditions du champ à l'infini. Cependant, dans une région restreinte de l'espace, ces modes constituent des solutions approchées, rapidement convergentes, de problèmes dans lesquels les opérations fondamentales de l'électromagnétisme conduisent à une onde amortie.

La littérature publiée sur les antennes spirales et leurs équivalents est encore fragmentaire. Toutefois, en 1954, Barnett et Crowley (45) ont remarqué la possibilité réservée aux antennes spirales équiangles d'avoir des bandes très larges et des propriétés pratiquement indépendantes de la fréquence. Dans une étude générale, Rumsey (46) a envisagé la nécessité de définir la classe de ces antennes qui peuvent être convenablement terminées, et a donné plusieurs exemples pratiques. Une investigation d'un de ces exemples a été entreprise par Duhamel et Isbell (47).

Des progrès majeurs ont été accomplis dans la construction des lignes à rubans. Celles-ci ont permis d'établir des lignes d'alimentation pour les antennes à ondes progressives ; parfois ces lignes même sont incorporées à la structure rayonnante. Keen (48) et Frost (49) ont relevé les progrès accomplis dans la construction des pièces détachées et McDonough et Malech (50), Rotman et Karas (51, 52), ont proposé des applications intéressantes aux systèmes d'antennes à ondes progressives.

Conclusion. — Après avoir passé en revue les progrès accomplis, contenus dans les travaux mentionnés, quelques conclusions paraissent raisonnables. Les solutions des équations électromagnétiques pour les champs d'ondes rapides et lentes sont maintenant bien comprises pour toutes les structures de forme géométrique suffisamment simple. On assistera probablement encore à une simplification et à un raffinement des théories actuelles. Un excellent départ a été pris avec le concept de modulation en ce qui concerne la synthèse théorique des diagrammes pour les structures à ondes lentes. L'examen des antennes à large bande par les géométries conservant les angles constitue un nouveau sujet auquel des perfectionnements sensibles pourront sans doute être apportés dans les années à venir. Une modification considérable des techniques de fabrication est rendue nécessaire, et l'utilisation des lignes à rubans pourrait fournir une solution à certains problèmes. On peut prévoir que l'activité dans le domaine des antennes à ondes progressives se concentrera dans la prochaine période triennale sur des programmes expérimentaux, afin d'améliorer les techniques de développement et la construction d'antennes pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. J. J. Panakel, G. Mueller. — An Investigation of polystyrene rod antennas. *Antenna Research Laboratory*, Ohio State University, June 1954.

2. L. Hatkin. — Analysis of propagation modes in dielectric sheets. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1565-1568, Oct. 1954.

3. R. S. Elliott. — In the theory of corrugated plane surfaces. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-2, pp. 71-81, April 1954.

4. C. M. Angulo. — Diffraction of surface waves by a semi-infinite slab. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-5, pp. 100-108, Jan. 1957.

5. H. Ehrenspeck, W. Gerbes, F. J. Zucker. — Trapped wave antennas. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1954.

6. R. S. Elliott. — Azimuthal surface waves on circular cylinders. *Jour. App. Phys.*, Vol. 26, pp. 368-376, April 1955.

7. R. S. Elliott. — Spherical surface wave antennas. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 422-428, July 1956.

8. R. L. Pease. — On the propagation of surface waves over an infinite grounded ferrite slab. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* n° 12, June 1956.

9. Y. T. Lo. — Electromagnetic field of a dipole source above a grounded dielectric slab. *Jour. App. Phys.*, Vol. 25, pp. 733-740, June 1954.

10. D. B. Brick. — The excitation of surface waves by a vertical antenna. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, pp. 721-727, June 1955.

11. B. Friedman, W. E. Williams. — Excitation of surface waves, New-York University, Institute of Mathematical Sciences, Division of Electromagnetic Research. *Research Report* n° EM-99, Oct. 1956.

12. A. F. Kay, F. J. Zucker. — Efficiency of surface wave excitation. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1955.

13. D. E. Roayl. — Axially excited surface wave antennas. University of Illinois, Antenna Laboratory. *Technical Report* n° 7, Oct. 1955.

14. R. R. Hodges. — Distributed coupling to surface wave antennas, University of Illinois, Antenna Laboratory. *Technical Report* n° 15, Jan. 1957.

15. W. L. Weeks. — Coupled waveguide excitation of traveling wave slot antennas, University of Illinois, Antenna Laboratory. *Technical Report* (to be published).

16. S. Barone. — Leaky wave contributions to the field of a line source above a dielectric slab, Polytechnic Institute of Brooklyn, Microwave Research Institute. *Report* n° R-532-56, 1956.

17. B. T. Stephenson, C. H. Walter. — Approximate pattern synthesis techniques for continuous line sources, Ohio State University, Antenna Research Laboratory, June 1955.

18. R. S. Elliott. — Pattern shaping with surface wave antennas. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* n° 3, March 1955.

19. R. E. Plummer. — Surface wave beacon antennas. *Hughes Research Laboratories, Technical Memorandum* n° 422, April 1956.

20. F. E. Butterfield. — Dielectric sheet radiators. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, pp. 152-158, Oct. 1954.

21. R. S. Elliott, E. N. Rodda. — Parasitic arrays excited by surface waves. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, pp. 140-142, July 1955.

22. M. J. Ehrlich, I. K. Williams. — Radiating discontinuity on a corrugated surface transmission line, Microwave Radiation Company, *Report* n° 205, March 1955.

23. F. J. Zucker, A. S. Thomas. — Radiation from modulated surface wave structures-I. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

24. R. L. Pease. — Radiation from modulated surface wave structures-II. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

25. M. J. Ehrlich, I. K. Williams. — Scanning of a two-dimensional corrugated surface antenna. *Microwave Radiation Company Report* nº 219, 1956.

26. R. W. Hougardy, R. C. Hansen. — Scanning surface wave antennas. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* nº 13, Aug. 1956.

27. R. C. Hansen. — Single slab circular polarization surface wave structure. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* nº 9, Feb. 1956.

28. R. E. Plummer, R. C. Hansen. — Double slab arbitrary polarization surface wave structure. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* nº 10, June 1956.

29. J. N. Hines, V. H. Rumsey, C. H. Walter. — Traveling wave slot antennas. *Proc. I.R.E.*, Vol. 41, pp. 1624-1631, Nov. 1953.

30. V. H. Rumsey. — Traveling wave slot antennas. *Jour. App. Phys.*, Vol. 24, pp. 1358-1365, Nov. 1953.

31. L. O. Goldstone, A. A. Oliner. — A perturbation method for the analysis of leaky wave antennas. *U.R.S.I. Spring Meeting*, Washington, D. C., May 1956.

32. R. F. Harrington. — Propagation along a slotted cylinder. *Jour. App. Phys.*, Vol. 24, pp. 1366-1371, Nov. 1953.

33. B. T. Stephenson, C. H. Walter. — Endfire slot antennas. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-3, pp. 81-86, April 1955.

34. C. H. Walter. — Curved slot antennas, Ohio State University, Antenna Research Laboratories. *Technical Report*, April 1956.

35. J. N. Hines, V. H. Rumsey, T. E. Tice. — On the design of arrays. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, pp. 1262-1267, Aug. 1954.

36. R. J. Stegen, R. H. Reed. — Arrays of closely space non-resonant slots. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-2, pp. 109-112, July 1954.

37. R. S. Elliott. — Serrated waveguide, Part 1-Theory. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* nº 2, March 1955.

38. K. C. Kelly, R. S. Elliott. —Serrated waveguide, Part II-Experiment. *Hughes Research Laboratories, Scientific Report* nº 7, Oct. 1955.

39. R. F. Hyneman. — Closely spaced transverse slots in rectangular waveguide, University of Illinois, Antenna Laboratory. *Technical Report* nº 14, Dec. 1956.

40. K. C. Kelly. — Recent annular slot array experiments. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

41. J. N. Hines, J. Upson. — A line source with variable polarization, Ohio State University, Antenna Research Laboratory. *Technical Report*, Nov. 1956.

42. W. J. Bergman, V. F. Schultz. — The circular traveling wave antenna. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1955.

43. D. K. Reynolds. — Broadband traveling wave antennas. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

44. N. Marcuvitz. — On field representations in terms of leaky modes or eigenmodes. *Trans. I.R.E.*, Vol. AP-4, pp. 192-194, July 1956.

45. R. Barnett, T. H. Crowley. — A wide band directional antenna, Ohio State University, Antenna Research Laboratory. *Technical Report*, June 1954.

46. V. H. Rumsey. — Frequency independent antennas. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

47. R. H. Duhamel, D. E. Isbell. — Broadband logarithmically periodic antenna structures. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

48. H. S. Keen. — Final report on theoretical and experimental investigations of microwave printed circuits, Airborne Instruments Laboratory, Mineola, New-York, Nov. 1956.

49. A. D. Frost. — Final report on experimental and theoretical aspects of the design of microwave strip transmission lines, Tufts University, Department of Physics, Dec. 1956.

50. J. A. McDonough, R. G. Malech. — Recent developments in the study of printed antennas. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

51. W. Rotman, N. V. Karas. — The sandwich wire antenna : a new microwave line source radiator. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

52. W. Rotman, N. V. Karas. — Some new antenna designs based on the trough waveguide. *Convention Record of the I.R.E.*, March 1957.

Diffraction et diffusion

La période du 1er juillet 1954 au 1er mai 1957 a été caractérisée aux Etats-Unis par un effort considérable dans le domaine de la diffraction et de la diffusion. Cet effort a consisté principalement dans la recherche de nouvelles solutions exactes, de nouvelles solutions approchées, et dans la compréhension meilleure des mécanismes impliqués par le phénomène de diffusion. Puisque ce relevé de travaux est limité à la contribution des Etats-Unis, il est assez difficile d'isoler les efforts individuels parce que beaucoup d'entre eux ont été inspirés par des travaux entrepris à l'étranger, notamment ceux de Bremmer, Fock, Franz et Friedlander. Des méthodes non encore utilisées pendant les années qui précèdent ont été employées avec succès pour résoudre certains problèmes aux limites. Un intérêt accru a également marqué les déterminations expérimentales des réponses par diffraction et diffusion.

Un travail considérable a été entrepris pour reformuler les problèmes et en obtenir des solutions nouvelles. Parmi ces problèmes signalons ceux du coin, du cylindre, de la sphère revêtue ou non de diélectrique, du cône, du paraboloïde, des dièdres à angles spéciaux, du cylindre parabolique, du sphéroïde allongé, et de plusieurs ouvertures et coins à arêtes arrondies en cylindres.

Des résultats asymptotiques ont été obtenus pour le cylindre, la sphère, le paraboloïde, et pour des ouvertures, des coins et des cônes. Ces évaluations asymptotiques ont résulté, dans plusieurs cas, de méthodes développées précédemment. Keller a imaginé la technique du rayon géométrique diffracté, et l'a appliquée au cas de cylindres à section arbitraire, choisie parabolique ou circulaire dans des cas spéciaux (1). Par la même méthode, cet auteur a pu traiter le problème d'une ouverture arbitraire (2) et comparer ses résultats à ceux obtenus par d'autres moyens (3). Rice (4) a obtenu une solution exacte pour le cylindre parabolique et a montré qu'elle s'approche de la limite correcte quand le cylindre tend vers le demi-plan de Sommerfield ou le demi-plan épais d'Artmann. Les résultats de Rice rentrent dans le cadre de l'approximation de Fock quand celle-ci est valable. Schensted (5) a utilisé la série asymptotique de Luneberg-Kline pour résoudre le problème aux limites sur le paraboloïde quand l'émetteur est sur l'axe. Il a montré que, pour un paraboloïde parfaitement conducteur, le terme dominant de la série de Luneberg-Kline est celui qui convient exactement pour la zone de Fraunhofer. Schensted a également résolu le problème général du corps à symétrie de révolution, pour une onde plane incidente suivant l'axe, au moyen du développement de Luneberg-Kline. Felsen (6) et Siegel, Crispen et Schensted (7), ont résolu exactement le problème de la diffusion arrière par un cône, et ont comparé leurs résultats à ceux fournis par la théorie de Kirchhoff. Ces auteurs ont montré que, pour des ouvertures angulaires élevées et petites du cône, les termes dominants sur la section du cône sont en bon accord avec la solution exacte quand l'onde plane est incidente suivant l'axe. Felsen a montré ultérieurement que pour un point potentiant sur l'axe et un point potentié hors de l'axe, la théorie de Kirchhoff s'accorde avec la solution exacte. Des résultats obtenus par la méthode de Kirchhoff pour ces formes géométriques et plusieurs autres ont été présentés par Siegel, Alperin, Bonkowski, Crispin, Maffett,

et Schensted (8). Felsen a étendu la solution du cône de manière à obtenir certains résultats dans la région de transition et dans la région voisine de la frontière.

Oberhettinger (9, 10) a établi plusieurs développements asymptotiques pour la solution du problème du coin ; Keller, Seckler et Lewis (11) ont ajouté des termes à la série asymptotique pour plusieurs formes simples. Kline (12) a étendu son développement asymptotique de manière à obtenir une série procédant suivant les puissances fractionnaires de la longueur d'onde. Schensted (13) a recherché une solution asymptotique pour un obstacle plan, en négligeant les variations d'ordre supérieur dans l'application de l'optique géométrique à la phase.

Cohen (14) a appliqué le concept de réaction, dû à Rumsey, au problème de la diffusion par un cylindre diélectrique. Wu (15) a appliqué le concept d'onde rampante et de surface de Riemann à celui de la diffusion par un cylindre. Cette méthode a été suggérée par une publication de Friedlander (16). Rubinow et Wu (17) ont réussi à trouver plusieurs termes du développement asymtotique de la solution pour le cylindre et la sphère. Une généralisation de l'approximation de Born a été imaginée par Schiff afin d'inclure la diffusion conforme aux équations de Maxwell. Cette méthode est particulièrement utile pour évaluer la diffusion dans des régions non sphériques où l'indice de réfraction, voisin de l'unité varie lentement en fonction du point. Kay et Keller (19) ont développé le champ d'une caustique en série de Luneberg. Plusieurs développements asymptotiques de la diffusion des ondes par les réseaux optiques ont été établis par Twersky (20). Karp et Russek (21) ont étudié le développement asymptotique du champ diffracté par une fente large. Huang, Kodis et Levine (22) ont effectué numériquement la comparaison des résultats théoriques et expérimentaux sur la diffraction d'ouvertures. Hirshfield et Zieman (23) ont effectué des mesures de la diffraction des micro-ondes par une fente mince tracée dans un plan conducteur mince.

Autres résultats importants

Marcuvitz (24) a étendu sa représentation du champ de manière à ce qu'elle soit applicable aux modes à pertes ou aux modes propres. Des résultats significatifs obtenus grâce à une méthode variationnelle par Kouyoumjian (25) pour une boucle circulaire,

s'ajoutent à ceux de Huang, Kodis et Levine mentionnés plus haut. Ces résultats sont en bon accord avec ceux de Weston (26) ; Erdelyi et Papas (27), en utilisant une méthode variationnelle, ont obtenu une solution pour le ruban infini ; ces auteurs ont d'ailleurs utilisé une fonction d'essai qui ignorait les effets de bord ; ils ont pu obtenir ainsi une solution valable pour tout l'ensemble des longueurs d'onde. Heins (28) a obtenu la solution correspondant à la diffusion d'un champ dipolaire incident sur un demi-plan parfaitement conducteur. Cet auteur, et Silver (29) ont obtenu des résultats qui conduisent à des vues nouvelles sur les conditions aux arêtes et sur les théorèmes de la représentation du champ en théorie générale de la diffraction. Row (30) a obtenu des résultats théoriques et expérimentaux sur la diffusion par deux cylindres identiques dans la région de résonance.

Données fondamentales

Le tenseur de diffusion du champ électromagnétique a été déterminé par Saxon (31). Un théorème relatif au développement des champs électromagnétiques a été donné par Wilcox (32) ; cet auteur à également pu montrer que pour toute région finie le champ électromagnétique peut être représenté par des potentiels de Debye (33). Peters et Stoker (34, 35) ont mis en évidence une décomposition unique de la condition de radiation, permettant d'appliquer les théorèmes d'unicité aux corps semi-infinis. Une nouvelle méthode pour calculer la diffusion par des corps matériels susceptibles d'une représentation conforme sur le cercle a été donnée par Garabedian (36). Siegel, Schultz, Gere et Sleator (37) ont obtenu certains résultats numériques pour la diffusion exactement arrière par un sphéroïde allongé de rapport d'axes 10 : 1. Un calculateur digital a été utilisé pour sommer la série exacte.

Résultats expérimentaux

Une série importante de travaux expérimentaux, effectués durant la période triennale écoulée, n'ont pas encore été publiés sous forme d'articles. Parmi les plus importants, mentionnons ceux de Brick et Wentzel à Harvard sur les cylindres circulaires et elliptiques. Des mesures sur les sphéroïdes et les cônes finis ont été faites par Honda à Berkeley. Des mesures latérales sur les sphéroïdes et les

cylindres ont été effectuées par Rabinowitz à l'Université Johns Hopkins. L'Université du Texas a procédé à de nombreuses expériences sur les coins et les cônes.

Les Etats-Unis possèdent dans un ensemble étendu des données théoriques et expérimentales, réunies mais non publiées dans les années qui précèdent. Celles-ci peuvent être obtenues aux institutions suivantes : Air Force Cambridge Research Center, Cornell Aeronautical Laboratory, Inc., Stanford Research Institute, Harvard University, Johns Hopkins University, The Ohio State University, Radiation Inc., University of California (Berkeley), University of Illinois, University of Texas, et University of Michigan.

Conclusions

Le fait qu'une grande quantité d'information existe sous forme de rapports et non sous forme d'articles permet de prévoir aisément ce que représenteront les trois années à venir dans le domaine de la diffusion et de la diffraction aux Etats-Unis. Beaucoup d'intérêt accompagne les résultats de Fock. Sa méthode pour obtenir des résultats asymptotiques au moyen d'analyses locales sera probablement utilisée en vue d'obtenir de nouveaux résultats. L'idée du rayon géométrique diffracté, due à Keller, est également intéressante. Celle de Logan, qui remplace les conditions de divergence nulle par une condition pour le champ à l'infini (en appliquant une idée de Muller) conduira sans doute à de nouvelles représentations pour la solution exacte. L'effet des ondes rampantes, focalisées vers les points singuliers effectifs, puis réfléchies et défocalisées, constituera également un sujet d'analyse pendant les trois prochaines années. La méthode de Weston permettant d'obtenir des solutions exactes des équations de Maxwell pour les corps dont la surface extérieure ne s'exprime pas en coordonnées séparables fournira certainement des résultats importants.

On espère que la diffusion dans la région de Rayleigh sera étudiée avec plus d'attention que ce ne fut le cas dans la période triennale écoulée. Les travaux de Stephenson, Mushiake et Tai conduiront probablement à de nouvelles théories et à de nouvelles méthodes pour résoudre les problèmes de Rayleigh.

Les développements asymptotiques de Kline et Keller seront certainement considérés attentivement et utilisés pour résoudre bien plus de problèmes que précédemment.

Les travaux de Fock intéresseront les groupes s'occupant des antennes. On espère que les théoriciens de la radiation s'occuperont davantage des questions de diffusion. Le concept de réaction sera certainement analysé et utilisé de plus en plus fréquemment, étant mieux compris.

La grande variété des publications dans les domaines de la diffraction et de la diffusion a requis une certaine sélection dans la bibliographie. Les surfaces rugueuses ainsi que la diffusion par les particules colloïdales et par les ensembles de sphères ont été délibérément laissées de côté ; ces sujets sont d'ailleurs traités plus précisément par d'autres commissions.

BIBLIOGRAPHIE

1. J. B. Keller. — Diffraction by a Convex Cylinder. *Trans. I.R.E.*, AP-4, 312 (1956).
2. J. B. Keller. — Diffraction by an Aperture. *J. Appl. Phys.*, **28**, 426 (1957).
3. J. B. Keller, R. M. Lewis, B. D. Seckler. — Diffraction by an Aperture-II. *J. Appl. Phys.*, **28**, 570 (1956).
4. S. O. Rice. — Diffraction of Plane Radio Waves by a Parabolic Cylinder. Calculation of Shadows Behind Hills. *Bell Syst. Tech. J.*, XXXIII, 417 (1954).
5. C. E. Schensted. — Electromagnetic and Acoustic Scattering by a Semi-Infinite Body of Revolution. *J. Appl. Phys.*, **26**, 306 (1955).
6. L. B. Felsen. — Back Scattering From Wide-Angle and Narrow-Angle Cones. *J. Appl. Phys.*, **26**, 138 (1955).
7. K. M. Siegel, J. W. Crispin, C. E. Schensted. — Electromagnetic and Acoustical Scattering From a Semi-Infinite Cone. *J. Appl. Phys.*, **26**, 309 (1955).
8. K. M. Siegel, H. A. Alperin, R. R. Bonkowski, J. W. Crispin, A. L. Maffett, C. E. Schensted, I. V. Schensted. — Bistatic Radar Cross Sections of Surfaces of Revolution. *J. Appl. Phys.*, **26**, 297 (1955).
9. F. Oberhettinger. — Diffraction of Waves by a Wedge. *Comm. Pure and Appl. Math.*, VII, 551 (1954).
10. F. Oberhettinger. — On Asymptotic Series for Functions Occurring in the Theory of Diffraction of Waves by Wedges. *J. Math. Phys.*, XXXIV, 245 (1956).
11. J. B. Keller, R. M. Lewis, B. D. Seckler. — Asymptotic Solution of Some Diffraction Problems. *Comm. Pure and Appl. Math.*, IX, 207 (1956).
12. M. Kline. — Asymptotic Solutions of Maxwell's Equations Involving Fractional Powers of the Frequency. *Comm. Pure and Appl. Math.*, VII, 595 (1955).

13. C. E. SCHENSTED. — Approximate Method for Scattering Problems. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 240 (1956).

14. M. H. COHEN. — Application of the Reaction Concept to Scattering Problems. *Trans. I.R.E.*, AP-**3**, 193 (1955).

15. T. T. WU. — High Frequency Scattering. *Phys. Rev.*, **104**, 1201 (1956).

16. F. G. FRIEDLANDER. — Diffraction of Pulses by a Circular Cylinder. *Comm. Pure and Appl. Math.*, VII, 705 (1954).

17. S. I. RUBINOW, T. T. WU. — First Corrections to the Geometric Optics Cross Section From Cylinders and Spheres. *J. Appl. Phys.*, **27**, 1032 (1956).

18. L. I. SCHIFF. — Approximation Method for Short Wavelength or High Energy Scattering. *Phys. Rev.*, **104**, 1481 (1956).

19. I. KAY, J. B. KELLER. — Asymptotic Evaluation of the Field at a Caustic. *J. Appl. Phys.*, **25**, 876 (1954).

20. V. TWERSKY. — On the Scattering of Waves by an Infinite Grating. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 330 (1956).

21. S. N. KARP, A. RUSSEK. — Diffraction by a Wide Slit. *J. Appl. Phys.*, **27**, 886 (1956).

22. C. HUANG, R. D. KODIS, H. LEVINE. — Diffraction by Apertures. *J. Appl. Phys.*, 26, 151 (1955).

23. J. L. HIRSHFIELD, C. M. ZIEMAN. — Measurement of Microwave Diffraction From a Long Slit in a Thin Conducting Plane. *J. Appl. Phys.*, **26**, 135 (1955).

24. N. MARCUVITZ. — On Field Representations in Terms of Leaky Modes or Eigenmodes. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 192 (1956).

25. R. G. KOUYOUMJIAN. — The Back Scattering From a Circular Loop. *Appl. Sci. Res.*, B 6, 165 (1956).

26. V. H. WESTON. — Thesis, Solutions of the Toroidal Wave Equation and Their Applications, University of Toronto (1956).

27. A. ERDELYI, C. A. PAPAS. — On Diffraction by a Strip. *Proc. Nal Acad. Sci.*, U.S.A., **40**, 128 (1954).

28. A. E. HEINS. — The Excitation of a Perfectly Conducting Half-Plane by a Dipole Field. *Trans. I.R.E.*, AP-**4**, 294 (1956).

29. A. E. HEINS, S. SILVER. — The Edge Condition and Field Representation Theorems in the Theory of Electromagnetic Diffraction. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, **51**, 149 (1955).

30. R. V. ROW. — Theoretical and Experimental Study of Electromagnetic Scattering by Two Identical Conducting Cylinders. *J. Appl. Phys.*, **26**, 666 (1955).

31. D. SAXON. — Tensor Scattering Matrix for the Electromagnetic Field. *Phys. Rev.*, **100**, 1771 (1955).

32. C. H. WILCOX. — An Expansion Theorem for Electromagnetic Fields. *Comm. Pure and Appl. Math.*, IX, 271 (1956).

33. C. H. Wilcox. — Debye Potentials. *J. Math. and Mech.*, **6**, 167 (1957).

34. A. S. Peters, J. J. Stoker. — A Uniqueness Theorem and a New Solution for Sommerfeld's and Other Diffraction Problems. *Comm. Pure and Appl. Math.*, VII, 565 (1954).

35. J. J. Stoker. — On Radiation Conditions. *Comm. Pure and Appl. Math.*, IX, 577 (1956).

36. P. R. Garabedian. — An Integral Equation Governing Electromagnetic Waves. *Quar. Appl. Math.*, XII, 428 (1955).

37. K. M. Siegel, F. V. Schultz, B. H. Gere, F. B. Sleator. — The Theoretical and Numerical Determination of the Radar Cross Section of a Prolate Spheroid. *Trans. I.R.E.*, AP-4, 266 (1956).

France

N° 212. — Rapport du Comité National à la Commission VI

Il est difficile de résumer l'ensemble de la contribution française aux études faisant partie du domaine du groupe 6.

En effet, ce domaine est très étendu et il est évident que les contributions d'un seul pays ne pouvant couvrir d'une façon homogène l'étendue de ce domaine, ont de cette façon un caractère très disparate qui empêche de donner une vue d'ensemble et interdit d'en résumer la totalité.

Voici cependant, groupés par Sous-Commissions, les travaux qu'il serait intéressant de discuter à l'Assemblée Générale de Boulder.

Sous-Commission 6.1.

Etude de la notion de spectre instantané de puissance par MM. A. Blanc-Lapierre et B. Picinbono. — Il s'agit de montrer les différentes fonctions qui peuvent être raisonnablement prises comme base pour la définition de la fréquence instantanée. On met ainsi en évidence le caractère relatif de ces définitions.

Etude sur la détermination du spectre de l'inverse d'une fonction aléatoire et ses applications par M. R. Fortet. — Le titre est parfaitement explicite. Il s'agit d'étudier la fonction aléatoire $Z = 1/X$, X étant une fonction aléatoire connue par ses propriétés statistiques.

M. van der Pol a demandé qu'un travail du *Col. Lochard* concernant « *la détermination du type d'émissions produisant le minimum de brouillage* » soit discuté à l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I.

Canaux binaires en cascade, par M. Loeb. — Il s'agit de l'étude théorique et d'une méthode proposée pour l'étude de systèmes complets de télécommunication.

Spectre instantané et analyse du signal, par M. Deman. — Il s'agit de la décomposition des signaux en signaux élémentaires temps fréquence dont les propriétés fondamentales sont mises en évidence.

Sous-Commission 6.2.

Méthode topologique appliquée à l'électronique, par M. Sideriades :

Il s'agit d'une étude, selon les méthodes de H. Poincaré, d'équations différentielles du premier ordre, non linéaires, décrivant le comportement d'un réseau électronique.

Sous-Commission 6.3.

Deux travaux sont à placer dans la rubrique d'électromagnétisme théorique concernant *le théorème de Babinet et la notion d'écran infiniment mince et infiniment conducteur par M. Poincelot.*

Transition passant de T_{01} rectangulaire à T_{01} circulaire, par M. Marie:

Le principe de fonctionnement de ces transitions est fondé sur les propriétés de symétrie des ondes.

Lentilles focalisant une onde polarisée circulairement dans un mode donné, par M. Marie :

Il s'agit de l'application de la propagation anisotrope dans un milieu diélectrique stratifié.

Filtres non réciproques, par M. Marie :

Il s'agit de l'application de l'effet gyromagnétique.

* * *

Le programme des études à suivre au cours de l'intervalle de temps qui sépare l'Assemblée Générale de Boulder de l'Assemblée Générale suivante, devrait insister sur les points suivants :

En ce qui concerne les circuits de commutation, il y aurait grand intérêt à pousser les études théoriques sur les conditions

topologiques de ces circuits ainsi qu'à perfectionner l'étude de l'algèbre de Boole appliquée aux circuits de commutation en ne perdant pas de vue le caractère strictement utilitaire que doit présenter l'aboutissement de ces études. Il est fort probable que de grandes difficultés apparaissent principalement en ce qui concerne l'algèbre de Boole. Il en est probablement de même pour la topologie des circuits de commutation quoique l'étude n'en étant pas très approfondie, il est difficile de le prévoir. Il n'y a pas de doute que tous les problèmes de commutation seraient simplifiés si un aboutissement pratique de ces difficiles études était obtenu.

Il est, de plus, important de continuer l'étude des spectres des signaux aléatoires. Cette étude, déjà fort avancée en ce qui concerne les cas linéaires, l'est beaucoup moins en ce qui concerne les cas non linéaires, en particulier le bruit en modulation de fréquence.

Italie

N° 163. — Rapport du Comité National à la Commission VI

(*Traduction*)

ONDES RADIOÉLECTRIQUES

Plusieurs études ont été consacrées aux formes d'onde et aux méthodes d'analyse correspondantes.

Dans le cadre de la théorie électromagnétique, les recherches se sont développées suivant quatre directions essentielles :

1) Etudes théoriques et expérimentales sur les propriétés des équations du champ.
2) Etudes théoriques sur les lentilles pour micro-ondes.
3) Travaux sur les antennes et sur leurs caractéristiques d'entrée.
4) Etudes de la propagation dans les guides d'onde vides ou remplis de ferrite magnétisée.

Pour ce qui concerne le point 4, l'intérêt croissant des études théoriques et expérimentales sur les ferrites en Italie doit être mentionné. Les travaux consacrés aux isolateurs à ferrite et aux modes de propagation dans les guides chargés de substances gyromagnétiques sont en cours de publication.

Circuits

Plusieurs directions de recherche peuvent être mentionnées pour ce qui concerne l'étude des circuits :

1) Les difficultés rencontrées dans l'analyse des circuits par la méthode de Fourier ou de Laplace ont été analysées ; plusieurs contributions ont été publiées.
2) Plusieurs études sur la synthèse des réseaux électriques ont été faites. Parmi ces études il convient de mentionner celles qui ont pour but d'identifier les propriétés nouvelles dans les problèmes de synthèse. Une attention particulière a été apportée à l'analyse et à la synthèse des filtres, et spécialement aux critères pratiques de construction.
3) Dans le domaine des systèmes d'asservissement par réaction, quelques études concernant l'analyse de divers circuits ont été faites ; elles concernent en général les réseaux de réaction actifs.
4) Certaines contributions à l'étude des systèmes à paramètres variables ou non linéaires peuvent encore être mentionnées.

Dans le domaine des ondes radioélectriques et dans celui des circuits, plusieurs analyses des sujets les plus actuels doivent être signalées. Ces analyses sont contenues dans des livres sur la théorie électromagnétique, sur le calcul opérationnel et sur la synthèse des réseaux ; les travaux correspondants ne sont pas tous repris dans la bibliographie.

BIBLIOGRAPHIE

I. — *Ondes*

1. G. Toraldo di Francia. — On a family of perfect configuration lenses. *Optica Acta*, 1, 157 (1955).
2. N. Carrara, T. Fazzini, L. Ronchi, G. Toraldo di Francia. — Sul momento di rotazione del campo elettromagnetico. *Alta Frequenza*, **24**, 100 (1955).
3. L. Ronchi, G. Toraldo di Francia. — Calcolo del momento di rotazione del campo elettromagnetico in una guida d'onda. *Alta frequenza*, **24**, 204 (1955).
4. N. Carrara. — Sopra alcuni problemi attuali di fisica della microonde, n° 3 del Suppl. al Vol. 2, serie X del *Nuovo Cimento*, p. 851 (1955).
5. G. Toraldo di Francia. — Conflection doublets. *Journ. Opt. Soc. Am.*, **45**, 621 (1955).

6. L. Ronchi. — Geometrical optics of toroidal junctions in configuration lenses. *Optica Acta*, **2**, 64 (1955).

7. L. Ronchi. — Applicazione di raccordi alle lenti di configurazione. *Techn. Rep.* n° 6 *del Contratto AF* 61 (514), 433 fra l'Ufficio Europeo (E. O.) dell'Air Research and Development Command (A.R.D.C.) e il Centro di studio per la Fisica delle Microonde (1955).

8. L. Ronchi, A. M. Scheggi. — On the conflection doublets corrected for the third order aberration, I. *Techn. Rep.* n° 10 *del Contratto AF* 61 (514), 433 A.R.D.C. (1955).

9. L. Ronchi, A. M. Scheggi. — On the conflection doublets corrected for the third order aberration, II. *Techn. Rep.* n° 12 *del Contratto AF* 61 (514), 433, A.R.D.C. (1955).

10. G. Toraldo di Francia. — Directivity Super-Gain and Information. *I.R.E. Trans.*, Vol. AP-4, 473 (1956).

11. G. Toraldo di Francia. — Electromagnetic Cross-Section of a Small circular Disc with unidirectional conductivity. *Nuovo Cimento*, serie X, **3**, 1276 (1956).

12. G. Toraldo di Francia. — Equazioni integrodifferenziali e principio di Babinet per gli schermi piani a conduttività unidirezionale. *Rend. Acc. Naz. Linc.*, serie VIII, **20**, 476 (1956).

13. G. Toraldo di Francia. — Il metodo variazionale di Levine e Schwinger applicato agli schermi a conduttività unidirezionale. *Rend. Acc. Naz. Linc.*, serie VIII, **21**, 86 (1956).

14. L. Ronchi, A. M. Scheggi. — Residual aberrations of conflection doublets for highspeed scanning. *Atti Fond. G. Ronchi*, **11**, 134 (1956).

15. G. Toraldo di Francia. — On the cross-section theorem for electromagnetic waves. *Atti Fond. G. Ronchi*, **11**, 243 (1956).

16. L. Ronchi, V. Russo. — Complex amplitude distribution on the axis of a spherical mirror used for rapid scanning. *Atti Fond. G. Ronchi*, 11, 250 (1956).

17. L. Ronchi, G. Toraldo di Francia. — Geometrical behavior of a Fresnel mirror. *Pubbl. Ist. Naz. di Ottica*, n° 697 (1956).

18. G. Toraldo di Francia. — On some configuration lenses corrected for spherical aberration. *Pubbl. Ist. Naz. di Ottica* n° 699 (1956).

19. G. Toraldo di Francia. — Momento di quantità di moto ceduto da un'onda elettromagnetica a un piccolo ellissoide, avente conduttività unidirezionale. *Boll. Un. Mat. It.*, serie III, **11**, 332 (1956).

20. G. Toraldo di Francia. — Introduction to the modern theory of electromagnetic diffraction. *Pubbl. Ist. Naz. di Ottica*, n° 742 (1956).

21. G. Toraldo di Francia. — Onde elettromagnetiche piane in un mezzo dielettrico non omogeneo corrispondente a uno spazio di Fermat pseudosferico. *Boll. Un. Mat. It.*, **11**, 515 (1956).

22. L. Ronchi, G. Toraldo di Francia. — An application of parageometrical potics to the design of a microwave. *Techn. Note.* n° 6 *of Contract AF* 61 (514), 903 ,A.R.D.C. (1956).

23. N. Carrara. — Mechanical torque exerted by an electromagnetic wave on a conducting loop. *Techn. Note* n° 8 *del Contratto AF* 61 (514), 903, A.R.D.C. (1957).

24. G. Toraldo di Francia. — A problem on the geodesics of a surface of revolution which is of interest in microwave optics. *Techn. Note* n° 9 *del Contratto AF* 61 (514), 903, A.R.D.C. (1957).

25. V. Russo, P. F. Checcacci. — Experimental test of three conflection lenses. *Techn. Note* n° 10 *del Contratto AF* 61 (514), 903, A.R.D.C. (1957).

26. G. Toraldo di Francia. — On a macroscopic measurement of the spin of electromagnetic radiation. *Tedhn. Note* n° 11 *del Contratto AF* 61 (514), 903, A.R.D.C. (1957).

27. G. C. Corazza. — La resistenza di radiazione nei dipoli ripiegati. *A.F.*, XXIV, 1, pp. 22-32 (1955).

28. G. Barzilai. — Metodo di calcolo per la conduttanza di antenne cilindriche. *A.F.*, XXIV, 4-5, pp. 339-355 (1955).

29. G. Barzilai. — On the input conductance of thin antennas. *Trans. I.R.E.*, Prof. Group on Antennas and Prof.-Gen. (1955).

30. G. Micheletta. — Sull'equivalente di inserzione di antenne di transito a specchio. *A.F.*, XXV, 3-4, pp. 275-304 (1956).

31. G. Barzilai. — Radiation from Aerials. W. E., Aug. 1955.

32. E. Paolini. — Effetti disturbanti degli stralli sulla radiazione di onde metriche. *A.F.* ,XXIV, 1, pp. 33-47 (1955).

33. D. Graffi. — Alcune proprietà delle guide d'onda con dielettrico eterogeneo. *Rec. e Not.*, Nov.-Dec. 1954.

34. L. Grifone. — Dimensionamento delle cavità coassiali per i tubi ad elettrodi piani. *A.F.*, XXIII, 6, pp. 357-377 (1954).

35. U. Pellegrini. — Effetto delle rigature delle pareti sulle perdite in cavità risonanti per microonde. *A.F.*, XXIV, 1, pp. 12-21 (1955).

36. A. Sabbatini. — Spettri di serie modulate d'impulsi. *A.F.*, XXIII, 5, pp. 255-277 (1954).

37. R. Codelupi. — Densità spettrale dei rumori d'intermodulazione. *A.F.* XXV, 1, pp. 38-64 (1956).

II. — *Circuits*

1. A. Marino. — Sulla risposta delle strutture elettriche filtranti ideali a forme d'onda rappresentabili con la trasformata di Fourier. *Atti dell Accademia Nazionale dei Lincei*, S. VIII, Vol. V, Sez. II, 1, fg. 1-14, fg. 3.

2. E. Cambi. — Inverse Laplace Transforms expressed as Newmann series. *Journal of Mathematics and Physics*, Vol. XXXV, 41, April 1956.

3. A. M. Angelini. — Nuove formule risolutive per il calcolo dei regimi variabili nei sistemi lineari a costanti concentrate. 1*a*, *Nota L'Elettrotecnica*, 1954, p. 344; 2*a*, *Nota L'Elettrotecnica*, 1954, p. 610.

4. L. Lunelli. — Teorema di scomposizione per le derivate dell'impedenza operatoriale di un bipolo elettrico. *A.F.*, XXIV, 2, pp. 110-138 (1955).

5. L. Lunelli. — Teorema sulle energie reattive per un bipolo elettrico in regime variabile. *A.F.*, XXIV, 3, pp. 246-267 (1955).

6. L. Lunelli. — Sulla scomposizione della derivata dell'impedenza per un bipolo elettrico. *A.F.*, XXV, 2, pp. 152-159 (1956).

7. L. Lunelli. — Scomposizione energetica dell'impedenza operatoriale di un bipolo elettrico. *A.F.*, XXV, 5, pp. 391-410 (1956).

8. M. L. D'Atri. — Filtri a traliccio passa-basso e passa-alto in regime transitorio. *A.F.*, XXIII, 5, pp. 232-254 (1954).

9. G. De Lotto, M. Trincheri. — Calcolo dei filtri per sintesi. *A.F.*, XXV, 3-4, pp. 233-274 (1956).

10. E. De Castro. — Alcune considerazioni sul proporzionamento delle reti selettive a resistenza e capacità. *Rassegna delle Poste e Telecomunicazioni*, nº 5, 1955.

11. S. Barabaschi, E. Gatti. — Caratteristiche di rispota di un sistema lineare avente funzione di trasferimento di terzo grado. *A.F.*, XXIII, 5, pp. 211-231 (1954).

12. S. Barabaschi, E. Gatti. — Modern methods of analysis for active electrical linear networks with particular regard to feedback systems, Vol. 2, nº 12, Dec. 15, 1954, fg. 105-119; energia nucleare, Vol. 2, nº 13, Feb. 15, 1955, fg. 168-197.

13. L. Piglione. — Effetto dei parametri parassiti nella valutazione della stabilità dei sistemi di regolazione. *L'Elettrotecnica*, 1956, p. 492.

14. E. Cambi. — Possibility of free oscillations in a variable parameter resonant system. *Nuovo Cimento*, 1er sem. 1956, supplemento al Vol. 3, nº 2.

15. E. De Castro. — Considerazioni sulla risposta dei circuiti non lineari ad oscillazioni modulate in ampiezza e in frequenza (*La Ricerca Scientifica*, nº 2, 1956).

16. G. Aprile. — Calcolo grafico e correzione delle curve di risposta di sistemi fisici lineari.

17. U. Ruelle. — Sulle catene di doppi bipoli uguali. *A.F.*, XXIV, 3, p. 283 (1955).

18. G. B. Madella. — Quelques remarques sur les quadripôles actifs à RC. *Elettronica*, 1955, IV, p. 71.

19. G. B. Madella. — Comment on « Radio Frequency Phase-Difference Networks : A. New Approach to Polyphase-Selectivity ». *Proc. I.R.E.*, 1955, XLIII, p. 102.

20. A. Ferrari-Toniolo. — Circuiti di potenze e circuiti di energia (Nuovi metodi di rappresentazione, aderenti alla realtà fisica). *Poste e Telecomunicazioni*, 1955, n° 11.

21. M. Soldi, M. Valeriani. — Circuito moltiplicatore del coefficiente di risonanza con transistori. *Alta Frequenza*, 1955, XXIV, p. 375.

22. G Francini. — Evaluation of Oscillator Quality. *Trans. I.R.E.*, Prof. Group on Circuit Theory, Sept. 1955.

23. F. Carassa. — Circuiti filtranti con due risonatori accoppiati per banda passante relativa grande. *A.F.*, XXV, 6, pp. 451-481 (1956).

Japon

N° 202. — Rapport du Comité National à la Commission VI

(Kiyoshi Morita, *Président*)

Les travaux scientifiques ressortissant au cadre de la Commission VI ont été fortement poussés au Japon, pour satisfaire aux « Résolutions Techniques » et aux « Propositions pour les travaux futurs », publiées dans les Comptes-Rendus de la XIe Assemblée Générale (vol. X, partie 6). La plupart d'entre eux ont été signalés dans le *Bulletin d'information* n° 96. Les contributions décrites ci-après se rapportent aux sujets des trois Sous-Commissions de la Commission VI. Les articles originaux sont naturellement écrits en langue japonaise, mais ils comportent tous, sauf ceux publiés dans les comptes-rendus des réunions annuelles, des sommaires en anglais qui peuvent être utiles.

Des réunions conjointes des Commissions IV et VI ayant pour but de définir les relations entre le bruit atmosphérique et la structure des circuits furent tenues à plusieurs reprises ; nous sommes très près d'avoir défini la nature du bruit atmosphérique mais nous n'avons pas encore obtenu de résultats concrets.

I. — Théorie de l'Information

En ce qui concerne les recherches fondamentales, on a défini la vitesse de transmission de l'information dans les canaux discrets où le bruit répond à un processus de Markov, et discuté la méthode de calcul de la capacité de tels canaux (1). La capacité du canal résultant, constitué par des canaux bruyants en cascade, a été

calculée (2). Quelques améliorations ont été apportées aux codes à détection d'erreurs suivant Muller (3).

Certains théorèmes sur l'échantillonnage d'un signal de forme complexe ont été établis (4). L'étude des problèmes se rapportant aux fonctions de corrélation a été active (5, 8).

En ce qui concerne les applications, on a étudié activement les systèmes optiques du point de vue de la théorie de l'information (9, 11) ; un principe nouveau et intéressant pour la transmission des signaux de télévision, tenant compte de leurs propriétés statistiques, a été proposé (12).

RÉFÉRENCES

1. S. Muroga. — On the capacity of a discrete channel II. Mathematical expression of the capacity of a noisy channel which is expressible by corresponding two multi-state diagrams. *J. Phys. Soc. Jap.*, Vol. 11, n° 10, Oct. (1956).
2. H. Mine. — The channel capacity of noisy cascadeconnected channels. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Nov. (1956).
3. S. Muroga, D. E. Muller. — A certain improvement of the multi-error-detecting codes. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, April (1956).
4. N. Honda. — Double-sampling theorems of continuous signals. *J.I.E.C.E. Jap.*, Vol. 39, n° 6, June (1956).
5. H. Enomoto. — Filtration and Compensation of nonstationary signals *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Nov. (1956).
6. S. Oshima. — Synthesis of a compensation circuit by sampling in the frequency domain. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, April (1956).
7. H. Enomoto. — Compensation circuit by the prediction theory. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Apr. (1956).
8. K. Udagawa, G. Nakamura. — On the weighting function for non-stationary stochastic processes. *J.I.E.C.E. Jap.*, Vol. 39, n° 8, Aug. (1956).
9. H. Kubota. — Optical system as an information transmission channel *Kagaku*, Vol. 26, n° 6, June (1956).
10. H. Gamow. — On a measure of coherence and a matrix for intensity distribution of optical image. *Kagaku*, Vol. 26, n° 9, Sept. (1956).
11. *Proceedings of National Convention of the Applied Physics*, II, April (1956).
12. H. Enomoto. — A new proposal of compression of Television signals, Document of professional group on the information theory of *I.E.C.E. Jap.*, April 19 (1956).

II*a*. — Théorie des réseaux linéaires

Dans le cadre de cette théorie, l'étude des réseaux à deux terminaux a été faite sans utiliser les concepts d'inductance mutuelle et des circuits équivalents, par une transformation du réseau de Brune et en utilisant des réseaux à bande large. En théorie des filtres, les conditions suffisantes pour qu'un filtre passe-bande en échelle soit réalisable sans éléments négatifs et au moyen de condensateurs seuls dans les bras en série (ou en parallèle) ont été déterminées ; ainsi, le nombre des inductances de tels réseaux est minimisé. Une méthode a été établie pour construire ces réseaux en faisant usage d'une transformation des fréquences. De plus, une méthode plus aisée pour trouver les valeurs approximatives des coefficients dans la factorisation des polynomes rencontrés en théorie des filtres a été inventée.

II*b*. — Circuits non linéaires

Dans le domaine des recherches théoriques sur les circuits non linéaires, l'expression mathématique des caractéristiques des éléments non linéaires dépend du type de phénomène envisagé, et il est important d'en simplifier l'analyse. De nombreuses considérations ont été rapportées à ce sujet ; certains auteurs ont essayé de discuter les caractéristiques dynamiques de l'hystérésis magnétique en faisant intervenir les conditions aux limites du problème aux dérivées partielles ainsi posé (1, 2).

En ce qui concerne l'analyse des circuits non linéaires, on a développé spécialement des méthodes graphiques ; la méthode des fonctions d'énergie et celle du plan de phase-δ de Jacobson ont été étendues. La méthode des fonctions d'énergie consiste à appliquer la relation entre l'énergie potentielle et l'énergie cinétique aux circuits électriques (3, 4, 5).

Plusieurs méthodes d'analyse des phénomènes intervenant dans les circuits non linéaires (6, 7, 8, 9) et dans les combinaisons de circuits électriques avec d'autres systèmes physiques, par exemple les circuits dynamiques (10, 11, 12) ont été essayées.

RÉFÉRENCES

1. Kyoichi Mori. — New representation for the characteristics of vacuum tubes and transistors, Committee on Nonlinear Theory. *I.E.C.E. Jap.*, July (1956).

2. Sadamu Oteru. — Representation of the magnetic loops, Committee on Nonlinear Theory. *I.E.C.E. Jap.*, Oct. (1956).

3. Eizo Ikeno. — The solution of oscillation circuits containing a saturable reactor by means of the energy function method. *Joint Convention of I.E.E. Jap.* (Kansai Branch), Oct. (1956).

4. Hiroichi Fujita. — The application of the energy function method for higher order differential equations. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, Nov. (1956).

5. Masatoshi Matsudaira, Kenzo Takei. — On the graphical solutions of the ordinary differential equations by means of the method. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Nov. (1956).

6. Saburo Kumagai, Sawajo Gohara. — Free oscillations in the non-linear circuits. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1956).

7. Tomoharu Tanaka. — The resonance characteristics of the non-linear circuits. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Nov. (1956).

8. Tatsujiro Shimizu. — On the analysis of the non-linear circuits. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1956).

9. Kyoichi Mori. — Blocking oscillators. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1956).

10. Jin'ichi Nagumo, Masujiro Nakazawa. — On the slow oscillation sustained by quick oscillation. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1956).

11. Jin'ichi Nagumo, Masujiri Nakazawa. — On the Bethenod's phenomena. *Convention of I.E.C.E. Jap.*, Nov. (1956).

12. Ryoichi Tadenuma, Sadahisa Watanabe. — Blinking phenomena of lamps caused by ferroresonance. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1956).

III. — Ondes et Diffractions

Des recherches sur les relais passifs pour micro-ondes constitués par un réflecteur plan, ont été faites du point de vue de l'optique géométrique ; beaucoup de leurs résultats expérimentaux et d'ordre pratique ont été publiés.

L'effet défocalisateur du réflecteur parabolique a été discuté théoriquement (1) et de nouveaux systèmes primaires d'alimentation, utilisant les ondes polarisées circulairement, furent étudiés afin d'obtenir une adaptation à large bande.

Les antennes à dipôle replié furent étudiées dans le même but (2, 3).

Les caractéristiques de la fonction symétrique-asymétrique, utilisée pour coupler une ligne de transmission coaxiale à une ligne

parallèle, furent calculées rigoureusement à l'aide de la théorie des lignes (4).

Le champ électromagnétique des cavités fut étudié rigoureusement au moyen de développements en série de fonctions orthonormales ; on a montré que les fonctions irrotationnelles doivent intervenir dans l'expression du champ (5). Les constantes de propagation dans un guide à pertes et à distorsion de phase furent étudiées avec une plus grande précision par une méthode variationnelle (6, 7).

La diffraction par un ruban indéfini ou une fente dans un plan indéfini fut étudiée grâce à une modification de la méthode de Schwarzschild (8) ; de plus, la diffraction multiple par des montagnes sphériques fut investiguée (9).

La propagation transhorizontale et au-delà de deux discontinuités fut envisagée expérimentalement et théoriquement (10).

RÉFÉRENCES

1. K. Morita, T. Sekiguchi. — The Relation Between Deviation of the Exciting Point and the Gain for a Paraboloidal Reflector. *J.I.E.C.E. of Jap.*, Vol. 38, n° 11, Dec. (1955).
2. S. Okamura, M. Sumida. — A New Type Wide Band Antenna. *Joint Convention of I.E.E. Jap.*, April (1955), 606, Nov. (1956), 559.
3. H. Uchida, R. Sato, J. Nagai. — Parallel Line Dipole Antenna. *J.I.E.C.E. of Jap.*, Jun. (1956), n° 6, Vol. 39.
4. H. Kogo. — Antenna Impedance Transformation by Means of Split-Coaxial cylinder Type Balun. *J.I.E.C.E. Jap.*, Vol. 39, n° 9, Sept. (1956).
5. K. Kurokawa. — The Expanssion of Electromagnetic Field in a Cavity. *J.I.E.C.E. Jap.*, Vol. 38, n° 12, Dec. (1955).
6. K. Kurokawa. — The Effect of Wall Losses on the Propagation Constant of Waveguides. *J.I.E.C.E. Jap.*, n° 9, Vol. 39, Sept. (1956).
7. K. Horiuchi. — Wave Form Distortions of Electromagnetic Wave Transmitted Through Waveguides. *J.I.E.C.E. Jap.*, Vol. 39, n° 2, Feb. (1956).
8. T. Iijima. — The General theory of Solution of the Radiation Problem from the System of Slots of Infinite Length. *Bull. Electrotechnical Lab. Jap.*, Aug. (1955).
9. K. Furutsu. — On the Multiple Diffraction of Electromagnetic Waves by Spherical Mountains. *J. of the Radio Research Lab.*, Vol. 3, n° 14, Oct. (1956).

10. K. Furutsu. — Propagation of Electro-magnetic Waves over a Flat Earth Across Two Boundaries Separating Three Different Media. *J. of the Radio Research Lab.*, Vol. 2, n° 9, July (1955).

Pays-Bas

N° 233. — Rapport du Comité National à la Commission VI (1954-1957)

Depuis la dernière Assemblée Générale de l'U.R.S.I., tenue à La Haye en 1954, la majorité de l'activité déployée aux Pays-Bas dans le domaine de la Commission VI porte sur les sujets de la Théorie de la Communication et de l'Information (Sous-Commission VI.1) et sur la Théorie des Circuits (Sous-Commission VI.2). Seuls ont été publiés quelques articles qui appartiennent au domaine de la Théorie Electromagnétique (Sous-Commission VI.3).

Sous-Commission VI.1
Théorie de la Communication et de l'Information

Du Mosch (1) et Van Soest (2) ont contribué à l'étude du processus continu. Schouten (3) contribua à l'aspect philosophique de l'information au 3e Symposium de Londres. Dans sa thèse de doctorat à l'Université Technique de Delft, Knudtzon (4) fit accomplir un pas important à l'application de la théorie de l'information aux systèmes pratiques de communication. Six (5) fit un exposé sur un nouveau type de système T. O. R., tandis que Cohen et Jung (6) discutaient les mérites du système de détection utilisé dans ce but particulier. De plus, Van der Pol (7) a traité le problème de la réception « diversity », un problème fortement relié à la théorie de l'information. De Lange (8) et Van der Tweel (9) firent un exposé des études de l'œil humain, études d'importance pour l'application à la télévision de la théorie de l'information. Finalement, Stumpers (10) ajouta deux suppléments à sa liste bibliographique publiés dans les « Transactions of the IRE (PGIT) ».

1. A. D. du Mosch. — On the average uncertainty of a continuous probability distribution. *Appl. sci. Res.*, B 4, 469-473 (1955).

2. J. L. van Soest. — Some consequences of the finiteness of information. *Proc. London Symposium*, 3-7 (1955).

3. J. F. Schouten. — Ignorance, knowledge and information. *Proc. London Symposium*, 37-46 (1955).

4. N. Knudtzon. — Theoretical comparison of fluctuation noise characteristics for various modulation methods with special view to multichannel system planning. *Thesis Delft*, 1957.

5. W. Six. — The T.O.R. circuits for the Argentine radio links. *Tijdschr. Ned. Radiogen.*, 20, 137-159 (1955).

6. J. W. Cohen, M. M. Jung. — Calculation on a method for signal testing. *Philips Telecomm. Rev.*, 17, 81-89 (1957).

7. B. van der Pol. — Some observations on diversity reception. *Tijdschr. Ned. Radiogen.*, 20, 87-92 (1944).

8. H. de Lange, Dzn. — Attenuation characteristics and phase-shift characteristics of the human fovea-cortex system in relation to flicker-fusion phenomena. *Thesis Delft*, 1957.

9. L. Van der Tweel. — The reaction of the human pupil on variations of illumination (in Dutch). *Thesis Amsterdam* (1956).

10. F. L. H. M. Stumpers. — Supplement to A Bibliography of Information Theory : Communication Theory-Cybernetics. *Trans. I.R.E. (P.G.I.T.)*, Sept. 1955. Second supplement, *Philips Research Laboratories*, Jan. 1957. (Sera aussi publié dans *Trans. I.R.E.*).

Sous-Commission VI.2. — Théorie des Circuits

Deux thèses de doctorat ont été préparées sous la supervision du Professeur Tellegen dans le domaine de cette Sous-Commission. Dans la première, par Bordewijk (1), le concept d'inter-réciprocité a été présenté comme une extension du concept de réciprocité. L'inter-réciprocité s'applique à la fois aux structures réciproques et aux structures non réciproques. De plus, on a imaginé une transformation topologique d'un réseau, appelée transposition, de telle sorte qu'un réseau et son transposé deviennent inter-réciproques. La transposition est appliquée à un certain nombre de calculs directs ainsi qu'à des cas plus généraux portant sur la transmission et les propriétés de bruit des réseaux à gyrateur, à triode et à transisteur. La seconde thèse, par Neeteson (2), est une monographie portant sur le fonctionnement du multivibrateur bistable. Le déclenchement et les phénomènes transitoires ont été analysés de façon détaillée, pour en tirer des règles pratiques permettant l'étude de ces circuits. Les mesures sur montages réels concordent très bien avec les résultats prédits par la théorie. Tellegen (3) a fait un exposé portant sur sa recherche d'une série complète d'éléments de circuit non linéaires. Le même auteur (4)

a publié une approche différente du gyrateur. Enfin, un article de Thirup (5) traite de l'étude des amplificateurs passe-bas pour transitoires rapides.

1. J. L. Bordewijck. — Inter-reciprocity applied to electrical networks. *Thesis Delft*, 1956. Voir aussi : *Appl. sci. Res.*, B 6, 1-74 (1956).

2. P. A. Neeteson. — Analysis of bistable multivibrator operation. *Thesis Delft* (1956).

3. B. D. H. Tellegen. — La recherche pour une série complète d'éléments de circuit idéaux non-linéaires. *Rend. Sem. mat. fis. Milano* (1953-1954), 25, 134-144 (1956).

4. B. D. H. Tellegen. — The gyrator, an electric network element. *Philips tech. Rev.*, 18, 120-124 (1956-57).

5. G. Thirup. — Design of low-pass amplifiers for fast transients. *Philips Res. Rep.*, 10, 216-230 (1955).

Sous-Commission VI.3. — Théorie Electromagnétique

Presqu'aucune activité n'a été déployée par les Hollandais dans le domaine des antennes, des guides d'onde, de la diffraction, etc. Sauf le premier article cité ci-dessous, tous les articles dignes d'être mentionnés ici sont dus à des savants non hollandais.

1. C. J. Bouwkamp, H. B. G. Casimir. — On multipole expansions in the theory of electromagnetic radiation. *Physica*, 20, 539-554 (1954).

2. A. Nisbet. — Source representations for Debye's electromagnetic potentials. *Physica*, 21, 799-802 (1955).

3. J. R. Wait. — Radiation from an electric dipole in the presence of a corrugated cylinder. *Appl. sci. Res.*, B 6, 117-123 (1956).

4. R. G. Kouyoumjian. — The backscattering from a circular loop. *Appl. sci. Res.*, B 6, 165-179 (1956).

5. V. J. Vanhuyse. — On the proper frequencies of terminated corrugated waveguides. *Physica*, 269-280 (1955).

6. V. J. Vanhuyse. — On the resonance frequencies and the field configution in terminated corrugated waveguides. *Physica*, 21, 829-838 (1955).

Pologne

N° 207. — Rapport du Comité National à la Commission VI

Sous-Commission VI.1. — Théorie de l'Information

L'effort principal a porté sur l'étude des concepts fondamentaux de la théorie de l'Information, et particulièrement sur celles des

relations entre cette théorie et la statistique. Une investigation concerne l'entropie comme caractéristique des systèmes continus non codés. En connexion, les relations entre les méthodes de Wiener et de Shannon ont été discutées (1.1).

La méthode par développement en série de fonction orthogonales permit de traiter uniformément le problème de la communication en présence de bruit gaussien non stationnaire dans le cas où les signaux transmis sont de nature discrète ou résultent de processus non stationnaires. Plusieurs critères statistiques ont été envisagés (1.2).

Une extension de la méthode de Wiener a été introduite (2.14, 2.15) principalement pour la théorie des circuits.

RÉFÉRENCES

1.1. J. Seidler. — Sur le concept d'Entropie. *Arch. Elektrot.*, 2, 1955.

1.2. J. Seidler. — Communication en présence de bruit gaussien non stationnaire, 1955, Publication P.I.T.

Sous-Commission VI.2. — Théorie des Circuits

A. — *Analyse des circuits linéaires*

Beaucoup d'attention a été apportée à l'analyse des phénomènes dans les circuits linéaires concrets (2.27, 2.30, 2.21, 2.31, 2.9, 2.29, 2.11). Bien que les méthodes appliquées ne soient pas nouvelles, certains résultats d'intérêt pratique ont été obtenus.

B. — *Synthèse et Projets de Systèmes linéaires*

1. Différents problèmes concernant la synthèse des circuits RC et LRC ont été envisagés : *réaliser* des impulsions de tension de forme désirée (2.10), des réseaux en pont à fonction de transfert transcendante (2.19), des graphiques donnant les caractéristiques de transfert, une approximation uniforme de fonctions données du temps et de la fréquence (2.20), etc.

2. Dans le domaine des amplificateurs, les points suivants ont été envisagés : distribution appropriée des pôles dans les amplificateurs d'impulsions et par résonance à plusieurs étages (2.1), amplificateur par résonance à trois étages à caractéristiques de Tchebischeff (2.28, 2.22), approximation de la caractéristique

temporelle qui minimise la distorsion et le temps de montée (2.12, 2.16).

3. Une étude des critères de qualité dynamique et de minimisation du bruit dans les systèmes linéaires a été faite (2.13, 2.14, 2.15, 2.17). Un critère isopérimétrique fut introduit pour minimiser la distorsion des valeurs efficaces d'un signal accompagné de bruit de fond à niveau limité (2.13).

4. Les propriétés d'un critère de qualité des filtres ont été envisagées de manière à tenir compte simultanément de la déviation de la caractéristique de fréquence désirée dans la bande de transmission et de la pente de la caractéristique dans la bande de réjection.

C. — *Analyse des systèmes non linéaires*

Les travaux dans ce domaine ont été débuté avant la Guerre en Pologne sous l'initiative du Prof. Groszkowski, lequel introduisit le principe de l'équilibre des harmoniques. Son livre (2.8) publié après la Guerre constitue une monographie faisant la somme des résultats obtenus. Un certain nombre de publications ultérieures ont été faites sur les problèmes de la génération non linéaire (2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7).

Une généralisation intéressante du principe de l'équilibre des puissances imaginaires a été donnée (2.2). Une analyse complète de la stabilité de fréquence d'un oscillateur de Clapp en tenant compte des effets linéaires et non linéaires est contenue dans (2.5). L'analyse théorique a été vérifiée expérimentalement (2.27). L'influence des harmoniques du courant de grille sur la fréquence d'un générateur a été analysée en appliquant le principe de l'équilibre des puissances imaginaires (2.24, 2.25).

RÉFÉRENCES

2.1. W. Golde. — Amplificateurs à plusieurs étages à large bande à caractéristique gaussienne. *Arch. Elektrot.*, p. 215, 1955 (en polonais).

2.2. J. Groszkowski. — Sur l'extension du principe de l'équilibre des puissances imaginaires des harmoniques aux circuits à spectre continu. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 3, 1954.

2.3. J. Groszkowski. — Théorie non linéaire des oscillateurs R. C. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 3, 1954.

2.3. J. Groszkowski. — Théorie non linéaire des oscillateurs R. C. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 4, 1954.

2.4. J. Groszkowski. — Période limite des oscillations non linéaires. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 2, 1955.

2.5. J. Groszkowski. — Stabilité de fréquence des oscillateurs LC à capacitance d'anode et de grille élevées. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. W, 3, 1955.

2.6. J. Groszkowski. — Période limite des systèmes à élément résonant unique. *Arch. Elektrot.*, IV, 4, 1955.

2.7. J. Groszkowski. — Fréquence des oscillateurs à courant de grille. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 3, 1956.

2.8. J. Groszkowski. — Génération de fréquence et stabilisation, Varsovie, 1950. *Panstwove Wydawnictwo Techniczne.*

2.9. J. Kesler. — Quelques problèmes soulevés par la théorie du détecteur *Arch. Elektrot.*, p. 591, V, 1956.

2.10. R. Kulikowski. — Synthèse des systèmes linéaires à impulsions. *Arch. Elektrot.*, 3, 1954.

2.11. R. Kulikowski. — Réseaux équivalents optimum et modèles de systèmes linéaires dynamiques. *Arch. Elektrot.*, 1, 1955.

2.12. R. Kulikowski. — Détermination des paramètres du réseau linéaire optimum basée sur la caractéristique temporelle. *Arch. Elektrot.*, 2, 1955.

2.13. R. Kulikowski, J. Plebanski. — Caractéristique optimum des systèmes linéaires à impulsions. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 1, 1955.

2.14. R. Kulikowski. — Perturbation minimum et puissance de bruit dans les filtres passe-bande. *Arch. Elektrot.*, 3, 1955.

2.15. R. Kulikowski, J. Plebanski. — Distorsion stochastique minimum du signal dans les circuits à faible bruit de fond. *Arch. Elektrot.*, 3, 1955.

2.16. R. Kulikoswki. — Structure des systèmes pulsés d'après la méthode des moments. *Arch. Elektrot.*, 1, 1956.

2.17. R. Kulikoswki, A. Rybarski. — Critère de distorsion quadratique aux puissances de bruit limitée. *Arch. Elektrot.*, 2, 1956.

2.18. R. Kulikowski. — Relations optima dans les systèmes de contrôle automatique. *Arch. Automatyki i Telemechaniki*, 1, 2, 1956.

2.19. R. Kulikowski. — Synthèse des systèmes linéaires à l'aide d'éléments L.R.C. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 4, 1956.

2.20. R. Kulikowski. — Synthèse des systèmes linéaires sur la base d'une approximation uniforme des caractéristiques de temps et de fréquence. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, IV, 2, 1957.

2.21. J. Kroszczynski. — Examen du spectre de fréquence au moyen d'analyseurs à bande finie. *Arch. Elektrot.*, 3, 1955.

2.22. J. Lenkowski. — Facteurs de qualité de filtres à bande étroite physiquement réalisables au moyen de trois circuits couplés. *Arch. Elektrot.*, 3, 1955.

2.23. J. Lenkowski. — Figure de mérite de filtres passe-bande à caractéristique de Tchebischeff. *Arch. Elektrot.*, 2, 1956.

2.24. L. Lucaszewicz. — Influence du courant de grille sur la fréquence des oscillateurs à lampe. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, W, 4, 1954.

2.25. L. Lucaszewicz. — Stabilisation de fréquence des oscillateurs à lampe sous l'aspect du courant de grille, au facteur d'amplification et de la charge. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, 4, 1954.

2.26. J. Osiowski. — L'analyse des phénomènes de tension dans le circuit anodique des amplificateurs à résonance en classe C. *Arch. Elektrot.*, 521, 1955.

2.27. S. Rysko, R. Novak, J. Formaniak. — Générateur de fréquence variable à haute stabilité. *Arch. Elektrot.*, 4, 1956, 759.

2.28. A. Smolynski. — Synthèse d'amplificateurs triplement accordés. *Arch. Elektrot.*, 1, 1955.

2.29. A. Smolynski. — Usage d'un tube en circuit « Grounded-grid ». *Arch. Elektrot.*, 621, 1956.

2.30. S. Slawinski. — Influence de la fréquence d'entrée sur la rigidité et la capacité de charge d'un système de synchrotransmission. *Arch. Elektrot.*, p. 547, 1955.

2.31. F. Wisniewski. — Analyse d'un circuit super-régénératif à modulation de fréquence de Quenching. *Arch. Elektrot.*, 263, 1956.

Sous-Commission VI.3 — Théorie électromagnétique

La Sous-Commission VI.3 a suggéré quatre sujets qu'elle considère comme spécialement importants. L'état des recherches les concernant peut être décrit comme suit :

1. « Etude de la théorie des aériens à large bande, y compris dans la région de transition ».

   Aucune recherche n'a été effectuée.

2. « Etude du passage des équations de Maxwell à celles du cas limite de l'optique géométrique d'une part, et d'autre part à celles de la théorie des circuits ».

Deux méthodes d'approximation concernant la résolution de l'équation de Helmholtz furent étudiées (3.1, 3.2). Le but de la première méthode est d'améliorer la précision de l'approximation fournie par l'optique géométrique ; la méthode introduit l'indice de réfraction équivalent $n = (1 + \Delta A/k^2 A_0)^{1/2}$ où A_0 est l'amplitude déterminée par l'optique géométrique. La seconde méthode

analyse les équations du procédé Wentzel-Kramers-Brillouin ; en connexion, une extension de l'équation de l'Eikonal au cas complexe fut investiguée (3.3). Les relations entre la première approximation fournie par cette méthode et celle de l'onde plane non-homogène sont analogues à celles entre l'optique géométrique et l'onde plane.

3. « Etude des ondes guidées, y compris les ondes de surface et les transmissions dans les milieux anisotropes ».

Les recherches dans ce domaine ont été concentrées sur les transitoires dans les guides d'onde. La source d'excitation fut prise en considération (3.6, 3.7). Récemment R. Gajewski a obtenu des solutions approchées dans le cas des pertes modérées dans les parois.

4. « Structure d'aériens pour les communications transhorizontales». Aucune recherche n'a été faite.

A côté de ces sujets d'étude, d'autres ont été envisagés. L'effet des faisceaux électroniques sur le déplacement d'accord des cavités a été analysé (3.8, 3.9). L'influence de divers paramètres sur l'amplitude du champ dans une cavité a également été considérée.

Les différences entre les propriétés de la formule de Kirchhoff et des formules de Kottler dans la zone de Fraunhofer ont été investiguées (3.10), ainsi que la généralité de la représentation du champ électromagnétique par un vecteur de Hertz (3.11).

RÉFÉRENCES

3.1. K. Bochenek et J. Plebanski. — Sur l'interprétation de l'équation de Helmholtz. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, IV, 3, 1956.

3.2. K. Bochenek, J. Plebanski. — Sur les méthodes de l'optique des micro-ondes. *Arch. Elektrot.*, V, 2, 1956.

3.3. K. Bochenek. — L'équation $(\nabla l)^2 = 1$ dans un domaine complexe. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. III, IV, 3, 1956.

3.4. A. Rubinowicz. — Propagation des signaux transitoires dans un guide d'onde. *Acta Phys. Polon.*, 13, 115, 1954 (en allemand).

3.5. R. Gajewski. — Sur les transitoires des guides d'onde. *Bull. Acad. Polon. Sci.*, Cl. IV, III, 1, 1955.

3.6. R. Gajewski. — Sur la radiation transitoire d'un dipôle dans un guide d'onde (I). *Acta Phys. Polon.*, XV, 1, 1956.

3.7. R. Gajewski. — *Id.* (2). *Acta Phys. Polon.* (à l'impression).

3.8. P. Szulkin. — La rétroaction du champ électromagnétique dans une cavité résonante cylindrique sur le mouvement des électrons excitateurs en présence d'un champ magnétique intense. *Arch. Elektrot.*, IV, 4, 1955.

3.9. P. Szulkin. — Excitation d'une cavité résonante par un faisceau électronique modulé en densité et passant à travers la section complète du résonateur. *Arch. Elektrot.*, V, 1, 1956.

3.10. S. Pogorzelski. — Estimation des facteurs de correction de Kottler. *Arch. Elektrot.*, V, 1, 1956.

3.11. K. Bochenek. — Problèmes relatifs à l'application de vecteurs de Hertz. *Arch. Elektrot.*, IV, 2, 1955.

3.12. K. Bochenek. — L'impédance d'onde intervenant dans une classe de systèmes à excitation symétrique. *Arch. Elektrot.*, V, 1, 1956.

3.13. A. Turski. — Calcul des pertes dans les parois lisses de guides circulaires sur la base des équations de Maxwell. *Arch. Elektrot.*, V, 3, 1956.

Royaume-Uni

N° 129. — Rapport du Comité National Britannique à la Commission VI
Mai 1957

Rédigé par

W. Proctor Wilson et J. W. Head (VI.1 et VI.2)
G. D. Monteath : VI.3 (antennes)
H. M. Barlow : VI.3 (ondes guidées).

(*Traduction*)

Ce rapport décrit les progrès accomplis depuis septembre 1954 dans le domaine des Sous-Commissions VI.1, Théorie des Communications, VI.2, Théorie des Circuits, et VI.3, Théorie Electromagnétique (antennes et guides d'ondes). Les sujets méritant une attention spéciale sont repris dans le texte lui-même. Quand la chose est possible les références sont données par un numéro relatif à la bibliographie qui suit. Sont seules citées les sources d'information accessibles au public scientifique ; des résumés sont parfois inclus, particulièrement en ce qui concerne des sujets qui ne sont pas traités dans le texte. Les travaux non encore publiés sont cités également lorsqu'ils se rapportent particulièrement aux sujets de la Commission.

VI.1. — Théorie des Communications

Le troisième Symposium de Londres sur la Théorie de l'Information s'est tenu en septembre 1955 à la Royal Institution. Les articles s'y rapportant sont donnés dans la bibliographie (1).

Des propositions relatives à la terminologie et aux notations utilisées en théorie de l'information ont été faites par Good (2) en vue de clarifier l'exposition. Les notations proposées sont indépendantes de la définition « fréquentielle » de la probabilité, considérée comme une fréquence limite dans une série infinie d'épreuves.

Gouriet (3) a proposé une méthode destinée à réduire la bande d'occupation d'un signal de télévision en tirant parti du fait que dans toute image courante existent de grandes surfaces unies dont la brillance est pratiquement constante.

Lampard (4) a exposé une méthode de détermination des fonctions de corrélation dans les séries temporelles stationnaires consistant à développer la fonction d'autocorrélation en série de fonctions orthonormales.

L'essai de D. et A. Gabor sur la Théorie Mathématique de la Liberté mentionné dans la bibliographie de 1954 a été publié depuis lors (5).

1. « Théorie de l'Information : 3e symposium de Londres, 1955 », Edition C. Cherry Butterworth's Scientific Publications, Londres, 1956.
2. « Terminologie et Notations dans la Théorie de l'Information », I. J. Good. *Proc. I.E.E.*, Partie C, Mars 1956, Vol. 103, n° 3, pp. 200-204.
3. G. G. Gouriet. — Réduction de la bande passante d'un signal de télévision. Sera publié dans les *Proc. I.E.E.*, partie B.
4. D. G. Lampard. — Nouvelle Méthode de Détermination des Fonctions de Corrélation dans des Séries temporelles stationnaires. *Proc. I.E.E.*, partie C, Mars 1955, Vol. 102, n° 1, pp. 35-41. Résumé, *Ibid.*, partie III, Sept. 1954, Vol. 101, n° 73, pp. 343-346.

   La méthode est basée sur le développement de la fonction de corrélation en série de fonctions orthonormales convenables. Les coefficients du développement sont rattachés d'une manière simple aux intégrales de convolution qui interviennent quand les séries temporelles sont appliquées à des filtres linéaires dont les réponses impulsionnelles sont membre du système orthonormal envisagé.

   Une méthode pour mesurer ces coefficients est proposée. Des filtres complexes dont la réponse impulsionnelle est de la même forme que la

fonction de corrélation désirée peuvent être construits. A titre d'exemple des filtres dont les réponses impulsionnelles sont membre du système de Laguerre ont été présentés. Un autocorrélateur d'utilisation pratique basé sur un tel filtre a été décrit, avec les résultats obtenus.

5. D. A. Gabor. — Essai d'une Théorie Mathématique de Liberté. *Journal de la Royal Statistical Society*, Série A, 1954, Vol. 117, parti I, pp. 31-60. Discussions, pp. 60-72.

VI.2. — Théorie des Circuits

a) Fonctions de Laguerre

L'attention est attirée sur l'usage que l'on peut faire des fonctions de Laguerre dans l'expression de la réponse temporelle d'un circuit linéaire passif soumis à une certaine excitation. Le mode « naturel » ou « préférentiel » d'excitation et de réponse de certains circuits paraît être de la forme d'une série de fonctions de Laguerre (2). Les conditions de convergence rapide d'une série infinie de fonctions de Laguerre ont été discutées par Head (3).

Les propriétés intrinsèques des fonctions de Laguerre ont été examinées avec plus de détails par Wilson et Head (4) et (5). Des coefficients ont été également calculés (6) de manière à permettre l'expression immédiate, sous la forme d'une série de dix fonctions de Laguerre, d'une fonction de temps négligeable pour $t > t_0$ et dont les valeurs à dix instants (proportionnels aux zéros du dixième polynome de Laguerre) sont connues ou déterminées par interpolation graphique ou autre.

b) Egalisateur par dérivation et applications

Le principe de l'égalisateur par dérivation de Gouriet, cité en référence dans le rapport de 1952-1954, a été appliqué (7) au problème consistant à tourner une masse importante d'un angle donné, de manière que l'opération soit conforme à des spécifications données. Le principe de l'égalisateur a également été étendu pour permettre de corriger la distorsion d'ouverture par des réseaux actifs dont les caractéristiques de transfert sont de la forme :

$$a_0 + a_1 \frac{p^2}{p^2 + b^2} + a_2 \frac{p^4}{(p^2 + c^2)(p^2 + d^2)}$$

où $p = i\omega$.

c) Algèbre Matricielle. Application des Matrices

Dans la théorie des réseaux les matrices du second ordre présentent un intérêt particulier. Différentes méthodes pour porter de telles matrices à la n^e puissance (méthodes nécessitées par les problèmes relatifs aux réseaux en cascades) ont été développées par Swift-Hook (8) et par Wilson (9). Dans ce dernier cas l'explicitation des racines est inutile.

Des matrices associées à des quadripôles ont été appliquées par Mayo et Head (11) à l'étude des transformateurs. L'analyse matricielle a également servi à clarifier la question des erreurs de mesures au pont à haute fréquence (12) et la manière dont le discriminateur Foster-Seeley peut fournir une discrimination à très faible distorsion.

d) Théorie des Réseaux

L'utilisation de synthétiseurs à lignes de retard pour matérialiser les fonctions linéaires de transfert a été décrite par Westcott (13), et la précision obtenue par ce système analogique a été discutée. L'utilisation des lignes à retard comme « Réseaux de quadrature » a été étudiée par Gouriet qui a obtenu des résultats encourageants.

Talbot (14) a étudié les propriétés fondamentales des réseaux par des méthodes élémentaires évitant l'emploi de déterminants. Il attire l'attention sur un article oublié, écrit par Kirchhoff en 1847, dans lequel les bases de la topologie des réseaux étaient posées.

Sander (17) a mis au point une méthode de détermination approximative de la réponse transitionnelle du système formé par un certain nombre de circuits « buffer » montés en cascades. Des expressions analytiques approchées du temps de réponse sont obtenues par la méthode dite « de la plus grande pente ». Wilson (2) a étudié la constante de temps d'un circuit composé de sections dissipatives identiques à fonction de transfert de forme bilinéaire $(ap + b)/(cp + d)$.

e) Systèmes non linéaires

West et Douce (19) ont discuté théoriquement l'occurrence, à la sortie d'un système, de composantes dont la fréquence est une fraction de la fréquence d'entrée. Une relation a été établie entre la réponse sinusoïdale en circuit ouvert et les conditions nécessaires

aux oscillations subharmoniques. Des limites suffisant à la suppression de ce phénomène sont ainsi obtenues. Gladwin (20) a étudié la stabilité de systèmes non linéaires à paramètres distribués.

f) Calcul opérationnel. Concept de l'impédance. Problèmes de stabilité

Mayo et Head (25) ont discuté la manière dont les conditions de stabilité d'un circuit, et les conditions d'amortissement au moins aussi rapide que $e^{-\alpha t}$, peuvent être déduites du domaine p sans calcul explicite de la réponse temporelle complète. La stabilité des systèmes non linéaires à paramètres distribués a été discutée dans l'article de Gladwin (20) cité plus haut, et Fuller (26) a traité le problème analogue des conditions d'apériodicité dans les systèmes linéaires.

VI.2 — Bibliographie

(a) Fonctions de Laguerre

1. Lampard (référence (4) dans la bibliographie VI.1) porte une attention particulière à l'utilisation des fonctions de Laguerre dans la détermination des fonctions de corrélation.
2. W. Proctor Wilson. — The Responses of Repeated Dissipative Networks in Terms of Finite Laguerre Series. BBC Research Department Mathematical Memorandum n° F-1004, Jan. 1957.
3. J. W. Head. — Approximation to Transients by Means of Laguerre Series. *Proc. Camb. Phil. Soc.*, Vol. 52, Part 4, pp. 640-651, 1956.
4. W. Proctor Wilson. — Transient Response of an All-Pass Network in Terms of a Finite Series of Laguerre Functions. BBC Research Department, Report n° F.023 (1955/15) May 1955. To be published in *Radio and Electronic Engineer*.
5. J. W. Head, W. Proctor Wilson. — Laguerre Functions : Tables and Properties. *Proc. I.E.E.*, Part C, Sept. 1956, Vol. 103, n° 4, pp. 428-440.
6. J. W. Head, G. M. Oulton. — Coefficients for « Decomposition » of Functions into Laguerre-Function Series. BBC Research Department, Mathematical Memorandum, n° F-1007, March 1957.

(b) Egalisateur par dérivation et applications

7. J. Morris, G. G. Gouriet, J. W. Head. — Servomechanism Performance. *Aircraft Engineering*, July 1955, Vol. 27, n° 317, pp. 220-222.

(c) Algèbre Matricielle

8. D. T. Swift-Hook. — The Nth Power of a 2 × 2 Transfer Matrix. *Electronic Engineering*, Nov. 1956, Vol. 28, n° 345, p. 505.
9. W. Proctor Wilson. — Theorems relating to Powers and Continued Products of 2 × 2 Matrices. BBC Research Department Mathematical Memorandum, n° F-1005. To be published in *Electronic and Radio Engineer*, June 1957.

10. M. E. Fisher. — The Matrix Approach to Filters and Transmission Lines. *Electronic Engineering*, May-June 1955, Vol. 27, nos 327, 328, pp. 198-204, 258-263.

L'utilisation des matrices constitue un algorithme souple et direct. Un procédé graphique simple est défini pour l'étude des caractéristiques d'un filtre.

11. C. G. Mayo, J. W. Head. — Transformers : General Design Considerations. To be published in *Electronic Engineers'* Reference Book, edited by L.E.C. Hughes and published by Heywood and Co., London.

12. C. G. Mayo, J. W. Head. — Errors in Bridge Measurements. *Wireless Engineer*, Nov. 1956, Vol. 33, n° 11, pp. 265-268.

(*d*) *Théorie des Réseaux*

13. J. H. Westcott. — The Continuous Delay-Line Synthesizer as a System Analogue. *Proc. I.E.E.*, Part C, Sept. 1956, Vol. 103, n° 4, pp. 357-366.

14. A. Talbot. — Some Fundamental Properties of Networks without Mutual Inductance. *Proc. I.E.E.*, Part C, Sept. 1955, Vol. 102, n° 2, pp. 168-175.

15. G. V. Buckley. — Parallel-T RC Network. *Wireless Engineer*, July 1956, Vol. 33, n° 7, pp. 168-173.

Une méthode simplifiée consistant à rechercher un circuit équivalent se prêtant mieux à un traitement mathématique est expliquée.

16. D. D. Crombie. — The Design of Low-Frequency High-Pass RC Filters. *Electronic Engineering*, June 1956, Vol. 28, n ° 340, pp. 254-256.

La réalisation d'un filtre en double T incorporé dans un amplificateur à contre-réaction est discutée ; des détails sur la relation entre la réponse sinusoïdale et le déphasage dans l'amplificateur sont donnés. L'utilisation d'un circuit compensateur donnant une courbe de réponse aplatie est étudiée. Un exemple pratique est donné.

17. K. F. Sander. — A Method for the Approximate Determination of the Impulse Response of a number of Identical Circuits in Cascade. *Proc. I.E.E.*, Part C, Vol. 104, n° 5, March 1957, pp. 13-24.

18. W. K. R. Lippert. — New Filter Theory of Periodic Structures. *Wireless Engineer*, Oct., Nov. 1955, Vol. 32, nos 10, 11, pp. 260-266, 305-310.

La théorie des quadripôles passifs linéaires est développée en termes des caractéristiques de réflexion et des facteurs de transmission qui peuvent être spécifiés en se reportant au diagramme d'ondes stationnaires dans une ligne reliant l'entrée à la sortie.

(*e*) *Systèmes non-linéaires*

19. J. C. West, J. L. Douce. — The Mechanism of Sub-harmonic Generation in a Feedback System. *Proc. I.E.E.*, Part B, Sept. 1955, Vol. 102, n° 5, pp. 569-574. Discussion, pp. 594-595.

20. A. S. GLADWIN. — Stability Criteria for an Electrical or Mechanical System with Distributed Parameters. *Brit. J. appl. Phys.*, Nov. 1955, Vol. 6, n° 11, pp. 400-402.

Pour des systèmes électriques ou mécaniques à paramètres distribués ou comprenant un élément produisant un délai fini, la stabilité exige que toutes les racines de l'équation de la caractéristique appropriée soient négatives ou possèdent des parties réelles négatives. Si l'équation est de la forme :

$$C_0 + C_1 z + (C_2 + C_3 z) thz = 0$$

si C_0 est positif, C_1 et C_3 doivent être positifs et C_2/C_1 doit être plus grand qu'une valeur critique fonction de C_0/C_3. Un exemple d'application est donné pour un cas de servo-mécanisme.

21. P. E. W. GRENSTED. — The Frequency-Response Analysis of Non-linear Systems. *Proc. I.E.E.*, Part C, Sept. 1955, Vol. 102, n° 2, pp. 244-253 ; Digest, *ibid.*, Part B, Sept. 1955, Vol. 102, n° 5, pp. 721-723.

Si la forme d'onde à l'entrée d'un élément non linéaire d'un système est approximativement sinusoïdale, l'analyse peut être menée en supposant que toutes les harmoniques existantes sont négligeables. L'analyse de systèmes de contrôle par tout ou rien entrepris sur cette base donne une solution exacte à 10 % près en ce qui concerne les transitoires et les oscillations entretenues.

22. W. E. THOMSON. — The Response of a Non-linear System to Random Noise. *Proc. I.E.E.*, Part C, March 1955, Vol. 102, n° 1,,pp. 46-48 ; Digest, *ibid.*, Part III, Nov. 1954, Vol. 101, n° 74, p. 407.

Une forme simplifiée est déduite d'une formule précédente, voir p. ex. 3238 de 1948 (Middleton)) donnant la fonction d'autocorrélation à la sortie d'un système non-linéaire dans le cas où le rapport sortie/entrée est exprimé par des séries de puissances.

La nouvelle formule met en évidence l'indépendance des produits d'intermodulation de différents ordres tandis qu'elle montre la corrélation entre la contribution d'effet d'intermodulation d'un ordre donné pour différents termes de la série de puissances.

Si le signal de sortie est exprimé en série des polynomes d'Hermite du signal d'entrée, chaque terme de la série donne naissance à des produits d'intermodulation d'un seul ordre.

23. E. B. MOULLIN. — The Solution of a Certain Differential Equation. *Proc. I.E.E.*, Part IV, Aug. 1954, Vol. 101, n° 7, pp. 290-299 ; Digest, *ibid.*, Part I, July 1954, Vol. 101, n° 130, pp. 204-206.

On discute une méthode destinée à obtenir des solutions approchées pour une classe de problèmes se rapportant aux réseaux non-linéaires. Cette méthode a été développée en vue de résoudre le problème soulevé par l'association en série d'une capacité et d'une résistance non-linéaire du type SiC, cette association servant d'exemple au problème traité. On a supposé une caractéristique cubique pour la résistance, la tension appliquée étant harmonique simple. Une solution exacte est

impossible à obtenir, mais une solution approchée peut être donnée en choisissant les constantes de la formule de manière telle, que la tension appliquée n'ait pas de composante harmonique du troisième ordre.

24. T. S. Fox, K. R. Sturley. — The Voltage Ratio and Output Impedance of a Ladder Network composed of *n* Similar Elements. *Electronic Engineering*, Oct. 1954, Vol. 26, n° 320, pp. 447-448.

Des expressions simples sont établies en partant du théorème de Thévenin.

(f) Calcul opérationnel. Notion de l'impédance. Stabilité

25. C. G. Mayo, J. W. Head. — The Impedance Concept. *Wireless Engineer*, April-May 1956, Vol. 33, nos 4, 5, pp. 96-102, 121-128.

26. A. T. Fuller. — Conditions for Aperiodicity in Linear Systems. *Brit. J. Appl. Phys.*, June 1955, Vol. 6, n° 6, pp. 195-198.

Les conditions nécessaires et suffisantes d'apériodicité sont déduites ; lorsqu'on les exprime en fonction des coefficients de l'équation caractéristique elles prennent la forme d'inégalités simples, exprimées sous forme de déterminants, et sont forts analogues aux critères de stabilité de Routh-Hurwitz.

27. L. Tasny-Tschiassny. — Nyquist's Criterion for Multiple-Loop Feedback Circuits. *Wireless Engineer*, April 1955, Vol. 32, n° 4, pp. 114-115.

Une méthode pour déterminer le critère de stabilité, méthode pouvant remplacer celle de Cutteridge (3489 de 1954), est établie en se basant sur une transformation conforme. Voir également le 72 de janvier 1955 (Cutteridge).

VI.3. — Théorie Electromagnétique (Antennes)

La caractéristique la plus importante d'une antenne est son diagramme de rayonnement. Une grande partie du travail effectué pendant la période envisagée a été consacrée à cet aspect des qualités d'une antenne.

Bates et Elliott (1) ont étudié la relation existant entre les niveaux des lobes secondaires des diagrammes de systèmes à rayonnement latéral dans la région de Fraunhofer et dans celle de Fresnel. Les résultats de ces travaux ont permis de réduire la distance à laquelle les mesures doivent habituellement être faites.

Brown et Spector (2) ont proposé une nouvelle méthode théorique pour étudier une catégorie d'antennes à rayonnement longitudinal, catégorie comprenant les antennes Yagi et les antennes à diélectrique dans lesquelles les ondes sont canalisées à partir

du point d'alimentation et émises à l'extrémité opposée en passant à travers une structure de retardement. Cette méthode apparaît comme préférable dans la représentation physique du mode de fonctionnement de ces antennes.

Johnson (3) a étudié l'antenne à fente qui peut être considérée comme l'ouverture équivalente à un unipôle coplanaire et placé perpendiculairement à l'arête d'une feuille métallique semi-infinie. Un unipôle court monté de cette façon présente la caractéristique particulière d'avoir une résistance de radiation proportionnelle à la longueur plutôt qu'à son carré, comme c'est le cas pour un unipôle monté au-dessus d'une terre plane. Les antennes « entailles » présentent un intérêt particulier pour l'aéronautique.

Brick (4) a étudié le diagramme de rayonnement vertical d'un unipôle monté au-dessus ou dans un diélectrique couvrant une surface conductrice. On obtient dans le plan de la surface une singularité correspondant aux ondes superficielles progressives. Un article de Page et Monteath (5) résume une étude expérimentale et théorique du diagramme de rayonnement vertical d'antennes utilisées par la radiodiffusion sur ondes moyennes. Les facteurs mal définis qui ont été à l'origine de cette étude comprennent la distribution en courant le long de l'antenne, l'effet de sol sur le diagramme et l'irrégularité de la surface du sol. De plus, le diagramme de rayonnement est effectivement brouillé par des réflexions sur l'ionosphère.

Le Département de Recherches de la BBC a continué l'étude théorique des effets de sol sur les qualités des antennes en ondes moyennes. Cette étude avait déjà fait l'objet d'un rapport à l'Assemblée de La Haye. Deux problèmes aux limites ont été approfondis. L'un d'eux concerne les différences d'effet provoqué par un disque métallique mince posé sur le sol et un cylindre semi-infini qui y serait enterré. Une solution approchée, fournie par deux équations intégrales, permet de constater que ces deux genres de terres ont un comportement comparable, à part une impédance transversale de ligne sur le bord du disque. Améliorant la façon d'envisager des systèmes de terre à fils radiaux, une expression donnant l'impédance à incidence normale d'un réseau de fils entre les deux faces d'un milieu semi-infini a été établie.

Un problème fréquemment soulevé concerne la détermination du diagramme de rayonnement horizontal d'un réseau de dipôles

supportés par un mât conducteur de section uniforme. La solution pour des mâts cylindriques est connue depuis longtemps, mais des supports à section triangulaire ou carrée sont le plus souvent utilisés en pratique. Un mât polygonal court peut être traité en termes de cylindres équivalents. D'un autre côté, les effets de réflexion par les faces d'un très grand mât polygonal peuvent être déterminés par des méthodes d'optique géométrique, par exemple en utilisant la notion d'image. Pour des mâts de taille intermédiaire une solution approchée est étudiée par le Département de Recherches de la BBC. Cette méthode est similaire mais non-identique à celle utilisée dans la théorie classique de la diffraction. Elle peut par conséquent être considérée comme une approximation du second ordre dans l'étude des grands mâts, la notion d'image donnant une approximation du premier ordre.

VI.3 — Bibliographie (Antennes)

1. R. H. T. Bates, J. Elliott. — The Determination of the True Side-Lobe Level of Long Broadside Arrays from Radiation-Pattern Measurements in the Fresnel Region. *Proc. I.E.E.*, Vol. 103, Part C, n° 4, p. 307, Sept. 1956.

Le diagramme de rayonnement dans la région de Fresnel est défini en fonction du diagramme polaire du champ lointain. En partant de cette hypothèse on montre que le niveau réel des lobes secondaires peut être déduit de mesures relatives au diagramme de rayonnement en amplitude dans la région de Fresnel. Ceci permet une réduction considérable de la distance à laquelle le diagramme polaire peut être déterminé.

2. J. Brown, J. O. Spector. — The Radiating Properties of End-Fire Aerials. *Proc. I.E.E.*, Vol. 104, Part B, n° 13, p. 27, Jan. 1957.

Une antenne à rayonnement longitudinal, de type Yagi ou à tige diélectrique peut être regardée comme une structure supportant des ondes superficielles du type dipolaire. La radiation se manifeste au bout de l'antenne, le diagramme de rayonnement étant déterminé par la distribution du champ transversal de l'onde de surface. On obtient une relation simple entre la largeur du faisceau du diagramme et le rapport entre la longueur d'onde de surface et celle en espace libre. De plus cette méthode montre que la largeur du faisceau tend vers une valeur différente de zéro lorsque la longueur de l'antenne augmente, contrairement à ce qu'indiquaient des théories antérieures qui faisaient tendre vers zéro cette largeur lorsqu'on augmentait la longueur de l'antenne. En appliquant cette théorie à des antennes réelles

il faut tenir compte de la radiation existant à l'extrémité excitée de l'antenne. Des diagrammes théoriques et pratiques de plusieurs systèmes longitudinaux sont comparés ; la concordance obtenue est bonne.

3. W. A. JOHNSON. — The Notch Aerial and some Applications to Aircraft Radio Installations. *Proc. I.E.E.*, Part B, Vol. 102, pp. 211-218, March 1955.

Des analyses et des expériences montrent que les feuilles métalliques à entailles perpendiculaires à un côté, peuvent former de très bonnes antennes. Des caractéristiques à large bande peuvent être obtenues avec une fente ayant une profondeur de $\lambda/4$, mais les détails du diagramme polaire peuvent varier avec la fréquence, d'une manière dépendant de la forme et de la grandeur de la feuille. Des fentes courtes par rapport à la longueur d'onde (« nitches ») peuvent être utilisées soit comme des antennes accordées à bande étroite, soit, sur une bande plus large, avec un dispositif d'accord. Pour la réception de fréquences voisines de 100 Mc/s une fente de 3 pouces de longueur peut être utilisée. Des essais relatifs au placement de ces antennes dans les gouvernails de direction et les ailes d'avions sont décrits ; des types HF, VHF, UHF peuvent être réalisés.

4. D. B. BRICK. — The Radiation of a Hertzian Dipole over a Coated Conductor. *Proc. I.E.E.*, Part C, Vol. 102, pp. 104-121, March 1955.

Les travaux dont il est question ont été entrepris en vue de définir les caractéristiques particulières d'un champ d'antenne mesuré au-dessus d'un écran d'aluminium supposé couvert d'une fine couche d'oxyde d'alumine. Les résultats d'analyse sont donnés (*a*) lorsque le dipôle se trouve au-dessus du diélectrique, (*b*) lorsqu'il se trouve enrobé dans le diélectrique, (*c*) lorsqu'il est placé dans la surface de séparation conducteur-diélectrique. Les valeurs de champ sont données pour des dipôles tant électriques que magnétiques. La puissance émise par le dipôle est partiellement rayonnée et partiellement canalisée par la surface elle-même ; des données numériques sont données dans certains cas particuliers relativement au rapport de ces deux puissances.

5. H. PAGE, G. D. MONTEATH. — The Vertical Radiation Patterns of Medium-Wave Broadcasting Aerials. *Proc. I.E.E.*, Part B, Vol. 102, pp. 279-295, May 1955. Discussion, pp. 295-297.

Des antennes verticales d'une hauteur correspondant à 0,5-0,6 λ sont d'utilisation courante lorsqu'on cherche à réduire l'importance de l'onde réfléchie par l'ionosphère en augmentant ainsi le domaine où l'évanouissement est inexistant. Les résultats d'expériences faites sur des modèles à échelle réduite ou sur des antennes à pleine échelle ont montré, que pour une antenne placée au-dessus d'un sol uniformément plat, lorsque l'ionosphère se comporte comme un réflecteur spéculaire, une zone d'utilisation plus étendue était obtenue par une alimentation par boucle plutôt que par une excitation par la base ; une excitation double améliore encore le système, l'importance de cette amélioration grandissant lorsque la conductivité du sol diminue.

L'effet des systèmes de terre améliore surtout l'efficacité. Des irrégularités de sol autour de l'antenne d'émission provoquent des distorsions dans le diagramme de rayonnement vertical, tandis que des réflexions diffuses sur l'ionosphère brouillent le diagramme. Des schémas de diagrammes basés sur une distribution semi-empirique des courants donnent des résultats concordant raisonnablement avec les données de l'expérience.

6. J. W. Crompton. — On the Optimum Illumination Taper for the Objective of a Microwave Aerial. *Proc. I.E.E.*, Part III, Vol. 101, pp. 371-382 ; Nov. 1954.

La transformation de Fourier, utilisée pour obtenir le diagramme de rayonnement d'une ouverture, fournit un réseau de courbes reliant entre eux le gain total d'un système d'antenne idéal, comprenant un objectif et un projecteur à guide d'onde, avec la grandeur et l'illumination de ce dernier.

Dans le cas d'objectifs rectangulaires les dimensions de l'ouverture du radiateur peuvent varier indépendamment dans les deux plans de symétrie ; le gain total obtenu en multipliant l'un par l'autre tous les facteurs de gain relatifs à la distribution dans le radiateur mesurés dans ces deux plans peut ainsi être modifié. Ceci ne se vérifie pas dans le cas d'un objectif circulaire mais une représentation graphique montre la variation du gain de ce système quand les dimensions de l'alimentation symétrique sont variées proportionnellement dans les deux plans de symétrie. On démontre qu'un gain total maximum est obtenu au moyen d'un objectif rectangulaire quand la dimension du système d'excitation est ajustée de manière à fournir un diagramme primaire où l'intensité d'illumination sur les bords se trouve à 8,5 db au-dessous de l'intensité au centre. Cette réduction tombe à 11,5 db dans le cas d'un objectif circulaire. Des diagrammes primaires de rayonnement sont donnés dans des cas différents d'illumination de l'ouverture d'excitation : illumination uniforme, cosinusoïdale, bicosinusoïdale. Sont discutées ensuite les variations des lobes secondaires ainsi que les niveaux des premiers lobes latéraux en fonction des dimensions du système d'alimentation dans le cas d'objectifs rectangulaires et circulaires.

VI.3. — Théorie électromagnétique (guides d'ondes)

Dans cette rubrique sont inclus les travaux qui concernent (i) la propagation à l'intérieur de conducteurs métalliques creux, (ii) les ondes de surface, y compris la ligne de transmission monofilaire et les surfaces plates considérées comme porteuses d'ondes, (iii) les lignes coaxiales, et (iv) les lignes à rubans.

(i) *Guides d'ondes métalliques creux*

L'influence des aspérités de surface sur l'atténuation de guides d'ondes fonctionnant entre 9000 et 10.000 Mc/s a été étudiée par Allison et Benson (1), qui ont dans ce but mis au point une technique d'examen des détails des parois, en correspondance avec les lignes de courant. Une étude systématique de guides d'ondes a été réalisée sur des éléments de haute précision, polis chimiquement ou électriquement, traités par galvanoplastie ou obtenus complètement par électrolyse ; cette étude a permis d'obtenir d'intéressantes données quant à la valeur relative de ces systèmes. Les expressions obtenues par Kuhn pour la détermination des atténuations dans les guides rectangulaires ont été modifiées de façon à faire intervenir les effets d'aspérité. Plus récemment, les mêmes auteurs ont étendu leurs recherches à l'atténuation dans les guides d'ondes construits en métaux ferromagnétiques et ont obtenu des données sur la perméabilité du nickel, de l'acier doux, du mumétal, du radiométal et du rhométal. Cette étude a été faite à une longueur d'onde de 3 cm. Il apparaît que l'acier doux garde plus longtemps ses propriétés ferromagnétiques que les autres métaux étudiés.

Les travaux de Harvey (3) sont en relation étroite avec ce qui précède. Cet auteur étudie les procédés de formation galvanoplastique de guides d'ondes de formes compliquées ; il donne également un projet d'établissement d'une échelle de comparaison basée sur les différentes profondeurs de pénétration en fonction de l'état des surfaces (4). Lewin (5) a étudié la propagation dans des guides d'ondes courbes et tordus à section rectangulaire en établissant l'équation d'onde de manière à ce que les coordonnées soient des variables indépendantes. Il en déduit les variations de la longueur d'onde dans le guide en fonction de la courbure dans les plans E et H et pour des sections tordues. Butcher (6) a proposé une nouvelle méthode pour étudier la propagation dans des guides d'ondes périodiques à pertes ; cette méthode offre l'avantage de fournir des informations plus précises sur le coefficient de déphasage, et s'applique à un large domaine de fréquence tant que les pertes restent faibles. Karbowiak (7) s'est occupé de la propagation dans des guides d'ondes anisotropiques en se basant sur la méthode de l'impédance de surface qu'il avait déjà utilisée précédemment (8). Il s'occupe en particulier de guides d'ondes hélicoïdaux rugueux et

conducteurs et montre que seuls certains modes restent stables lorsque les axes principaux diffèrent des axes de coordonnées de la surface. Allen et Clarke (9) se sont attaqués au problème d'interprétation des mesures de longueurs d'ondes dans les hélices en ruban ; les résultats indiquent que la région ou Sensiper a observé une dispersion inattendue était dus au fait que l'hélice avait une longueur finie.

Des travaux relatifs aux connecteurs de guides d'onde axialement asymétriques ont été effectués par Collin, Brown (10) et Farmer (11). Dans les deux cas, le problème a été traîté par les circuits équivalents ; un certain degré de symétrie est montré utile pour rendre ainsi plus facile la réalisation d'importantes applications. Les deux premiers auteurs utilisent la méthode variationnelle développée par Schwinger et montrent qu'elle peut être également appliquée aux jonctions asymétriques. Comme illustration de la méthode, on donne le calcul d'une jonction entre un guide à air et un guide partiellement rempli par un diélectrique. Dans un article suivant des mêmes auteurs (12), ce genre de jonction constitue le principe d'un transformateur d'adaptation quart d'onde entre deux éléments de guide dont l'un contient de l'air et l'autre un diélectrique. Un ingénieux déphaseur de type nouveau a été mis au point par Collin (13). Dans cet appareil le déphasage est provoqué par le déplacement longitudinal d'un ruban diélectrique au centre d'un guide d'onde rectangulaire dont les parois sont revêtues de rubans diélectriques fixes. Entre 3 et 3,5 cm de longueur d'onde un taux d'onde stationnaire inférieure à 1,05 a été obtenu avec un écart à la linéarité inférieure à 1°.

(ii) *Ondes de surface*

Cullen (14) a examiné le problème du lancement d'une onde plane de surface sur une surface plate en utilisant une ligne d'excitation parallèle à cette surface. Il discute en particulier le cas d'une fente étroite rayonnante au-dessus d'une plaque métallique ondulée ou recouverte de diélectrique. Il conclut qu'une efficacité de lancement de l'ordre de 80 % doit être réalisable pour une hauteur déterminée de la fente au-dessus de la plaque. Dans ce cas les composantes directe et indirecte du champ se compensent mutuellement, ne laissant subsister que l'onde de surface. Fernando et Barlow (15) ont complété les travaux de Cullen en s'occupant

de la forme radiale d'une onde de surface supportée par une surface plate réactive constituée par une plaque de métal soit ondulée soit recouverte de diélectrique. Ils ont obtenu une confirmation expérimentale des données théoriques. Rich (16) a procédé à des recherches similaires en utilisant divers types d'émetteurs mais il n'a pu obtenir que des rendements inférieurs à 50 %, rendement obtenu avec une antenne « double fromage ». Il en a conclu qu'une ouverture large exige une distribution exponentielle du champ si l'on veut obtenir un bon rendement à l'émission.

En 1953 Barlow et Cullen (17) avaient théoriquement prévu la possibilité d'obtenir sous certaines conditions une onde axiale de surface supportée par une surface capacitive de forme cylindrique, onde similaire à celle portée par une ligne de transmission monofilaire. Jusqu'alors, des surfaces inductives seules avaient été considérées comme utilisables. En se servant d'une tige de perspex comme guide d'onde et en diminuant progressivement son diamètre de façon à passer d'une surface inductive à une surface capacitive, Barlow et Karbowiak (18) sont parvenus à confirmer l'existence d'une onde de surface sur la surface capacitive, la vitesse de phase de cette onde étant supérieure à celle de la lumière.

Comme variante des formes habituelles d'ondes de surface cylindrique, Karbowiak a donné le cas d'un guide à section elliptique. Il a pu montrer de cette façon que l'onde de surface associée est pratiquement indépendante des déformations légères affectant une section circulaire.

(iii) *Lignes coaxiales*

Blackband (20) a fait une étude intéressante sur les paramètres caractéristiques d'une ligne coaxiale. Il a discuté le meilleur compromis concernant ces différents paramètres en fonction de leurs applications. Une attention spéciale a été apportée à l'atténuation par unité de longueur, aux caractéristiques de tension et de puissance, compte tenu des limitations thermiques et électriques. Il en conclut que pour des câbles à air à faible perte la meilleure valeur d'impédance caractéristique est 75 ohm tandis que pour des câbles en thermoplastique à usage multiple elle est de 50 ohm.

Des lignes de transmission non-uniformes utilisées comme transformateurs d'impédance ont fait l'objet d'une étude nouvelle de Willis et Sinha (21) ; il en est résulté d'importantes données

de construction, permettant d'obtenir un rendement optimum dans l'utilisation de ces lignes comme éléments d'adaptation. On décrit (22) un embout de ligne à large bande et à coefficient de réflexion négligeable, constitué par une résistance coaxiale. Harris (13) a traité un problème similaire en considérant la question sous un autre angle. Son but était de construire une résistance coaxiale à résistance constante et sans réactance appréciable dans un large domaine de fréquences s'étendant jusqu'à 4000 Mc/s tout en étant capable de dissiper une puissance non négligeable. Ses travaux ont amené la réalisation d'une résistance uniforme à couche dont le connecteur de sortie a la forme géométrique typique d'une courbe tractrice. L'impédance mesurée reste constante à 1 % près jusqu'à 3.450 Mc/s. Monteath (24) a considéré des lignes de transmission montées en coupleurs directionnels symétriques. Deux lignes de transmission asymétriques similaires y sont couplées sur une partie de leur longueur par un conducteur extérieur commun, formant ainsi une ligne à trois conducteurs. Dans ce montage le rapport de sortie varie d'une manière sinusoïdale avec la fréquence quand la longueur de la région de couplage varie, mais l'impédance caractéristique reste indépendante de la fréquence. De tels coupleurs sont tout indiqués dans les mesures de puissance aux fréquences s'élévant jusqu'à 1000 Mc/s.

(iv) *Lignes à rubans*

Dans la technique des lignes à rubans on ne peut pas trop se fier aux méthodes de calcul des paramètres de la ligne, particulièrement en ce qui concerne les impédances caractéristiques comprises entre 20 et 150 ohm. Dukes (25) a fait une étude fructueuse du comportement des lignes plan-parallèles équilibrées, de la ligne constituée par un ruban placé au-dessus du sol et de la ligne sandwich. Dans cette étude l'auteur fait usage d'une cuve électrolytique et met au point des méthodes correspondantes pour le calcul des paramètres de la ligne.

VI.3 — Bibliographie (guides d'ondes)

1. J. Allison, F. A. Benson. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 251.
2. J. Allison, F. A. Benson. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 205.
3. A. F. Harvey. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, pp. 223, 493.

4. A. F. Harvey. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 219.
5. L. Lewin. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 75.
6. P. N. Butcher. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1956), 103, p. 301.
7. A. E. Karbowiak. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 139.
8. A. E. Karbowiak. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 698.
9. C. P. Allen, G. M. Clarke. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 171.
10. R. E. Collin, J. Brown. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 121.
11. E. D. Farmer. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 145.
12. R. E. Collin, J. Brown. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 153.
13. R. E. Collin. — *Wireless Engineer* (1955), 32, p. 82.
14. A. L. Cullen. — *Proc. I.E.E.*, Part IV (1954), 101, p. 225.
15. W. M. G. Fernando, H. M. Barlow. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1956), 103, p. 307.
16. G. J. Rich. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 237.
17. H. M. Barlow, A. L. Cullen. — *Proc. I.E.E.*, Part III (1953), 100, p. 329.
18. H. M. Barlow, A. E. Karbowiak. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 313.
19. A. E. Karbowiak. — *Brit. Journal Applied Physics* (1954), 5, p. 328.
20. W. T. Blackband. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 804.
21. J. Willis, N. K. Sinha. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1956), 103, p. 166.
22. J. Willis, N. K. Sinha. — *Wireless Engineer* (1956), 33, p. 204.
23. I. A. Harris. — *Proc. I.E.E.*, Part C (1956), 103, p. 1.
24. G. D. Monteath. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1955), 102, p. 383.
25. J. M. C. Dukes. — *Proc. I.E.E.*, Part B (1956), 103, p. 319.

Suède

N° 218. — Rapport du Comité National à la Commission VI

(Erik Hallén)

(*Traduction*)

VI.1. — Des travaux concernant la *Théorie de la Communication et de l'Information* ont été effectués à l'Institut Royal Technologique de Stockholm (Tech. lic. G. Fant ; Prof. T. Laurent), ainsi qu'à l'Institut Technologique Chalmers (Göteborg, Prof. H. Wallman). Voir bibliographie, réf. 1-8.

VI.2. — Divers milieux se sont intéressés en Suède à la *Théorie des Circuits*. A l'Institut Royal Technologique (division radiotechnique, Prof. E. Löfgren) un groupe de chercheurs a procédé à des investigations sur les propriétés des transistors aux hautes fréquences et aux puissances élevées ; des applications à la technique des impulsions sont également prévues. A l'Institut de Recherches de la Défense Nationale (FOA), à Stockholm, des travaux ont été entrepris sur la polarisation rotatoire des ferrites, en premier lieu sur 3 cm de longueur d'onde, en second lieu sur des ondes plus longues jusqu'à 10 cm ; les propriétés des ferrites, utiles pour d'autres applications aux micro-ondes, ont également été investiguées ; en particulier, certains travaux ont eu pour objet de développer des isolateurs, des commutateurs et des déphaseurs à ferrites pour micro-ondes. Voir bibliographie, réf. 9, 10, 14, 15, 16 par le Prof. Aurell et le Prof. Ekelöf (Institut de Technologie Chalmers, Göteborg).

VI.3. — Les activités suivantes concernant les *Antennes et Guides d'Onde* doivent être mentionnées. A l'Institut de Recherches de la Défense Nationale (FOA), des antennes d'avion pour différents types d'appareils ont été développées (antennes omnidirectionnelles à large bande pour télécommunications, antennes à large bande omnidirectionnelles çt directionnelles pour la navigation dans le domaine VHF et UHF, antennes extérieures, incorporées, etc). A la Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson (Stockholm), les propriétés de différentes antennes pour micro-ondes à large bande ont été étudiées (p. ex. réflecteurs paraboliques à alimentation symétrique, antennes cornets).

Des travaux sur les antennes ont également été menés à l'Institut Royal Technologique (divison d'électricité théorique, Prof. E. Hallén, Stockholm) ; à côté des applications mathématiques des équations de Maxwell au problème des antennes, des travaux expérimentaux ont été effectués au laboratoire, spécialement sur les antennes non réflectives. Si dans une antenne quelconque on substitue à la structure métallique radiative conventionnelle une substance d'impédance continûment variable, on peut arriver à établir un système rayonnant ne donnant pas lieu à des ondes réfléchies dans la ligne vers la source. Une telle antenne devient parfaitement apériodique. Sa bande passante est infiniment large. Son impédance de radiation est constante, pour les fréquences supérieures à une

certaine fréquence limite. L'étude expérimentale de ces aériens a été faite par E. Cassel. Des applications à la construction d'antennes directionnelles non réflectives sont envisagées.

BIBLIOGRAPHIE

VI.1. — *Théorie de la Communication et de l'Information*

1. U. Aberg (FOA). — Un système de transmission simultanée de deux canaux en phonie sur la bande d'un canal unique. RVK-1957 (en Suédois).

2. C. G. Fant (KTH). — Phonétique et base phonémique pour la transcription des vocables Suédois. *Acta Oto-Laryngologica*, Suppl. 116, 1954.

3. G. Lidén, G. Fant (KTH). — Vocables suédois pour l'audiométrie du langage et les tests d'articulation. *Acta Oto-Laryngologica*, Suppl. 116, 1954.

4. G. Fant (KTH). — Quelques systèmes nouveaux de téléphonie sur des canaux à capacité réduite. *Inst. Roy. Techn., Div. Télégraphie et Téléphonie, Rapport* n° 2, 1955 (en Suédois).

5. G. Fant (KTH). — Quelques aspects généraux des systèmes téléphoniques pour les canaux à faible capacité. *Inst. Roy. Techn., Div. Télégraphie et Téléphonie, Rapport* n° 1, 1955 (en Suédois).

6. G. Fant (KTH). — Sur la prédiction des niveaux formants et de l'enveloppe du spectre des fréquences formantes (Roman Jakobsson, Mouton et Co, La Haye, 1956, pp. 109-120).

7. N. Stalberg (CTH). — Le problème de la sensibilité dans la transformation des images radiographiques en images de télévision. RVK-1957 (en Suédois).

Sommaire : TVR (= télévision + Röntgen) désigne la technique consistant à transmettre par télévision les images fluoroscopiques des rayons X. Cette technique est particulièrement utile dans la thérapie du cancer, où les rayons X utilisés sont trop intenses pour permettre au médecin de demeurer en permanence dans la salle de traitement afin de diriger exactement le faisceau vers la tumeur. Des circonstances anatomiques rendent ordinairement difficile l'ajustement correct de cette direction, spécialement dans la « thérapie par rotation », où le patient est fixe par rapport à la table d'opération tandis que le tube à rayon X tourne autour d'elle. (Cette rotation a évidemment pour but de distribuer la dose nocive pour la peau sur une aire aussi élevée que possible.) La technique TVR a fait, depuis septembre 1954, l'objet de travaux à la division télétechnique de l'Université Technologique Chalmers, en coopération avec la clinique Mémoriale de Sahlgrenska Hospital à Göteborg, sous les auspices financiers de la Société Suédoise du Cancer. Certaines difficultés d'ordre röntgenologique et électronique ont été éprouvées. L'un des problèmes électroniques les plus sérieux

concerne la sensibilité requise par la technique de télévision. La luminance de l'écran fluoroscopique dans un examen de l'abdomen s'élève à 0,01 apostilb (= 0,001 foot-lambert = $3{,}10^{-7}$ lumen. cm^{-2} $stérad^{-1}$), c'est-à-dire 10.000 fois moins que la luminance normale dans les studios de télévision. La contribution présentée contient une analyse du rapport signal-bruit dans les tubes-image de télévision et dans les étages amplificateurs vidéo à faible niveau qui les suivent. Cette analyse est basée sur un calcul du nombre de particules élémentaires (quanta de lumière ou photo-électrons, suivant le cas) par élément d'image et par unité de temps ; le rapport signal-bruit dans les étages successifs de la chaîne de télévision est déterminé par un raisonnement statistique direct basé sur le nombre théorique de particules élémentaires.

Des limitations fondamentales à la sensibilité apparaissent quel que soit le type de tube-image (orthicon-image ou vidicon, par exemple). D'autres limitations ont un caractère moins fondamental. Un tube « idéal » de télévision pour de telles applications est discuté. Le travail se termine par la description d'une solution provisoire mais assez satisfaisante du point de vue pratique dans laquelle un tube amplificateur d'images est utilisé.

VI.2. — *Théorie des Circuits*

9. C. G. Aurell (CTH). — Ligne de transmission équivalente à un quadripôle. Calcul des quadripôles en cascade. *Ericsson Technics*, 1956, nº 2, pp. 107-145.

Sommaire : Les concepts d'impédance-image, d'atténuation-image complexe, et de ligne de transmission équivalente à un quadripôle sont examinés et critiqués. L'idée d'une ligne de transmission symétrique par rapport aux ondes est introduite, et des relations appropriées sont établies. L'équivalence d'une ligne à un quadripôle non symétrique est indiquée. L'analogie entre lignes et réseaux est prolongée de manière à inclure les quadripôles non réciproques. Cette théorie est appliquée aux cascades de quadripôles linéaires arbitraires.

10. C. G. Aurell (CTH). — Représentation du quadripôle linéaire général, et quelques-unes de ses propriétés. *Ericsson Technics*, 1955, nº 1, pp. 155-179.

Sommaire : Une attention particulière est portée à la représentation et aux propriétés du quadripôle non réciproque. Une nouvelle méthode de représentation est proposée. Le gain (— ou la perte —) de tels réseaux est établi sous des hypothèses très générales, ainsi que les valeurs extrêmes possibles ; les conditions d'existence sont discutées. Les conditions d'adaptation optimum de quadripôles donnés sont établies. La classification des quadripôles actifs et passifs est discutée.

11. E. F. Bolinder. — Méthodes graphiques de transformation d'impédance des réseaux sans pertes par le diagramme de Cayley-Klein. *Acta Polyt.*, nº 202, 1956.

12. E. F. Bolinder. — Relations entre les applications physiques de la transformation de Fourier dans divers domaines en théorie des ondes et des circuits. *Acta Polyt.*, n° 189, 1956.

13. E. F. Bolinder. — Etude de la ligne exponentielle par la méthode du cercle isométrique et par la géométrie hyperbolique. *Acta Polyt.*, n° 214, 1956.

14. S. Ekelöf, G. Kihlberg (CTH). — Théorie du thermistor en tant qu'élément de circuit (1. Une étude des circuits à thermistors). *Trans. Chalmers Inst. Techn.*, n° 142, 1954 ; *Ib.*, *Acta Polyt.*, n° 154, 1954.

15. N. Björk, R. Davidson (CTH). — Comportement des thermistors préchauffés, aux signaux faibles (2. Une étude des circuits à thermistors). *Trans. Chalmers Inst. Techn.*, n° 169, 1955 ; *Ib.*, *Acta Polyt.*, n° 186, 1955.

16. S. Ekelöf, N. Björk, R. Davidson (CTH). — Comportement des thermistors préchauffés, aux signaux intenses (3. Une étude des circuits à thermistors). *Trans. Chalmers Inst. Techn.*, n° 185, 1957.

17. B. Krüger (KTH). — Convertisseurs de puissance à transistors. RVK-1957 (en Suédois).

18. P. O. Leine (KTH). — Amplification et neutralisation dans les amplificateurs à transistors accordés. RVK-1957 (en Suédois).

19. G. Westerberg (KTH). — Un oscillateur bloqué à transistors *npn* et *pnp*. RVK-1957 (en Suédois).

20. B. O. As (KTH). — Détermination du facteur de qualité d'un résonateur par des mesures d'impédance, et ses applications à l'investigation des guides cylindriques d'ondes superficielles. RVK-1957 (en Suédois).

21. A. Dudnik (LME). — Méthode de mesure de limiteurs à large bande. Un limiteur amélioré. RVK-1957 (en Suédois).

22. T. Laurent (KTH). — Nouveaux types de sections pour les filtres en zig-zag. RVK-1957 (en Suédois).

23. T. Laurent (KTH). — Le principe de quantification pour une chaîne de filtres. RVK-1957 (en Suédois).

24. P. E. Ljung (FOA). — Matériaux en ferrite pour la rotation par effet Faraday aux longueurs d'onde de 3, 6, 10 cm. RVK-1957 (en Suédois). *Ib. I.E.E. Convention on ferrites*, Londres 1956.

25. P. E. Ljung (FOA). — Un isolateur par rotation pour la longueur d'onde de 6 cm. RVK-1957 (en Suédois). *Ib. I.E.E. Convention on ferrites*, Londres, 1956.

26. H. Schefte (LME). — Une filtre de fréquence utilisant différents modes dans un guide. RVK-1957 (en Suédois).

27. V. Wentzel (CTH). — Le cascode hybride ; un amplificateur combinant transistors et tubes. RVK-1957 (en Suédois).

VI.3. — *Théorie électromagnétique (Antennes et Guides d'onde)*

28. R. Berglund (KTS). — Antennes UHF omnidirectionnelles en polarisation verticale. RVK-1957 (en Suédois).

29. P. O. Brundell (KTH). — Une table nouvelle des fonctions d'amplitude des sinus et cosinus intégraux ; commentaires sur les fonctions apériodiques dans la théorie des antennes de Hallén. *Trans. Roy. Inst. Techn.*, n° 108, 1957.

30. P. O. Brundell (KTH). — Distribution du courant et du potentiel sur une antenne cadre circulaire. RVK-1957 (en Suédois).

31. E. Cassel (KTH). — Une méthode nouvelle pour mesurer la distribution de phase et d'amplitude du courant d'antennes, appliquée à l'antenne non réflective. RVK-1957 (en Suédois).

Sommaire : Ce rapport décrit une nouvelle méthode pour mesurer la distribution de phase des courants d'antenne. Cette méthode fournit des résultats directs et est donc extrêmement rapide. La précision et la reproductibilité sont bonnes. La réalisation du couplage entre le courant du cadre capteur et le courant de référence a posé naguère de sérieux problèmes, mais l'on démontre que ce couplage est ici suffisamment large pour que son influence sur les résultats puisse être négligée. L'équipement peut être construit à partir d'éléments ordinaires ce qui entraîne un coût peu élevé.

32. B. Josephson (FOA). — Le dipôle quart d'onde RVK-1957 (Cette contribution doit être présentée à la conférence de l'I.R.E. à San Francisco, Août 1957).

Sommaire : Un type d'antenne constituée par un dipôle d'une longueur de 0,25 à 0,30 fois la longueur d'onde adapté à une ligne coaxiale ou bi-filaire est décrit. En principe l'antenne peut être envisagée comme un dipôle replié (ou un unipôle) de type spécial. Si le conducteur opposé à la branche active d'un dipôle replié conventionnel est coupé en son milieu, la résonance a lieu pour une longueur de 0,3 λ ou 0,25 λ si le choix des dimensions du conducteur est fait correctement. La résistance de rayonnement est alors très faible. En appliquant la tension d'alimentation en des points convenables, on peut adapter cette résistance à l'impédance caractéristique de la ligne de transmission. L'opération peut être faite sans perturber la symétrie par rapport à la ligne. La théorie de cette antenne est discutée ; on est conduit à envisager les propriétés d'impédance des dipôles excités asymétriquement. Les dimensions et les résultats de mesure se rapportant aux antennes excitées par une ligne coaxiale ou par une ligne bi-filaire sont exposés. Cette méthode a été particulièrement avantageuse pour établir une antenne aéroportée de très faible hauteur, à large bande, et de profil aérodynamique convenable. Dans cette application, tous les éléments radiatifs et d'adaptation sont constitués par des rubans. Les détails de construction et les résultats de mesure seront décrits.

33. Hallén (KTH). — Traitement exact des réflexions de courants d'antenne à l'extrémité d'une antenne cylindrique tubulaire. *Trans. I.R.E.*, 1956 (Symposium sur la théorie électromagnétique).

34. R. Lindquist (FOA). — Une investigation à pleine échelle de l'influence du terrain sur les propriétés radiatives de certaines antennes pour ondes courtes. RVK-1957 (en Suédois).

35. S. Nystedt (KTH). — Investigation théorique sur les antennes sphéroïdales. Roy. Inst. Techn., Division d'électricité théorique, Stockholm, 1957.

36. S. Svennérus (FOA). — Antenne à fil dans l'eau de mer. RVK-1957 (en Suédois).

Suisse

N° 143. — Rapport du Comité National à la Commission VI

Prof. Baldinger

Un groupe de travail ayant pour tâche l'étude des circuits utilisant les transistors a été formé. Le premier problème traité est celui des paramètres et des schémas équivalents. Le schéma proposé par Zawels et Giacoletto (RCA Review) se révèle particulièrement intéressant et il a pu être complété sur quelques points (4). A ce sujet, nous signalons la réalisation d'une machine à calculer par analogie, destinée à représenter les phénomènes physiques dans les transistors (10).

En ce qui concerne les circuits utilisant des transistors, nous signalons les travaux qui ont été faits dans le domaine des démultiplicateurs et oscillateurs à fréquence stable (Prof. Dessoulavy, Prof. Baumann), ainsi que les travaux du Professeur Weber qui ont pour but l'application des transistors à la téléphonie.

De plus, des problèmes concernant la technique de télévision ont été poursuivis à l'A. F. I. F. (Prof. Baumann). Ces travaux comportent la réalisation de courants en dents de scie de haute linéarité, la transformation du nombre de lignes d'images, l'application de l'analyseur- flying spot pour le contrôle de l'homogénéité des cathodes photoélectriques.

Enfin, nous avons à signaler des travaux traitant des propriétés générales des circuits (8, 11), des problèmes de circuits électriques en relation avec la physique nucléaire (3, 6) et la réalisation d'un appareil analogique photoélectrique destiné au calcul d'intégrales spéciales (Faltungs-Integrale) (9).

A l'Institut des hautes fréquences de l'EPF (Prof. Tank), les travaux mentionnés dans le dernier rapport (période 1952-54) ont été terminés : pulse-code-modulation suivant un nouveau procédé (Margna, Villars, 12, 13), machine électronique pour le calcul des corrélations (Brumm, 14), circuits oscillants non linéaires (Gloor, 15), système de Radar-FM (Ismail, 16), modulation de fréquence pour clystrons (Zito, 17). La machine électronique pour le calcul de la corrélation a été complétée par une machine additionnelle qui permet un emploi beaucoup plus vaste de cette machine, surtout en ce qui concerne les phénomènes statistiques lents.

Le système Radar-FM permet avant tout des mesures à courtes distances, jusqu'à quelques mètres.

M. A. Giger a étudié les problèmes d'antennes et publié les résultats de cette étude dans son exposé « Studium über den Aufbau von Antennengebilden bei vorgegebenen Strahlungsdiagramm » (18). Une solution intéressante pour une antenne « super-gain » a été trouvée. Le système ILS de l'aéroport de Kloten a pu être amélioré sur la base de ces recherches.

M. A. Santemases a étudié la question de la modulation d'amplitude dans la bande X à l'aide de ferrites (19).

LITTÉRATURE

1. E. Baldinger, M. Nicolet. — Ein Impulsgenerator mit Sekundäremissionsröhren. *Z.A.M.P.*, 5, 508, 1954.
2. E. Baldinger, M. Nicolet. — Untersetzer mit Flächentransistoren. *Z.A.M.P.*, 6, 503, 1955.
3. E. Baldinger, W. Czaja, M. Nicolet. — Ueber das Impulsverhalten von Flächentransistoren. *Z.A.M.P.*, 7, 355, 1956.
4. E. Baldinger, W. Czaja, M. Nicolet. — Der Einfluss nicht idealer Emitterübergänge auf das Verhalten von Flächentransistoren. *Helv. Phys. Acta*, 24, 428, 1956.
5. E. Baldinger, W. Franzen. — Amplitude and Time Measurements in Nuclear Physics, Advances in Electronics and Electron Physics. *Academic Press Inc.*, 8, 255, 1956.
6. E. Baldinger. — Kurzzeitmessungen in der Kernphysik, Physikertagung Hamburg. *Physic Verlag Mosbach/Baden*, S. 67, 1955.
7. R. Dessoulavy. — Découplage aux basses fréquences de la cathode et de la grille-écran d'un tube amplificateur. *Techn. Mitt. P.T.T.*, 32, 1954, 137.
8. W. Ehrenberg. — Phasendrehende Netzwerke. *Techn. Mitt. P.T.T.*, 32, 1954, 41.

9. S. KITSOPOULOS. — Ein photoelektrisches Analogie-Gerät für die Berechnung von Faltungsintegralen. *Diss. ETH* Zürich.

10. J. LÜSCHER, P. CHOQUARD. — Un simulateur de transistors. *Techn. Mitt. P.T.T.*, 34, 193, 1956.

11. H. WEBER, J. MARTONY. — Tabellen der Frequenztransformation und der Banddurchlassfilter. *Techn. Mitt. P.T.T.*, 34, 499, 1956.

12. C. MARGNA. — Eine Ablage für Impuls-Code-Modulation, Mitt. aus dem Inst. für Hochfrequenztechnik der ETH, Zürich, 1954.

13. C. VILLARS. — Etude sur la modulation par impulsions codées. *Diss. ETH*, Bern, 1954.

14. G. BRUMM. — Ein elektronisches Correlator. *Diss. ETH*, Zürich, 1954.

15. B. GLOOR. — Studien über einkreisige Schwingungssysteme mit zeitlich veränderlichen Elementen (Zur Theorie und Anwendung des Pendelrückkopplungsempfängers). Mitt. aus dem Inst. für Hochfrequenztechnik der ETH, Zürich, 1955.

16. M. W. ISMAIL. — A Study of the double modulated FM-Radar. Mitt. aus dem Inst. für Hochfrequenztechnik der ETH, Zürich, 1956.

17. G. ZITO. — 723 A/B Reflex Klystron Performance. *Z.A.M.P.*, 5, 252, 1954.

18. G. GIGER. — Studien über den Aufbau von Antennengebilden bei vorgebenem Strahlungsdiagramm. *Diss. ETH*, Zürich, 1956.

19. M. SANTEMASES. — Ueber die Anwendung von Ferriten zur Amplitudenmodulation von Mikrowellen. *Diss. ETH*, Zürich, 1957.

Rapport du Président de la Commission

à la Séance Plénière d'Ouverture

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs,

Dans le cas où mon rapport devrait vous paraître par trop bref, ayez en vue le fait que la Commission VI s'est toujours occupée de la compression des largeurs de bande et de la conservation de la capacité des canaux.

Le programme de la Commission VI a été établi pour cette Assemblée Générale en conformité avec les activités de ses trois Sous-Commissions, à savoir : la Théorie de l'Information et la Théorie de la Communication, la Théorie des Circuits et la Théorie Electromagnétique concernant les systèmes de radiation.

La première séance technique, qui se déroulera dans l'après-midi d'aujourd'hui, mettra en évidence le travail d'un Sous-Comité sur l'Optique des micro-ondes et la Théorie de l'Information. La discussion portera sur la relation entre les spectres harmoniques dans l'espace et les spectres harmoniques dans le temps d'un système d'antennes. C'est là un sujet qui concerne toutes les Sous-Commissions, étant donné qu'il réunit la théorie des champs, celle des circuits et la théorie de l'information.

Dans son domaine particulier, la Sous-Commission de la Théorie de l'Information, sous la présidence du Dr van der Pol, considérera les problèmes de la codification et de la transmission par systèmes en cascade. Elle examinera également les problèmes particuliers de la Théorie de la Communication renvoyés à l'U.R.S.I. par le C.C.I.R.

La Sous-Commission de la Théorie des Circuits, présidée par le Professeur Tellegen, discutera les aspects généraux de ce domaine dans le but de déterminer les points les plus importants de la recherche future.

La Sous-Commission VI-3, sous la présidence du Professeur Sinclair, tiendra trois séances consacrées respectivement à la diffusion et à la diffraction, au passage des équations de Maxwell aux

limites inférieure et supérieure des fréquences, ainsi qu'aux ondes de surface. Les discussions seront introduites par des communications, présentées respectivement par le Professeur Siegel, de l'Université de Michigan, le Professeur Chu, du Massachusetts Institute of Technology et le Professeur Barlow de l'University College de l'Université de Londres.

Le Dr Laffineur a peut-être mentionné la séance commune des Commissions V et VI, consacrée à la question des grandes antennes. La discussion sur l'optique des micro-ondes et la théorie de l'information que nous tiendrons cet après-midi a des rapports avec ce sujet et elle servira à notre Commission de préparation en vue de la séance commune. Nous espérons contribuer également aux autres aspects du problème des antennes et nous trouverons assurément dans cette séance commune de nombreuses idées pour le programme future de la Commission.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements aux Présidents des Sous-Commissions et à M. Loeb, Vice-Président de la Commission, pour l'aide généreuse et inappréciable qu'ils ont apportée dans l'établissement du programme pour la présente Assemblée Générale. Je vous remercie de votre attention.

Procès-Verbaux des Séances de la Commission [1]

PREMIÈRE SÉANCE :

RÉUNION ADMINISTRATIVE DES MEMBRES OFFICIELS

(*Président* : Prof. S. SILVER)

le 23 août à 14 h.

Le Président ouvre la séance en faisant rapport sur les décisions du Comité Exécutif portées à l'attention des Commissions, et qui ont été examinées au cours de la journée par le Comité de Coordination. Les sujets suivants sont examinés :

a) Le Comité Exécutif a décidé de dissoudre toutes les Sous-Commissions existant actuellement, et demande que les Commissions revoient la question des Sous-Commissions et fassent des recommandations appropriées. Les Sous-Commissions n'auront désormais plus d'existence permanente mais seront revues à chaque Assemblée Générale.

b) La Commission est requise de faire des recommandations concernant la présidence des Sous-Commissions. Des commentaires sont sollicités également sur la procédure à suivre pour ces nominations. Une suggestion qui a été faite est que le Président de la Commission fasse ses recommandations au Bureau de l'U.R.S.I., et que le Bureau soit autorisé à nommer le Président de la Sous-Commission. Cette procédure convient également aux cas où un Président de Sous-Commission devrait être désigné dans l'intervalle entre deux Assemblées Générales, et quand l'activité serait trop retardée du fait d'un échange de correspondance entre tous les membres du Comité Exécutif.

---

[1] Procès-verbaux tirés des notes de MM. LOEB, STUMPERS, TWERSKY, BLACHMANN et GREEN.

c) Le Comité Exécutif recommande que, dans le choix des Présidents de Sous-Commission, l'accent soit mis sur l'efficacité du Président plutôt que sur le maintien d'une distribution géographique ou nationale entre les représentants officiels.

d) Le Comité Exécutif demande aux Commissions d'élire deux Secrétaires, l'un de langue française et l'autre de langue anglaise, pour une période maximum de deux termes triennaux.

e) Le Comité Exécutif pense qu'un plus grand nombre de Symposia devraient être organisés, et particulièrement ceux dont le sujet se rapporte au domaine de plusieurs Commissions simultanément. Il demande à la Commission de faire connaître son point de vue et de suggérer des titres.

L'avis général de la Commission est que la nature de ses activités crée des besoins d'organisation quelque peu différents de ceux des autres Commissions, et que les trois Sous-Commissions établies à La Haye semblent répondre à ces besoins et ont été très efficaces durant les trois ans écoulés. Il est unanimement reconnu que cette structure en Sous-Commissions devrait être maintenue pendant la prochaine période triennale.

La Commission vote la motion du Prof. Jordan pour que le Président recommande au Bureau de réélire les Présidents actuels des Sous-Commissions. Cette motion est adoptée.

Pour ce qui concerne le Sous-Comité sur l'Optique des Micro-ondes et la Théorie de l'Information, l'avis de la Commission est que ce Comité ne doit pas être reconstitué actuellement.

La Commission doute généralement de ce que la désignation de Secrétaires soit opportune, étant donné son organisation en Sous-Commissions. Elle comporte déjà cinq représentants officiels, le Président, le Vice-Président et les trois Présidents de Sous-Commissions ; ce nombre paraît suffire aux besoins courants. Il est décidé de suspendre toute décision sur ce point jusqu'après la fin de l'Assemblée.

Le principe des Symposia est largement examiné. Il apparaît raisonnable que dans une Commission telle que la Commission VI, chaque Sous-Commission patronne un Symposium dans son domaine propre. Cette proposition rencontre l'objection que de tels Symposia seraient trop nombreux pour être tous organisés sous les auspices de l'U.R.S.I. et que le Comité Exécutif n'y donnerait pas son

approbation. Le problème qui se pose est en fait exclusivement d'ordre financier.

Deuxième séance :

Séance d'ouverture de la Commission VI

(*Présidents* : Prof. S. Silver et Prof. Balth. van der Pol)

le 26 août à 14 h.

La première partie de la séance traite de questions administratives et de procédure. Le Prof. Silver rappelle les discussions qui ont eu lieu à la Séance Administrative de la Commission VI le 23 août. Vu l'absence de plusieurs Membres Officiels, qui n'ont pu assister à cette séance, le vote sur la question des Sous-Commissions et des représentants officiels doit avoir lieu aujourd'hui. La Commission émet un vote favorable au maintien des trois Sous-Commissions pour la prochaine période triennale et recommande l'élection des Présidents mentionnés dans les procès-verbaux de la séance administrative. Il est également recommandé au Comité Exécutif que le Prof. S. Silver et M. J. Loeb soient réélus comme Président et Vice-Président de la Commission VI, respectivement, pour la prochaine période.

Le Prof. Silver cède la Présidence au Prof. van der Pol pour la partie technique de la séance, au cours de laquelle le rapport du Sous-Comité sur l'Optique des Micro-ondes et le projet de monographie sur la Théorie de la Communication doivent être examinés.

Dr Spencer, Président du Sous-Comité sur l'Optique des Micro-ondes et la Théorie de l'Information, fait rapport sur les activités du Sous-Comité pendant les trois ans écoulés et résume brièvement le rapport du Comité, qui a été distribué à la Commission VI. Des parties de ce rapport doivent être exposées avec plus de détails ; seule celle écrite par le Prof. A. Blanc-Lapierre est donnée à cette séance ; les autres sont renvoyées à la séance conjointe avec la Commission IV.

Le Prof. A. Blanc-Lapierre, dans une communication intitulée « Contribution à l'Etude du Bruit de fond en Optique et en Radioélectricité », discute les variations spatiales dans le processus de formation d'une image, suite à la granularité des émulsions, et fait un parallèle entre les fonctions aléatoires appelées « bruit »

dans la formation et la transmission d'un signal électrique. L'orateur commente les travaux de divers auteurs sur l'étude statistique de divers modèles de granularité optique, et sur la mesure expérimentale de ces propriétés statistiques.

Dr V. Twersky pose la question de savoir comment la théorie de l'information intervient dans le problème, et en particulier si les points de vue de la théorie de l'information s'appliquent aux calculs de la limitation de révolution causée par le « bruit ». Le Prof. van der Pol répond que le Prof. Blanc-Lapierre a cherché à caractériser le « bruit » de la plaque photographique par un ensemble de paramètres statistiques comme la densité en grains, la loi de distribution de leurs diamètres, etc.

Le Prof. Silver exprime l'opinion que la plupart des travaux sur l'application de la théorie de l'information à l'optique exagèrent l'analogie formelle entre les phénomènes optiques dans l'espace et les phénomènes électriques dans le temps, et que la Commission VI devrait plus particulièrement porter son attention sur les cas où les phénomènes s'entremêlent, comme il arrive quand un système optique est une composante d'un système de communication. M. Loeb note que l'analogie entre l'aspect de « bruit » des images optiques et le « bruit » des systèmes de communication n'est qu'un cas particulier de la théorie de l'information dans l'espace multidimensionnel.

Le Prof. van der Pol présente ensuite les problèmes et sujets proposés à la Commission VI de l'U.R.S.I. par le C.C.I.R. Un Sous-Comité de la Sous-Commission VI.1 est constitué pour examiner le programme d'études n° 86 du C.C.I.R. (Théorie de la Communication) et la question n° 133 concernant :

1. « La relation entre retard acceptable et incertitude résiduelle, et sa dépendance envers l'utilisation de la largeur de bande. »

2. L'amélioration pratiquement possible des systèmes actuels en ce qui concerne la transmission de l'information, en particulier pour ceux qui possèdent un canal « aller » et « retour ».

Le Sous-Comité est constitué comme suit :

J. Lochard (France).
V. E. Siforov (U. R. S. S.).
F. L. H. M. Stumpers (Pays-Bas).
H. C. A. Van Duuren (Pays-Bas),

Concernant les autres sujets proposés par le C.C.I.R. à la Commission VI, le Prof. SILVER fait les commentaires suivants :

Rapport 46. — « Variations temporelles de l'intensité a champ d'ondes de sol » ; ce rapport pourrait être considéré par la Commission VI en connexion avec les problèmes d'ondes de surface ; toutefois il ne ressortit pas clairement à l'heure actuelle au domaine de la Commission.

Question 125. — « La sensibilité utilisable des récepteurs radioélectriques en présence d'interférence quasi-impulsive » ; cette question est en relation avec celle soumise à la Commission VI par la Commission IV à la XIe Assemblée Générale de La Haye. La Commission VI ne paraît pas contenir en son sein des ingénieurs de circuits et de communications susceptibles d'examiner efficacement le problème. De tels spécialistes paraissent plutôt relever de la Commission IV, et la procédure la plus efficace paraît être de demander à la Commission IV de prendre le problème en considération. Une note est rédigée à l'intention de M. RATCLIFFE, Président de la Commission IV, pour lui demander d'envisager la question 125.

Question 137. — « Mesure de l'intensité du champ au voisinage d'obstacles » ; ce sujet tombe dans la catégorie envisagée dans la séance sur la Diffraction et la Diffusion ; un programme d'examen de la question 137 sera formulé ultérieurement.

M. J. LOEB donne un résumé du projet de monographie commencée à La Haye en 1954 pour montrer comment la théorie de la communication et de l'information est utilisée dans les problèmes pratiques. Il décrit le programme qu'il se propose de suivre dans la monographie et rappelle les rapports et contributions de N. BLACHMANN et R. SILVERMAN. Il résume ensuite sa communication sur les « canaux binaires en cascade » dans laquelle il traite des effets de la mise en cascade de canaux binaires fixes, sans mémoire, en remarquant que la matrice de probabilité décrivant le résultat est le produit des matrices de probabilité décrivant les canaux composants.

La Commission est d'accord sur le principe de continuer les travaux pendant la prochaine période triennale, et les person-

nalités suivantes acceptent de participer avec M. Loeb au projet :

N. Blachmann (E. U.).
J. Lochard (France).
V. E. Siforov (U.R.S.S.).
F. L. H. M. Stumpers (Pays-Bas).
H. C. A. Van Duuren (Pays-Bas).

Le Comité prend des arrangements pour se réunir afin de discuter des plans et de présenter des suggestions pour le programme.

Troisième séance

(*Président* : Prof. B. D. H. Tellegen)

le 28 août à 9 h 30

La Commission discute la communication du Prof. Tellegen « Revue de la Théorie des Circuits ». Dans ses remarques préliminaires, le Prof. Tellegen rappelle que d'après les recommandations de La Haye en 1954 les problèmes généraux sur des sujets plutôt spécifiques doivent être discutés à l'Assemblée Générale ; sa communication a été écrite pour fournir une base à des discussions dont il espère que ressortira le sens des travaux de la Sous-Commission.

Son premier sujet consiste à délimiter le domaine de la Théorie des Circuits, particulièrement en fonction du domaine des Commissions de l'U.R.S.I. Il propose que l'on discute de « réseaux », composés de « boîtes closes », caractérisées par des relations ne contenant pas les coordonnées d'espace ni la température. Une discussion animée s'ensuit immédiatement.

Le prof. Zadeh trouve difficile d'accepter des prescriptions rigides concernant les frontières du domaine et pense que les circuits commutateurs, les machines discrètes et les composantes analogues appartiennent au domaine de la théorie des circuits et se rapportent directement à la radioélectricité et aux radiocommunications. Le Prof. Tellegen souhaite faire la distinction entre le cas des réseaux dans lequel les considérations d'information ont une importance primordiale et celui où les transferts d'énergie sont étudiés en premier lieu ; le premier cas semble plus proprement ressortir de la Sous-Commission sur la Théorie de l'Information.

Le Prof. VAN DER POL et le Prof. TRAUTMAN pensent que d'autres coordonnées que les tensions et les courants pourraient être prises comme variables du réseau, par exemple le flux électrique ou magnétique. La suggestion de Trautman implique une généralisation à autre chose que les systèmes électromagnétiques. En réponse, TELLEGEN exprime l'opinion que les réseaux électriques doivent constituer le sujet principal et que les autres réseaux peuvent être traités par analogie.

Le Dr WEINBERG propose qu'un nombre infini d'éléments soit exclu, afin que le domaine analytique se réduise à celui des fonctions rationnelles. Le Dr SCHELKUNOFF pense que cela constituerait une restriction indue du domaine. Il ne voit pas d'inconvénient à faire intervenir les variables d'espace comme paramètres, en sorte qu'une section de guide d'onde puisse être envisagée comme un élément de circuit.

Le Dr STUMPERS remarque que l'exclusion de la température implique l'exclusion du bruit de fond. Le bruit ne peut être envisagé que si la température intervient comme l'un des paramètres du système. D'ailleurs, le terme « variables » est meilleur que le terme « coordonnées » ; la longueur et la température peuvent être considérés comme des paramètres. Le Prof. TELLEGEN n'est pas d'accord sur le fait d'élargir le domaine de la Sous-Commission VI.2. de manière à y inclure la théorie du bruit.

La discussion s'engage ensuite sur l'opinion de Zadeh, suivant laquelle des systèmes comme ceux de Moore prennent une importance de plus en plus grande en technologie et devraient être envisagés par la Sous-Commission sur la Théorie des Circuits. Le Prof. VAN DER POL remarque l'élargissement du domaine et observe que, peut-être, plusieurs définitions seraient nécessaires pour le délimiter.

Le Prof. TAKAHASI fait une objection au concept d'un nombre *fini* d'éléments dans un réseau et attire l'attention sur des travaux importants d'approximation par un nombre infini d'éléments. La question des systèmes à constantes distribuées et des coordonnées d'espace se pose ainsi à nouveau. Le Prof. SILVER fait observer qu'il ne voit pas pourquoi les fonctions transcendantes doivent être exclues, puisqu'elles interviendront nécessairement dans les problèmes non-linéaires. Selon lui, l'essentiel de la théorie du circuit, contrairement à la théorie du champ, par exemple, est que l'atten-

tion est dirigée en théorie des circuits sur les variables dynamiques associées aux bornes. Une section de ligne de transmission ou de guide d'onde est un élément admissible quand les relations essentielles sont celles entre les variables aux bornes.

Des discussions s'engagent en outre sur les analogies et sur les définitions plus abstraites. Le Prof. TELLEGEN pense que de telles questions sont trop loin du centre d'intérêt et qu'il importe de délimiter le domaine.

ZADEH, TRAUTMAN, REZA, INOSE et WEINBERG décident de former un groupe pour explorer les possibilités de donner une définition plus large à la Théorie des Circuits.

Le Prof. TELLEGEN conduit ensuite la discussion sur les tâches de la théorie des circuits (paragr. 2.1 à 2.6 de sa communication).

Le Dr TRAUTMAN pense que les considérations d'espace feront intervenir la topologie. HOLZ suggère que les coordonnées continues d'espace soient exclues, plutôt que les coordonnées discrètes (cf. définition du champ) ; on devrait pouvoir introduire des coordonnées d'espace dans l'énumération des « sorties ».

Le Dr STUMPERS attire l'attention sur un autre problème : étant donné une « boîte » physique, quelles sont les mesures qui doivent être faites pour la caractériser ? Celles-ci sont bien connues dans le cas des réseaux linéaires mais il n'en est pas de même pour les réseaux non linéaires. Des travaux théoriques restent donc à faire.

Le Dr WEINBERG pense que le Prof. TELLEGEN a connecté les concepts de condition nécessaire et suffisante et de construction. Il rappelle une thèse de Cederbaum dans laquelle des conditions nécessaires et suffisantes sont données sans preuve de construction. L'opinion de WEINBERG est que des conditions nécessaires et suffisantes ne conduisent pas à prescrire les éléments du réseau ; de plus, selon lui, la distinction entre domaine du temps et domaine de la fréquence est artificielle ; Carillo, par exemple, utilise des conditions dans les deux domaines en même temps.

En introduisant la troisième partie de sa communication, le Prof. TELLEGEN fait remarquer qu'il est parfaitement au courant du fait qu'elle est incomplète et réclame des contributions.

Le Dr WEINBERG rappelle le travail de LUCAL sur la synthèse des tripôles R. C. et remarque que l'une des conditions données dans ce travail n'est pas réellement nécessaire. Dans une publication à paraître dans les *Trans. of the Professional Group on Circuit*

Theory, SLEPIAN et WEINBERG se rapprochent des conditions nécessaires et suffisantes.

WEINBERG pense que même le problème de la matrice réelle et du réseau résistif à « n » entrées sans transformateur est encore ouvert. La condition de BURLINGTON ne lui semble pas correcte, mais le Prof. TELLEGEN répond que les conditions nécessaires et suffisantes pour les n-pôles sont connues. Pour les $2n$-pôles, la situation est différente. Les conditions nécessaires et suffisantes sont connues pour les réseaux à 2 et 3 entrées mais le cas général doit encore être étudié. Ce cas a fait l'objet des recherches de FOSTER et de CEDERBAUM.

TELLEGEN montre alors que le concept d'entrée, d'ordre, de rang pour les nombres peu élevés fournit automatiquement les éléments connus R, L, C, transformateur et gyrateur. Cela lui paraît une façon moins arbitraire de procéder que l'idéalisation d'éléments physiques.

On peut étendre la notion aux éléments non linéaires en considérant les éléments linéaires par parties (éventuellement en nombre infini) : une partie linéaire fournit l'élément normal ; deux parties linéaires donnent le redresseur idéal.

WEINBERG attire l'attention sur l'effet des configurations spéciales. Avec des restrictions, le problème de la synthèse est facilité. WEINBERG se réfère aux réseaux en échelle et aux polynomes de TCHEBYSCHEV et BUTTERWORTH. Il rappelle le travail de INDJOUJIAN sur les fonctions elliptiques, et finalement fait ressortir les implications de synthèses des lois de KIRCHHOFF, trop négligées. Les conditions de FIALKOW-GERST peuvent en être déduites.

Le Prof. VAN DER POL fait voter des remerciements au Président de séance ; ce vœu est vivement approuvé.

QUATRIÈME SÉANCE :

RÉUNION COMMUNE DES COMMISSIONS V ET VI. — GRANDES ANTENNES

(*Présidents* : Prof. A. C. B. LOVELL et Dr R. C. SPENCER)

le 28 août à 14 h. et le 29 août à 11 h.

Les deux Commissions se réunissent pour étudier la question des grandes antennes qui s'est montrée d'un intérêt particulier dans le domaine de la radioastronomie. La séance du mercredi 28 après-

midi est présidée par le prof. LOVELL, celle du jeudi matin 29 par le Dr SPENCER. L'après-midi du mercredi 28 est consacrée à une revue des différents types d'antennes utilisées aux Etats-Unis, en Grande-Bretagne, Australie, France, Allemagne, aux Pays-Bas, en Russie et au Japon. Une attention particulière est donnée aux réflecteurs paraboliques cylindriques ou circulaires et aux problèmes mécaniques associés aux grands réflecteurs. Le temps manque pour discuter complètement les qualités respectives des différents systèmes et la valeur des résultats obtenus.

Le Dr BRACEWELL fait quelques commentaires sur les tolérances imposées et émet l'opinion qu'on accorde trop d'importance à certains facteurs tout en en négligeant d'autres. Il résume brièvement les études qu'il a consacrées aux performances des réflecteurs et montre théoriquement que le paramètre le plus important est l'écart quadratique moyen par rapport à la surface idéale.

Le Dr VAN ATTA traite les difficultés inhérentes à la construction des très grands réflecteurs orientables et souhaite qu'on apporte plus d'attention à l'égard des réflecteurs à deux dimensions. Il considère ensuite les avantages et inconvénients des réflecteurs et des réseaux d'antennes.

La réunion est reprise le jeudi 29 à l'heure prévue. Le Prof. SILVER ouvre la discussion en résumant les problèmes soulevés lors de l'après-midi précédent. Il constate que certains des résultats annoncés ne correspondent pas aux indications de la théorie. Il détaille les points suivants dont il espère une discussion :

1) *Rapport f/D.* — Critère d'utilisation d'un f/D donné ; importance du « spillover » et influence des réflexions au sol sur la température effective d'antenne.

2) *Obturation des ouvertures.* — Mesure dans laquelle le support mécanique de l'alimentation et l'alimentation elle-même affectent le diagramme ; limitation des dimensions de l'antenne en fonction de l'obturation de l'ouverture.

3) *Dimension des mailles.* — Quelle est la limite supérieure de fréquence ? Quel est le pourcentage acceptable de transmission déterminé par l'effet de sol ?

4) *Tolérances.* — Quels sont les problèmes posés ?

5) *Réflecteurs et systèmes d'antennes.* — Comparaison détaillée de leurs qualités respectives et des possibilités de réalisation.

6) *Ouverture optimum.* — Comparaison du gain en fonction de la surface dans les cas suivants :

a) radiation totalement cohérente,

b) radiation partiellement cohérente,

c) radiation totalement incohérente.

Le Dr PAWSEY propose une discussion qui mettrait en lumière les problèmes traitant d'une résolution élevée et du grain en ce qui concerne l'alimentation de grands paraboloïdes et la suppression des lobes secondaires. Il souhaite recueillir des opinions relatives aux paraboloïdes et aux systèmes d'antennes en fonction du problème de la résolution.

Le Dr FINDLAY discute le programme de l'Observatoire National des Etats-Unis concernant un réflecteur parabolique de 140 pieds de diamètre. Il déclare qu'il n'admet pas les théories sur les irrégularités moyennes et qu'il attache plus d'importance au cas pratique d'un miroir réel. Il fait remarquer que l'antenne prévue à Greenbank exigerait une précision de surface à 0,25 " près et que l'étude sur maquette devrait être faite sur la bande X compte tenu des efforts mécaniques simulés correspondant à l'utilisation pratique de la grande antenne.

Le Prof. LOVELL donne quelques détails sur l'installation de Jodrell Bank et fait remarquer que le choix d'un réflecteur à foyer interne a été basé sur des considérations de blindage de l'excitation. Aux réseaux d'antennes, il reproche leur trop grande sélectivité. La discussion se poursuit sur l'obturation des ouvertures et de son effet sur le gain et les lobes secondaires. Le Prof. SILVER suggère une nouvelle étude consacrée à l'excitation en anneaux et à la focalisation par anneau ; cette étude devrait donner une solution aux problèmes de réduction de l'obturation des ouvertures et fournir une réponse à certaines questions d'ordre mécanique.

Le Dr SPENCER amène alors la discussion sur le terrain de l'optique des micro-ondes dont il dirige le sous-comité depuis trois ans. Le Dr WOLF donne des éclaircissements sur sa participation au rapport du sous-comité. Il discute brièvement la cohérence et montre qu'il existe une fonction de corrélation pour une radiation se propageant comme une fonction d'onde.

M. Zucker parle de travaux effectués par l'Air Force Cambridge Research Center sur le rapport f/D optimum en présence d'aberrations sphériques de premier, second et troisième ordre dans une distribution aléatoire.

Il traite également des systèmes d'antennes homogènes et hétérogènes et considère l'effet de périodicité sur la structure des zones éloignées des diagrammes.

M. Seeger fait remarquer que l'effet de « spillover » est important dans le cas d'une radiation continue lorsqu'on désire mesurer des signaux faibles. Il considère qu'il faut définir les problèmes de base et que la question des grandes antennes doit être traitée en fonction de ce qu'on désire observer et de l'usage que l'on veut faire des antennes, les limites de flexibilité de l'équipement en découlant automatiquement avec la façon de le construire.

Cinquième séance :

Propriétés des canaux de transmission

(*Président* : Prof. Balth. van der Pol)

le 29 août à 9 h. 30

Le Dr F. L. H. M. Stumpers analyse les différents codes binaires proposés et utilisés dans les systèmes de télétypes où l'on dispose d'un circuit de réaction pour avertir le transmetteur qu'une erreur de transmission a été faite, de telle façon que le symbole puisse être répété. Il présente également un modèle simple dans le cas où une corrélation existe entre les erreurs. Dans la discussion le Dr H. C. A. Van Duuren fait remarquer que ce modèle doit être modifié car il ne donne pas la porportion entre des transpositions simples et doubles, proportions expérimentalement déterminées.

Le Prof. H. Takahasi donne lecture d'un article de S. Muroga « sur la capacité d'un canal bruyant pouvant s'exprimer par deux diagrammes d'états multiples correspondants ». Dans cette étude le canal est représenté par des graphiques linéaires semblables à ceux utilisés par Shannon dans la description d'une source d'information de Markov, plus une matrice de probabilité de transition reliant les changements d'états dans les deux graphiques. La capacité du canal est calculée à partir des relations symboliques résultantes. Les deux graphiques représentent les deux extrémités

opposées du canal. Le Prof. ZADEH fait remarquer que la définition habituelle d'une capacité de canal suppose non seulement la variabilité des différents états transitoires de probabilité dans le premier diagramme, mais également la structure topologique de ce graphique.

Le Prof. TAKAHASI communique également un article du Prof. MINE sur la « Transformation des distributions des probabilités et ses applications aux systèmes compandeurs ». Y sont définies des expressions s'appliquant à l'entropie propre ou conditionnelle de signaux dont la distribution de probabilité d'amplitude est donnée. Ces expressions sont utilisées pour étudier le degré d'information fourni par un canal où le signal subit deux distorsions complémentaires successives et s'accompagne de bruit de fond. La capacité du canal et les caractéristiques non linéaires optima en sont déduites. La discussion s'est centrée sur le problème des retards impliqués par le « companding » (opération non linéaire).

Le Dr BEACHMAN présente trois études sur des systèmes de communication pour lesquels la perturbation de canal est contrôlable. De telles études doivent permettre d'établir des limites inférieures pour la vitesse d'information lorsque la distribution statistique exacte des interférences est inconnue. Ces interférences sont choisies de telle sorte qu'elles minimisent le débit d'information vers le récepteur. Le premier de ces articles « Sur les effets d'interférence : prévarication et redondance » traite le rôle de la redondance du langage sur la diminution du nombre d'erreurs dues aux interférences. Dans le second article « La communication considérée comme un jeu de hasard », l'auteur analyse le conflit entre communication et interférences en l'assimilant à un jeu intègre entre deux partenaires et dont l'information constitue l'enjeu. Le temps n'a pas permis de présenter entièrement la troisième communication « Remarque sur la quantité d'interférences tolérables dans un système de communication ». On y soulève la question de déterminer la forme d'interférence la meilleure (ou la pire) lorsque le signal affecté est un « bruit blanc » au sens de SHANNON, et lorsque l'interférence peut dépendre de la forme exacte des signaux.

Le Dr ILYIN soumet à la discussion un système à deux vitesses de balayage destiné à la transmission de fac-similé d'imprimés en noir et blanc, système qui permet de réduire la bande passante nécessitée par le procédé de balayage à vitesse constante (« Une

méthode de photo-télégraphie électronique à haut rendement de transmission d'information »). Le balayage lent n'est utilisé qu'au voisinage des zones de variation de brillance. Un prototype a été réalisé dans lequel la durée totale de balayage est réduite au cinquième de la durée ordinaire, à même largeur de bande et à qualité d'image pratiquement égale.

Le Dr P. E. Green présente une communication en collaboration avec le Dr R. Price, intitulée « Un Système anti-trajets multiples » (Rake). On y discute les principes, la réalisation et les performances d'un récepteur déterminateur de probabilité ; ce récepteur est destiné à des signaux à bande large, afin de réduire les effets de propagation multiple et du bruit additif. Une mesure de la caractéristique des trajets multiples est nécessaire ; la discussion a porté sur le temps d'intégration de cette mesure.

Le Dr R. E. Burgess commente ensuite brièvement une communication du Prof. D. A. Bell sur « L'entropie négative dans l'enregistrement des informations ».

Ce travail fait observer que les éléments accumulateurs faisant partie des dispositifs étudiés en théorie de l'information impliquent nécessairement une perte d'information, due aux effets thermodynamiques.

Sixième séance :

Problèmes de la Théorie Electromagnétique

(*Président* : Prof. E. C. Jordan)

le 29 août à 14 h.

Le programme de la Commission VI comprenait l'étude du passage des équations de Maxwell à la théorie des circuits (limite inférieure des fréquences) et à l'optique géométrique (limite supérieure). La discussion a largement débordé les plans prévus.

Le Prof. Jordan, en ouvrant la séance et en introduisant la communication du Prof. Chu, remarque que malgré l'antériorité de la théorie des circuits et de l'optique géométrique sur celle de Maxwell, ces premières théories en sont maintenant considérées comme des approximations correspondant respectivement aux ondes longues et aux ondes courtes.

Le Prof. Chu entreprend alors de détailler son point de vue

sur le comportement du champ aux basses fréquences en considérant les vecteurs du champ et les fonctions-source comme des fonctions de la fréquence ω développables en série dans le voisinage de $\omega = 0$:

$$E(\omega) = \sum^{\infty} (j\omega)^n \, E_n \, (x, y, z)$$

$$H(\omega) = \sum^{\infty} (j\omega)^n \, H_n \, (x, y, z)$$

$$\rho \, (\omega) = \sum^{\infty} (j\omega)^n \, \rho_n \, (x, y, z)$$

etc...

La question de la convergence de ces séries n'a pu encore être éclaircie. Les deux premiers termes des séries offrent l'intérêt de conduire directement à la théorie des circuits.

Une longue discussion s'ensuit, au cours de laquelle de nombreux travaux classiques et tombés parfois dans l'oubli sont rappelés. Le Prof. VAN DER POL cite un article de BRILLOUIN (Radioélectricité, circa 1922-1923) dans lequel on montre que les termes en $(j\omega)^2$ et $(j\omega)^3$ sont des termes de radiation. Le Dr SCHELKUNOFF fait remarquer qu'il faut limiter la série au premier terme ou l'accepter toute entière, et qu'en fait la radiation implique la prise en considération de tous les termes d'ordre élevé. En s'appuyant sur le fait que le champ électromagnétique ne contient pas de pôle, et qu'ainsi E et H sont des fonctions entières de ω, il en déduit que toutes les séries seront uniformément convergentes. Les seules singularités du champ sont des singularités spatiales et non des singularités dans le domaine fréquentiel ; d'ailleurs, ces singularités résultent d'une idéalisation des sources.

Le Prof. MANNEBACK rappelle un article qu'il a publié dans les Proc. IRE vers 1920 et où il traite d'un développement en transitoires exprimant correctement la radiation associée. Il rappelle que HEAVISIDE a montré qu'une approximation du premier ordre donne, à grande distance, la radiation associée à un phénomène transitoire (en utilisant probablement des développements en série de fonctions transitoires).

Le Prof. MARCUVITZ doute que l'approximation proposée par le Prof. MANNEBACH puisse être appliquée à tous les types de radiation.

Il craint également que l'hypothèse du Dr CHU relative à la régularité des séries ne soit pas vérifiée pour toutes les valeurs de ω. Dans certains cas, les équations d'onde conduisent à des fonctions de HANKEL qui n'admettent pas de tels développements en série. Le Dr SCHELKUNOFF déclare que de telles solutions de l'équation d'onde ne sont valables que si elles sont en même temps solutions des équations de MAXWELL.

Le Dr BREMMER remarque que les théorèmes d'approximation de Taubir ont pour conséquence de faire correspondre respectivement à t élevé et t faible des ω faibles et des ω élevés.

Le Prof. VAN DER POL cite une autre publication ancienne, de SOMMERFELD et LENZ relative à une bobine cylindrique, laquelle fut l'une des premières applications directes des équations de MAXWELL à la théorie des circuits.

Le Prof. TELLEGEN attire l'attention du Dr CHU sur le fait que toutes les fonctions de la théorie des circuits sont loin d'être du premier ordre relativement à ω et qu'en général elles en dépendent d'une manière plus complexe. Une expression plus générale de la forme.

$$A(\omega) \sum^{\infty} (j\omega)^n E_n (x, y, z) \text{ etc...}$$

convient beaucoup mieux, expression dans laquelle $A(\omega)$ ne dépend pas de x, y, z et n'a pas de puissances fractionnaires.

Le Dr WU donne un bref aperçu de ses travaux sur la diffusion des sections transversales et fait remarquer que la section transversale de l'optique géométrique est une approximation d'ordre zéro. Il en ressort qu'il utilise le terme de section transversale optique dans le sens de limite pour $\lambda \to 0$ ce qui équivaut à une solution asymptotique de l'équation d'onde. Dans le cas d'un cylindre infiniment long de rayon a soumis à une radiation incidente dont le vecteur électrique est parallèle à l'axe, le développement asymptotique relatif à la section transversle est de la forme :

$$\frac{\sigma}{4a} = 1 + C_1 (ka)^{-2/3} + C_2 (ka)^{-5/3} + C_3 (ka)^{-8/3}$$

Il suppose qu'une généralisation est possible en ce qui concerne les obstacles lisses convexes.

Le Prof. KLINE traite la théorie de LUNEBERG et examine les

résultats qu'elle donne lorsqu'on l'applique au développement asymptotique des champs. On obtient une relation de type :

$$E(\omega) = A(\omega) \sum_{\cdot}^{\infty} \frac{1}{(j\omega)^n} E_n(z, x, y)$$

dans laquelle $A(\omega)$ est indépendante de x, y, z, mais qui dans un certain domaine peut dépendre de ω_0. Dans certains cas $A(\omega)$ peut engendrer des puissances fractionnaires.

Le Dr SCHELKUNOFF donne quelques détails sur des approximations des équations de MAXWELL tirées de l'équation des télégraphistes généralisée. Pour les guides d'ondes et les lignes bifilaires ou trifilaires on arrive à une série exacte d'un nombre infini d'équations différentielles ordinaires.

Le Dr WAINSTEIN résume l'article où il aborde des problèmes en relation avec la vitesse de groupe et amorce une discussion sur le retard de groupe, ce qui amène de nombreux commentaires sur l'aspect historique de la question.

Les Prof. GRIVET, MANNEBACK et d'autres citent d'anciens travaux, notamment ceux de BRILLOUIN (Congrès Intern. d'Electricité, 1932). Le Prof. FRIEDMAN montre que des solutions peuvent être obtenues en utilisant la méthode du col pour l'intégrale du paquet d'onde. Le Prof. CHU commence son exposé sur l'électrodynamique et la formulation des équations de champ et des lois de force dans un milieu donné sur la base de l'électrodynamique microscopique.

Il débute par l'établissement de deux schémas différents des équations de MAXWELL, l'un en $\vec{E}, \vec{H}$, l'autre en $\vec{E}, \vec{B}$. Il applique à chacun d'eux les théorèmes de Poynting. L'expression en $\vec{E}, \vec{B}$, conduit à la notion de sources d'énergie de surface et à un système de formules non invariantes vis-à-vis des transformations relativistes.

La discussion qui s'ensuit prend un tel développement que devant l'abondance et la variété des opinions émises, le débat doit être ajourné faute de temps.

La séance reprend le lendemain à 11 heures et le Prof. CHU développe son exposé. Malheureusement le temps manque pour soumettre les formules proposées à une transformation de LORENZ qui permettrait d'éclaircir complètement la question.

Toute l'assistance exprime l'espoir de voir reprendre la discussion et les échanges de vue sur le sujet.

Septième séance : Analyse spectrale

(*Président* : Prof. van der Pol)

le 30 août à 9 h. 30

La troisième session consacrée à la Théorie de l'Information traite en général l'analyse spectrale.

La séance débute par la lecture d'un article du Prof. V. E. Siforov, se rapportant à la deuxième séance, et intitulé « Sur la capacité des canaux à paramètres fluctuants aléatoires ». Les formules qui y sont données permettent de déterminer la limite inférieure de la capacité de canal dans les cas où un ou plusieurs trajets existent entre l'émetteur et le récepteur, lorsque l'amplitude ou le retard varient au hasard. Lorsqu'un seul trajet est affecté par un évanouissement lent de Rayleigh, la capacité de canal subit une diminution de 17 pour cent au maximum. Le Dr Feinstein déclare que dans le cas où un évanouissement de Rayleigh affecte un trajet unique, on peut en limiter les effets en transmettant des impulsions en lieu et place d'un bruit blanc gaussien, lorsque le rapport signal-bruit est assez élevé. Lorsqu'un ou plusieurs paramètres sont soumis à des variations plus rapides, Siforov démontre que chaque canal type présente un seuil, en-dessous duquel la capacité de canal devient infinie pour autant qu'aucun autre type d'interférence n'intervienne. Au-dessus de ce seuil, la capacité décroît suivant une façon monotone.

En réponse à une question de M. J. Loeb, l'auteur explique que la valeur du seuil dépend du modèle de canal et, que pour un canal donné, elle est proportionnelle à la bande passante du signal.

Le Dr Green suppose que la fonction approche asymptotiquement une valeur positive lorsque le taux de fluctuation augmente, et que cette valeur asymptotique est approchée de fort près lorsque le taux de fluctuation atteint la largeur de bande du signal. Le Prof. Kotelnikov fait remarquer que dans le cas où le taux de fluctuation est élevé, on doit considérer la bande passante du signal reçu comme supérieure à la bande passante du signal émis.

Le Prof. Blanc-Lapierre présente une étude faite deux ans et

demi plus tôt en collaboration avec B. PICINBONO sur « La notion du spectre instantané de puissance ».

Il définit les cinq conditions auxquelles doit répondre un système destiné à l'analyse d'un spectre instantané et examine trois des méthodes proposées pour définir le spectre instantané (une première due à C. H. PAGE, une seconde très analogue et une troisième due à Ville). Il constate qu'aucune de ces trois méthodes ne satisfait aux cinq critères établis.

Le Dr STUMPERS propose l'examen d'un procédé de mesure par approximation dans lequel des filtres de bande adjacents sont utilisés et attaquent chacun un détecteur quadratique.

Le Dr J. C. LOCHARD résume un article de DEMAN intitulé « Spectres instantanés et analyse du signal ; applications à des problèmes de télécommunications ». L'auteur utilise la théorie des signaux analytiques (mise en équation par GABOR) pour définir un signal transmis, un bruit additif et une opération de filtrage dans le récepteur. Il analyse également le nombre de signaux distinguables en présence de bruit.

Ensuite le Dr STUMPERS traite brièvement un article de G. F. GOURIET « Note sur la définition du délai de groupe » où l'auteur montre que la pente d'amplitude et le temps de délai sont respectivement les parties réelles et imaginaires d'une fonction complexe de la fréquence décrivant une caractéristique de transfert et qu'elles sont mutuellement transformées au sens de HILBERT.

Le Dr STUMPERS présente alors un rapport préliminaire sur les travaux d'un groupe d'étude dont il est Président et qui comprend le Dr J. C. LOCHARD, le Prof. V. E. SIFOROV et le Dr P. E. GREEN, ce dernier ayant été remplacé lors de son départ de BOULDER (31 août) par le Dr N. M. BLACHMAN. Ce groupe d'étude a été constitué pour s'occuper de questions posées par le C.C.I.R. à l'U.R.S.I. et intéressant la Théorie de l'Information (réunion de Varsovie, 1956).

Le groupe d'étude a examiné la Question 133, le programme d'Etude 86 et le Rapport 38. Les membres du groupe ont constaté qu'il leur était impossible de fournir actuellement une réponse définitive à toutes les questions posées. Dans leur rapport ils attirent cependant l'attention des intéressés sur des travaux récents en rapport avec leurs problèmes et susceptibles de fournir de fructueuses indications.

Relativement à la Question 133 est citée une étude sur la relation entre la longueur de code, la capacité de canal et le taux d'erreur ; est signalée également une étude sur l'utilité d'un canal de contre-réaction pour la correction des erreurs, ainsi qu'une étude des qualités respectives des différents modes de détection non-binaires pour détecter des signaux binaires. STUMPERS fait remarquer que le circuit de contre-réaction n'augmente pas la capacité de canal mais qu'il simplifie le problème du codage. Il suggère également d'adopter comme critère de fonctionnement le taux d'erreur, qui semble plus caractéristique que la capacité de canal.

En ce qui concerne le programme d'étude 86 qui s'occupe de la puissance, de la durée et de la conservation d'un spectre, est cité un travail sur des moyens propres à combattre l'évanouissement, la propagation erratique, la diffusion et à améliorer le facteur de bruit en utilisant les données de la théorie des communications. Les conclusions du rapport 38 sont mises en évidence car elles constituent un résumé intéressant des travaux consacrés à la détermination du type d'émission affectée du minimum d'interférence.

Pour terminer, le Dr LOCHARD discute le Rapport 38 qui a été soumis à la VIIIe Assemblée Générale du C.C.I.R. à Varsovie en 1956, et qui a été publié dans le compte rendu de la conférence. Ce rapport traite les spectres de signaux aléatoires, la réduction la radiation hors bande et la réduction de la largeur de bande. Mention y est faite de l'inégalité à laquelle doit satisfaire le produit durée-bande. Au cours de la discussion, R. A. SILVERMAN fait remarquer que l'inégalité usuelle ne s'applique pas aux signaux à bande étroite dont la densité spectrale ne s'annule pas avec la fréquence. Dans le cas d'un spectre gaussien tronqué à la fréquence zéro, il a obtenu en particulier un produit « durée-bande passante » à peine supérieure à 1/4. Il s'agit ici de la bande passante quadratrique moyenne.

NEUVIÈME SÉANCE : DIFFUSION ET DIFFRACTION

(*Président* : Prof. N. MARCUVITZ)

le 30 août à 14 h. et le 2 septembre à 11 h. 30

Le Prof. K. M. SIEGEL présente une communication sur « La diffraction des corps de révolution dans la zone éloignée » qui sert de base à la discussion. L'orateur envisage l'expression approchée

des sections efficaces de diffusion pour la zone de Rayleigh jusqu'à celle de Kirchhoff, c'est-à-dire pour les dimensions respectivement très petites et grandes comparativement à la longueur d'onde. Il résume l'ensemble du sujet et expose ses résultats et ceux de ses collaborateurs. Les problèmes examinés spécialement sont ceux de la diffusion arrière des ellipsoïdes de révolution, des cônes et des ogives vus de face.

Dans la région de Rayleigh, la section de diffusion arrière est de la forme :

$$\sigma = \frac{4}{\pi} k\, 4\, V^2 f$$

où $k = 2\mu/\lambda$, V le volume du corps et f un facteur numérique dépendant de la forme et de l'aspect. L'auteur discute ensuite du facteur de forme pour diverses configurations.

L'auteur envisage d'utiliser l'optique géométrique et la méthode de Kirchhoff pour les cas où les dimensions sont grandes vis-à-vis de la longueur d'onde ; il montre comment la méthode peut donner de bons résultats pour les coins indéfinis et les cônes. Cependant, dans le cas d'une arête aiguë produisant une diffraction importante, la méthode ne peut plus être utilisée et l'arête doit être spécialement reconsidérée. A titre d'exemple, l'auteur envisage le cas d'un cône circulaire droit de hauteur finie, rencontré en son sommet par une onde électromagnétique se propageant le long de l'axe. La région de l'arête à la base peut être considérée localement comme une section de coin ; grâce à la solution de Sommerfeld pour un coin infini, on peut obtenir la distribution locale des courants dans le voisinage de l'arête.

Cette arête apparaît ainsi comme une singularité annulaire.

La section de diffusion arrière en fonction de la longueur d'onde a un caractère oscillatoire ; la « région de résonance » est celle où la valeur de Rayleigh excède la valeur déduite de l'optique géométrique, elle comprend tous les maxima supérieurs ou égaux au premier. Pour le cône, la résonance « en anneau » produite par l'arête de base est essentielle. Les résultats de Weston et Konyoumyian pour l'anneau peuvent être utilisés pour appliquer au cône les courbes de Rayleigh et de dispersion vers l'arrière des ondes courtes.

Si le rayon de courbure d'un corps est petit vis-à-vis de la longueur

d'onde, ce corps se conduit comme une singularité ponctuelle réfléchissant l'énergie vers la source.

Le sommet frontal d'un ellipsoïde donne une contribution faible tandis que le sommet arrière a un coefficient de réflexion voisin de 1. PETERS et BELKINA traitent les corps minces en les envisageant comme des antennes à ondes progressives. PETERS a mesuré des coefficients de réflexion en tension de 0,7 pour les ogives ; pour les barres minces, ces coefficients valent environ 1/3 ; ces résultats concordent avec les calculs.

Les communications et discussions qui suivent se rapportent aux sujets introduits par le Prof. SIEGEL.

Le Dr WESTON discute des fonctions d'onde vectorielles en coordonnées toroïdales et les applique à des problèmes de diffusion par une boucle circulaire. Bien que l'équation de HELMHOLTZ ne soit pas séparable en coordonnées toroïdales, elle peut fournir une expression du champ diffusé exacte à $\left(\frac{r}{a}\right)^2$ près, où r est le rayon du fil et a celui de la boucle. Des approximations meilleures peuvent être obtenues grâce à des combinaisons de fonctions d'onde vectorielles rendant mieux orthogonales les composantes tangentielles au tore. Des clichés représentant les coordonnées, les fonctions d'onde, les solutions, la forme du champ à grande distance, la diffusion arrière pour des angles de 0, 30°, 60°, 90° et des rapports $r/a = 0{,}01,\ 0{,}005,\ 0{,}008$ sont commentés. L'emplacement de la résonance dans la diffusion arrière est essentiellement indépendante de r pour $r \ll \lambda$.

Le Prof. HALLEN observe que l'antenne torique mince peut être étudiée exactement et simplement, comparativement à d'autres, et rappelle les résultats de Rayleigh (1954) sur le problème des oscillations libres. Dans le domaine ou r/λ est voisin de zéro, les résultats s'obtiennent en coordonnées cartésiennes. Les oscillations libres d'un tore impliquent des courants exactement sinusoïdaux.

Le Prof. J. B. KELLER observe que comme les solutions toroïdales ne sont pas orthogonales à la frontière, la méthode de WESTON n'est pas exacte.

Le Prof. SILVER demande au Prof. SIEGEL s'il connaît un critère pour le nombre de maxima dans la région de résonance. En conséquence SIEGEL montre la forme de $\sigma/\pi(b^4/a^2)$ pour l'ellipsoïde de

révolution vu de face et pour les ondes acoustiques et électromagnétiques.

Le Prof. K. MORITA discute la distribution du courant sur une plaque rectangulaire et sa section radar efficace. Les calculs sont basés sur les résultats de SOMMERFELD pour le demi-plan (courants près des arêtes) en négligeant les interactions et les effets d'arêtes. Les courants ont été mesurés, et ces résultats sont comparés à la théorie.

Le Prof. KELLER commente la discussion de SIEGEL sur les maxima successifs pour les ellipsoïdes et décrit leur comportement quand la longueur d'onde augmente. La résonance est due en premier lieu aux interférences entre le rayon provenant du sommet de l'ellipsoïde (1) et ceux qui ont « rampé » le long du fond (2) ; les rayons rampants (2) ont une caustique sur l'axe et par conséquent leurs effets sont importants. La contribution « géométrique » du rayon (1) est constante et celle de (2) décroît avec λ ; on peut penser, en conséquence, que les maxima devraient décroître avec λ. Cependant (1) doit subir une correction de l'ordre de λ, dont le signe dépend des conditions aux limites. En acoustique, les maxima augmentent pour une surface rigide et décroissent pour une surface libre.

Le Prof. KELLER discute la théorie des rayons pour les cônes finis. La contribution du sommet est de l'ordre de λ (ondes sphériques) et celle de l'arête de base de l'ordre de λ 1/2 (ondes cylindriques). L'onde de base a un front toroïdal et une caustique sur l'arête et sur l'axe. Vu la focalisation, l'onde de base est multipliée par l/λ ½ et par conséquent sa contribution est indépendante de λ. Il existe une interférence entre les rayons réfléchis une fois sur l'arête et ceux réfléchis deux fois (c'est-à-dire ceux qui « rampent » à l'arrière de la base du cône). Pour l'arête, l'auteur utilise les coefficients de diffraction de SOMMERFELD ou ceux de MACDONALD.

Le Dr TWERSKY remarque que si l'on suit SIEGEL, et si l'on utilise les résultats de la résonance en anneau pour le cône, la résonance de boucle au sens de WESTON semble fournir une valeur de *ka* différente de celle obtenue d'après KELLER (interférence entre ondes simplement et doublement réfléchies). Dans le schéma de KELLER, les rayons doublement réfléchis s'allongent sur une distance supplémentaire égale au diamètre de la base, et par conséquent entraînent un facteur de phase additionnel (de SOMMERFELD)

à la seconde réflexion. Dans le schéma de SIEGEL la distance significative est la circonférence à la base ; la résonance intervient pour $ka = 1$. Le schéma de SIEGEL base la résonance sur le comportement de la diffusion simple à l'arête, celui de KELLER sur l'interférence des diffusions du premier et du second ordre.

Le Dr H. J. NEUGEBAUER discute ensuite du principe de HUYGHENS dans son application aux écrans épais surmontés par des semi-cylindres, et compare ses résultats à l'expérience. L'intention de l'auteur est d'établir un procédé simple pour traiter les problèmes du gain d'obstacle. Le procédé repose sur la considération de quatre ondes : (1) l'onde directe vers « l'ouverture » semi-infinie au-dessus de l'obstacle, (2) l'onde réfléchie spéculairement par l'obstacle vers l'ouverture, (3) l'onde directe de l'ouverture vers le point potentié, (4) l'onde d'ouverture, réfléchie spéculairement par l'obstacle vers le point potentié. Les ondes réfléchies sont multipliées par des facteurs géométriques de divergence appropriée.

De plus, comme FOCK l'a suggéré, un coefficient de réflexion de 0,7 est utilisé pour la polarisation verticale, et la valeur géométrique (-1) pour la polarisation horizontale. L'accord avec l'expérience (largeur de faisceau 40°, $kd \simeq 250$ où d est la distance cornet-obstacle) est meilleur que celui fourni par les résultats de RICE et ARTMANN.

C. A. WAINSTEIN discute les travaux effectués à Moscou dans les 12 ou 13 dernières années, depuis FOCK et LEONTOVICH. Pour les corps aigus, on utilise les courants du demi-plan de SOMMERFELD pour les arêtes et la diffusion multiple pour les interactions ; le coin pose encore des problèmes. Une série d'articles de UPINTSELF (à paraître cette année dans J. Tech. Phys.) envisage le cas du ruban, du disque et du cylindre fini. Si le corps n'a pas d'arête et si l'on utilise les courants de FOCK, le champ retardé doit concorder avec celui des courants. Les travaux russes sur le cylindre et la sphère ont été traduits par Morris FRIEDMAN ; un ensemble plus détaillé paraîtra dans Radiotech. and Elec. On peut utiliser ces travaux pour discuter les rayons diffractés de KELLER ; par exemple, l'intégrale de KIRCHHOFF et le principe de la phase stationnaire conduit à des rayons diffractés provenant des arêtes et des reflets sur le corps. En plus des approximations existantes (optique géométrique, optique physique, théorie mathématique de la diffrac-

tion), il suggère une « théorie physique de la diffraction ». Cette dernière comprendrait la méthode de SCHWARZSCHILD pour la fente, qui utilise le résultat de SOMMERFELD pour le demi-plan ; les travaux récents de HALLÉN et de ses élèves, et d'autres questions difficiles à traiter mathématiquement avec la rigueur désirable.

Le Prof. SILVER discute les résultats expérimentaux obtenus à Berkeley sur la diffraction par des rubans courbes de longueur infinie (études dans une région plane parallèle conduisant à un problème à deux dimensions). Le but est de voir dans quelle mesure la première approximation du courant de surface (c'est-à-dire la valeur géométrique $k_0 = 2\,M \times H_0$) rend compte du champ rayonné, et si les courants d'arête sont nécessaires. A l'incidence normale, on trouve que ces courants ne sont d'aucune utilité pour les problèmes pratiques et que la couche finie des courants géométriques suffit. Pour d'autres angles d'incidence, les courants géométriques prédisent l'emplacement correct des maxima et des minima mais non leurs amplitudes ; en fait les courants géométriques ne sont pas adéquats pour les amplitudes dès qu'une distorsion appréciable de phase sur l'ouverture intervient.

KELLER discute les résultats de SILVER basés sur la théorie des rayons ; ici les courants du demi-plan de SOMMERFELD pourraient être utilisés pour fournir les rayons diffractés à l'arête. A l'incidence normale les coefficients de diffraction aux deux arêtes sont égaux ; sous d'autres angles ils diffèrent d'amplitude mais pas de phase. SILVER a utilisé les courants d'arête de KIRCHHOFF au lieu de ceux de SOMMERFELD ; puisque les phases sont les mêmes, chacun d'eux fourni un emplacement correct des extréma. Cependant, seuls les courants de SOMMERFELD, qui tiennent compte des différences d'amplitude aux arêtes, conduisent à des amplitudes correctes du champ.

KELLER se réfère à la quatrième approximation de WAINSTEIN et rappelle l'extension faite par LUNEBERG ; cet auteur a recherché un procédé rigoureux pour obtenir des solutions asymptotiques de l'équation d'onde pour des corps de forme simple. LUNEBERG a trouvé le terme principal et KLINE a obtenu des termes supérieurs pour les rayons ordinaires. KELLER a introduit ensuite les rayons diffractés.

SIEGEL fait divers commentaires sur les remarques de SILVER et KELLER, au sujet de l'emplacement des extréma. Ensuite

Silver distingue les diverses espèces de résonances intéressantes : extréma d'amplitude en fonction de l'angle, ou des paramètres du corps, ou de son aspect, ou de la longueur d'onde.

Le Dr Twersky discute le rôle des phénomènes de résonance de corps isolés dans les problèmes de plusieurs corps. Dans la région de résonance, les approximations usuelles de diffusion simple (qui négligent le couplage) ou les méthodes de perturbation ne sont généralement pas valables. Ce fait est illustré par l'établissement de résultats quasi-rigoureux concernant une distribution périodique ou au hasard de diffuseurs en surface ou en volume, et par l'application de ces résultats à des dipôles résonants sans pertes. Les formes fermées donnent des résultats physiquement acceptables à la résonance tandis que les approximations basées sur des diffuseurs isolés sont ou bien singulières ou bien peu réelles.

Dixième séance : Théorie des Circuits

(*Président* : Prof. B. D. H. Tellegen)

le 3 septembre à 9 h. 30

La séance est consacrée principalement à des communications individuelles.

Le Prof. Takahasi présente une contribution de Takahasi et Goto sur le « parametron », amplificateur non linéaire approprié aux dispositifs de calcul. Cet amplificateur est construit à l'aide d'enroulements non linéaires à noyau de ferrite, à faibles pertes mais non nécessairement à boucle de magnétisation quadratique.

Le Prof. Morita présente la communication de Hirayama sur la « Théorie d'un transformateur d'impédance négative », communication dans laquelle il montre comment un transistor dont $\alpha = 2$ peut être utilisé comme transformateur d'impédance négative.

M. Robin fait un bref rapport sur une communication de Sideriades sur les « Méthodes topologiques appliquées à l'Electronique ». Les non-linéarités du premier et du second ordre sont traitées, avec des applications aux multivibrateurs, aux systèmes flip-flop et aux oscillateurs à relaxation et à dents de scie. Des détails complémentaires peuvent être trouvés dans « J. de Phys. et le Radium (1956) 18, 304 (1957) » et dans « L'Onde Electrique, janvier 1956 ».

Le Prof. Zadeh donne un résumé de la communication du

Prof. Reza, « Théorème de multiplication pour les fonctions réelles positives ». La communication est basée sur la représentation du demi-plan de droite sur un cercle :

Si $$\frac{1 - Z_1}{1 + Z_1} \cdot \frac{1 - Z_2}{1 + Z_2} = \frac{1 - Z}{1 + Z}$$

et si Z_1 et Z_2 sont des fonctions positives réelles, alors Z est également une fonction positive réelle. Le résultat peut également être étendu aux matrices de diffusion. Il est cependant douteux que toutes les fonctions réelles positives puissent être construites de cette façon.

M. Marié donne un aperçu de son prochain livre « La Théorie des Biquadriques et ses applications », livre qui doit être publié par Gauthier-Villars. Dans ce livre, il traite des guides d'ondes quadri-polaires dans lesquels il y a huit accès progressifs (4 d'entrée et 4 de sortie). On fait appel à des conditions de symétrie pour simplifier le problème des champs. La théorie est appliquée aux miroirs semi-réflecteurs, aux coupleurs directifs, aux T magiques, aux interféromètres, aux filtres non réciproques et à des sujets connexes.

Le Prof. Zadeh discute une définition de la Théorie des Circuits suggérée par le groupe d'études (Inose, Reza, Trautman, Weinberg et Zadeh) : « La Théorie des Circuits est la théorie des réseaux ou des « boîtes closes » qui sont caractérisées par des relations entre tensions courants ou autres variables, à leurs accès et qui sont en général des abstractions des constituants physiques des systèmes électriques. Quoique cette définition ne soit que très peu différente de celle donnée par le Prof. Tellegen (voir séance III), les auteurs pensent qu'elle réserverait la faculté d'introduire les circuits de commutation et même le calcul des probabilités. Le président n'est pas favorable à cette définition plus large et le Dr Stumpers signale que maints problèmes se rapportant à la dernière catégorie ont été traités précédemment sous le titre de Théorie de l'Information. D'autres estiment que les problèmes doivent relever du domaine de la Théorie des Circuits. Comme exemple, on cite les considérations de « reliability ».

En ce qui concerne le programme des trois années à venir et de la prochaine Assemblée Générale, M. Loeb suggère comme sujet

les Réseaux Equivalents. Le Dr WEINBERG suggère d'effectuer un relevé de tout ce qui est connu du sujet des conditions nécessaires et suffisantes dans la théorie des réseaux, ou des conditions nécessaires ou suffisantes seules, là où les deux ne sont pas présentes. Il propose également l'étude d'une formule explicite pour les valeurs des éléments dans les problèmes de synthèse, la comparaison entre réseaux avec et sans transformateur, et dans un sens plus large, la synthèse des circuits séquentiels.

ONZIÈME SÉANCE : ONDES DE SURFACE

(*Président* : Dr J. R. WAIT)

le 3 septembre à 14 h.

Le programme technique débute par une revue du domaine des ondes de surface par le Prof. H. M. BARLOW de l'University College, Université de Londres. Il passe en revue une grande variété de problèmes pour montrer les relations entre la propagation le long de la surface de séparation de deux milieux, la propagation le long de la surface d'un métal rugueux, la propagation d'ondes guidées le long de conducteurs recouverts d'un diélectrique, pour n'en mentionner que quelques-unes. Cette communication n'est pas seulement une revue générale de ce domaine mais également un sommaire des recherches effectuées par le Prof. BARLOW et ses collègues de l'Université de Londres.

Le problème des ondes de surface a été entouré de controverses depuis 1909, lorsque SOMMERFELD publia sa communication dans les « Annalen der Physik ». Les discussions développées durant les séances montrent que la situation restera telle quelle pendant plusieurs années encore.

Le Prof. Balth. VAN DER POL présente son étude du dipôle situé au-dessus du sol (sol plan), excité par la fonction en escalier (de HEAVISIDE). Il développe la solution par un calcul opérationnel, et dans le cas d'un dipôle situé à la surface de la Terre et de discontinuités de champ à la surface, il parvient à faire apparaître explicitement plusieurs différents termes d'ondes dont l'un peut être considéré comme une onde de ZENNECK. Il montre également certains aspects très intéressants du champ loin de la surface de la Terre.

Le Dr SCHELKUNOFF formule quelques remarques très pertinentes sur l'emplacement des pôles et du point d'embranchement dans l'intégrale de SOMMERFELD. Il commente également les variétés d'ondes de surface qui peuvent être identifiées. Un commentaire ultérieur est fait par le Prof. N. MARCUVITZ, il suggère que le problème de SOMMERFELD soit enterré une fois pour toutes. L'opinion générale est que, si le problème classique est résolu à présent de façon adéquate, son extension à d'autres types de surfaces d'ondes ayant des caractéristiques très différentes a conduit à des conceptions erronées. La terminologie fait l'objet de débats nombreux et le Dr WAIT met l'accent sur la nécessité d'uniformiser à la fois les approches du sujet général et la terminologie de ce domaine. Le résultat de cette discussion est la création d'une réunion de travail pour préparer une revue du sujet entier pour la prochaine Assemblée Générale. Les membres désignés par le Prof. SINCLAIR pour faire partie de cette réunion de travail sont :

Prof. H. M. BARLOW (Grande-Bretagne).
Dr H. BREMMER (Pays-Bas).
Prof. A. L. CULLEN (Grande-Bretagne).
Prof. N. MARCUVITZ (U. S. A.).
Dr L. A. WAINSTEIN (U. R. S. S.).
Dr J. R. WAIT (U. S. A.).

Le rayonnement des ondes de surface est également considéré. Le Dr J. P. SIMON révèle quelques progrès très récents dans la réalisation d'antennes à ondes de surface. La nouveauté de la technique consiste en le lancement d'ondes de surface sur des structures au long desquelles la vitesse de phase est modulée. Sous certaines conditions, il est possible de produire de très petites largeurs de faisceaux avec des lobes secondaires peu importants par l'utilisation de structures physiquement réalisables.

L'« antenne cigare » en est un exemple. Elle consiste en un axe diélectrique portant des disques métalliques de diamètres variés, centrés sur l'axe.

M. F. J. ZUCKER formule quelques remarques sur la théorie générale des antennes ruban à ondes de surface, spécialement sur le concept suivant lequel les ondes de surface peuvent être analysées à l'aide de bandes latérales spatiales par analogie avec la modulation d'amplitude dans le temps.

Les communications suivantes se trouvaient encore à l'ordre du jour :

Y. Moriwaki et T. Kawamura : *Un réflecteur plan rugueux.*

M. A. Miller et V. I. Talanov : *Ondes électromagnétiques de surface.*

H. Kikuchi : *Sur la transition d'un circuit de retour vers la masse, à un guide d'ondes de surface.*

R. Gajewski : *Propagation des impulsions dans les guides d'ondes.*

K. Morita : *Milieux retardateurs pseudo-électromagnétiques utilisant des boucles.*

Malheureusement, le temps était trop limité pour consacrer à chaque sujet le temps qu'il méritait et les discussions furent très limitées. Ceci met en évidence les difficultés à mettre sur pied et à épuiser le contenu d'un programme technique, et la nécessité d'un examen de la procédure.

Douzième séance : Séance de clôture de la Commission VI

(*Président* : Prof. S. Silver)

le 5 septembre à 9 h. 30

Le Président fait part du sentiment de la perte causée par la mort prématurée du Prof. Marcel Bayard, du Comité National Français, et la Commission vote une résolution de publication d'un Mémorial dans les procès-verbaux de l'Assemblée Générale.

En accord avec les vues exprimées par le Comité Exécutif, vues selon lesquelles chaque Commission serait dotée d'un Secrétaire francophone et d'un Secrétaire anglophone, le Président procède à la nomination des secrétaires. M. P. Marié est proposé au poste de secrétaire français et le prof. H. Meinke à celui de secrétaire anglais. Les présentations sont clôturées et les candidats proposés sont élus par un vote unanime de la Commission.

Des sommaires brefs de l'activité des Sous-Commissions sont présentés par le Dr Stumpers (au nom du Prof. van der Pol), le Prof. Tellegen et le Prof. Sinclair. Les Sous-Commissions VI-1 et VI-2 ne présentent aucune recommandation formelle pour le programme des trois années à venir, mais continueront à examiner par correspondance les vues et les intérêts des membres dans ce domaine. La Sous-Commission VI-1 continuera le travail du groupe

d'études mis sur pied pour la question du C.C.I.R. (voir annexe B) et également le projet de monographie (annexe A).

La Sous-Commission VI-3 soumet une série de recommandations. La liste des résolutions et des recommandations apparaît plus loin dans le présent procès-verbal.

La discussion porte alors sur la considération des problèmes du C.C.I.R. Le Président renvoie au groupe d'études des ondes de surface (voir séance XI) le rapport n° 46 du C.C.I.R. sur les variations dans le temps de l'intensité du champ des ondes de sol, en recommandant que le groupe d'études envisage les aspects d'onde de surface du problème en même temps que ses propres sujets.

Le Président accueille ensuite une réponse de M. RATCLIFFE concernant la question 125(II) sur la sensibilité utilisable de récepteurs radioélectriques en présence d'interférences quasi-impulsives, réponse à la conséquence du fait que ce sujet est essentiellement du ressort de la Commission VI et que la Commission VI assume la responsabilité de ce sujet. M. RATCLIFFE garantit la coopération entière de la Commission IV.

Reconnaissant la nécessité de la présence d'un spécialiste des communications parmi les membres de la Commission VI en vue de contribuer au projet du C.C.I.R., la Commission soumet sa résolution n° 2. Le Dr STUMPERS accepte la responsabilité première du travail et demande au Président d'essayer d'obtenir l'aide du Dr WATTS du National Bureau of Standards et de M. CHAPIN de la Federal Communications Commission.

La question 137 (V) concernant la mesure de l'intensité du champ dans le voisinage d'obstacles peut-être résolue seulement par le rassemblement des données concernant la diffusion et des informations sur les techniques expérimentales. Ce projet prendra un certain temps et une réunion de travail est mise sur pied pour effectuer cette étude. Les membres en sont les suivants :

Prof. J. KELLER.
Dr H. NEUGEBAUER.
Dr L. G. A. ROBIN.
Prof. K. M. SIEGEL.
Prof. S. SILVER.

Le Président commente les problèmes d'organisation des séances techniques et les problèmes rencontrés pendant l'Assemblée

Générale. Il fait appel à la formulation d'opinions sur les programmes et de suggestions pour les Assemblées futures. Les opinions sont aussi variées que nombreuses et finalement, il est possible de dégager le point de vue de la majorité, point de vue qui est exprimé dans l'article n° 4 des Résolutions et Recommandations.

Le Président clôture la séance en exprimant ses remerciements aux délégués, Présidents des séances et Présidents des Sous-Commissions pour leur contribution à l'organisation et à la conduite de l'Assemblée Générale et pour le travail accompli par la Commission.

Le Président a été averti de ce que, par suite d'autres mandats et devoirs, un des Présidents des Sous-Commissions se voyait dans l'obligation de remettre sa démission du poste lui attribué à la clôture de l'Assemblée Générale. En vue de réduire le délai du pourvoi d'un nouveau Président pour la Sous-Commission, délai qui serait occasionné par l'obligation d'un échange de correspondance avec chacun des Membres Officiels au sujet de la nomination d'un nouveau Président, le Prof. SILVER demande que la Commission lui confère l'autorité d'effectuer une proposition directe au Bureau, dans l'intérêt de la Commission. La requête est approuvée par un vote unanime des Membres Officiels présents à la séance de clôture.

ANNEXE A

Procès-verbal du Groupe de la Monographie

(*Président* : M. J LOEB)

Le groupe de la monographie de M. LOEB s'est réuni deux fois : le lundi 2 septembre après-midi et le mercredi 4 septembre après-midi. Le but de cette monographie est de montrer aux ingénieurs des communications l'utilité de la théorie des communications dans la réalisation d'un système complet de communications, mais on a également l'intention de décrire des résultats importants nouveaux, dignes d'intérêt pour les théoriciens des communications. Le système particulier vers lequel l'attention peut être attirée est le télétype FSK utilisant des canaux en cascade, sujets au fading. On prévoit que cette monographie paraîtra d'abord sous la forme d'un document de l'U.R.S.I., mais une publication commerciale ultérieure est possible. On a l'intention de faire en

sorte que chaque chapitre forme un tout en lui-même mais l'éditeur, M. Loeb, a l'intention d'écrire une introduction et suggère des modifications nécessaires pour réaliser un enchaînement des divers travaux. Une préface sera écrite par le Prof. Balth. van der Pol, attendu que c'est sur sa proposition que ce projet a été entrepris.

Silverman y discutera les canaux discrets sans mémoire, justifiant la notion de capacité par la discussion des travaux récents de Shannon et Elias et incluant leur théorie de codage en groupes de longueur limitée. Il se propose également la discussion de la vitesse instantanée, du théorème d'équipartition de McMillan pour les sources indépendantes stationnaires de Markov, du codage de l'information en nombres binaires et de l'effet de la mise en cascade de canaux binaires.

Zadeh discutera du canal discret avec mémoire en utilisant un modèle de Markov d'un canal où les probabilités de transitions dépendent de l'entrée. Il espère parvenir à déterminer quand un tel système possède une mémoire finie, et à déterminer la structure de la probabilité à la sortie, celle à l'entrée étant donnée.

Blachman discutera de la nature continue du canal binaire et l'effet d'une interférence. Son chapitre pourra envisager l'entropie et sa dépendance des coordonnées, les théorèmes d'échantillonnage, le taux d'information, les communications considérées comme un jeu, la capacité du canal, la capacité du système de communication, l'application au cas de la puissance et de la largeur de bande limitées, la redondance et le taux d'erreur tolérable.

Stumpers et van Duuren discuteront du codage et autres moyens pour combattre le bruit et les interférences. Lochard discutera les interférences dues à un canal voisin, et Siforov discutera des canaux variant dans le temps et des paramètres caractérisant de tels canaux, ainsi que de la relation liant la probabilité d'erreur à la vitesse. Siforov analysera divers types de canaux, notamment les modèles à faisceau unique et à multi-faisceaux.

Loeb suggère que chacun des chapitres comporte environ une vingtaine de pages dactylographiées à double interligne, et qu'une première épreuve lui soit envoyée d'ici un an.

ANNEXE B

Projet de Rapport de la Commission VI de l'U.R.S.I. sur les Questions du C.C.I.R. relatives à la Théorie de l'Information

(Préparé par le groupe de travail de la Sous-Commission VI-1)

Le groupe de travail a examiné la Question 133, le Programme d'études 86 et le Rapport 38. Dans les trois cas, les membres du groupe ont estimé impossible de donner des réponses définitives. Il leur a paru opportun, cependant, d'attirer l'attention sur des recherches récentes en relation avec ces questions et de donner quelques idées générales sur les directions dans lesquelles on peut attendre des résultats utiles.

Question 133. — Il résulte des considérants que cette question se rapporte au cas assez restrictif d'un bruit blanc gaussien ajouté à un signal à spectre limité, sans fluctuation du signal ni autre perturbation non-additive.

Le point n° 1 de la question a fait l'objet des recherches de SHANNON, BARNARD, ELIAS et SIFOROV. Ces auteurs n'ont pu encore donner une relation générale entre le taux d'erreur, la capacité de la voie et la longueur du codage (ou le retard) quoiqu'ils aient pu donner des résultats utiles dans des cas qui sont probablement proches de l'optimum.

En ce qui concerne le point n° 2, des travaux récents montrent que l'existence d'une voie de retour n'augmente pas la capacité de la voie aller dans le cas où le bruit dans cette voie n'est pas relié au bruit dans la voie aller, et ceci même si le premier bruit est nul. Cependant, le problème du codage et du décodage est simplifié fortement par l'emploi d'une telle voie de retour. Des études sur l'application de la rétroaction aux voies de communication ont été faites par CHANG, SHANNON, ELIAS et par BISHOP et BUCHANAN. Le taux d'erreur semble être un concept d'application plus immédiat que celui de la capacité de voie, dans les études portant sur les systèmes existants ou des systèmes peu différents.

Une recherche récente et importante a été faite par WOZENCRAFT qui a imaginé un système de codage dont le nombre de combinaisons possibles augmente comme n^i (où i est de l'ordre de 2 ou 3) avec la longueur n du code, plutôt que comme 2^n, nombre obtenu

dans les études antérieures relatives aux longs codes. Cet accroissement lent semble permettre d'amener les très longs codages et décodages plus près des conditions pratiques de réalisation.

A côté de ces travaux sur les codes et des études sur l'emploi des voies de retour, des méthodes de réception améliorées, telle que celle qui emploierait un système à trois positions : oui, non et incertitude paraissent très prometteuses. Quelques résultats ont déjà été donnés dans les travaux de BLOOM, CHANG et autres, COHEN et JUNG. D'autres travaux sont mentionnés dans la bibliographie.

Programme d'études 86. — Depuis qu'ils ont été rédigés à Genève en 1951, les considérants de ce programme d'étude sont restés valables. Une étude comparative étendue des différents systèmes de modulation, faite au point de vue de la théorie de l'information, a été présentée récemment par KNUDTZON, qui a considéré une voie affectée seulement de brouillage additif.

Parmi les phénomènes particuliers à la propagation radioélectrique auxquels il est fait allusion au point 1, on peut mentionner les évanouissements, les parcours multiples, la dispersion et éventuellement d'autres perturbations. PRICE a étudié la capacité d'une voie affectée par des parcours multiples stables et SIFOROV a traité le cas de parcours multiples variant avec le temps. On doit mentionner aussi à ce sujet les travaux de FEINSTEIN, ENOMOTO et ROSENBLATT. PRICE et GREEN ont proposé un système de codage et de réception conçu spécialement pour combattre les effets nuisibles des parcours multiples et du bruit additif. On sait que d'autres études sont en cours et sans doute sera-t-il possible de fournir prochainement une utile analyse des travaux effectués sur des types de voies plus complexes comparables aux précédents.

Nous pensons que l'on peut disposer, dans différents pays, de nombreuses études faites sur les communications affectées d'un niveau élevé de bruit, citées dans la note additive au programme d'étude. On peut citer à ce sujet l'article publié par de JAGER et GREEFKES.

Nous ne pouvons actuellement donner d'indications utiles sur les méthodes les plus faciles à appliquer pratiquement. Il est en principe possible de tenir compte, lors de la conception d'un système, de la complexité et du prix du matériel, mais nous ne connaissons pas d'études faites dans ce domaine.

Pour permettre les applications pratiques des résultats acquis par la théorie de l'information, on devrait tenter d'établir des relations entre les concepts mathématiques de la théorie et les concepts pratiques familiers aux ingénieurs, qui sont dans certains cas plus faciles à mesurer directement. Des indications plus détaillées sur ce travail et un tableau des concepts en correspondance sont donnés dans l'annexe à la question 44 du C.C.I.R., dans sa rédaction de Genève.

Rapport n° 38. — Les membres de la Commission ont examiné ce rapport, mais pas d'une façon suffisamment approfondie pour être en mesure de donner un avis final sur chacune des questions soulevées. Nous pensons que, plus particulièrement, la 3e partie constitue une revue utile de tout le travail fait jusqu'à présent sur ce problème. Des articles intéressants publiés depuis la rédaction du rapport sont ceux de LAEMMEL et GUREVICH.

La forme d'impulsion optimum au point de vue de la réduction des brouillages dépend des définitions adoptées pour le retard, la durée, et la largeur de bande, ainsi que des conditions imposées dans le problème. Un problème intéressant et non résolu est le suivant : trouver parmi les signaux physiquement réalisables (pas de discontinuité, décroissance exponentielle) et ayant une durée donnée (définie d'une façon convenable), ceux dont la plus grande partie de l'énergie se trouve dans la bande de fréquence o-f_0.

RÉFÉRENCES

SHANNON, C. E. — The Zero Error Capacity of a Noisy Channel. *Trans. I.R.E.*, IT-2, n° 3, 8-19, 1956.

BARNARD, G. A. — Simple Proofs of Simple Cases of the Coding Theorem. *Proc. London Symp.*, 96-102, 1955.

ELIAS, P. — Coding for Noisy Channels. *Conv. Rec. I.R.E.*, Pt. 4, 37-46, 1955.

SIFOROV, V. I. — Theory of Ideal Coding for Binary Transmission. *Radiotechnics Electronics*, Moscow, 1, 407-417, 1956.

CHANG, S. S. L. — Theory of Information Feedback Systems. *Trans. I.R.E.*, IT-2, n° 3, 29-40, 1956.

ELIAS, P. — Error Free Coding. Mass. Inst. Tech. Res. Lab. Electronics Tech. Rep., 285, 1955.

BISHOP, W. B., BUCHANAN, B. L. — Message Redundancy *vs* Feedback for Reducing Message Uncertainty. *I.R.E. Nat. Cov. Record*, 1957.

WOZENCRAFT, D. — Sequential Decoding for Reliable Communications. *I.R.E. Nat. Conv. Rec.*, 1957 ; D. Sc. Thesis, Mass. Inst. Tech., 1957.

BLOOM, F. J., CHANG, S. S. L., HARRIS, G., HAUPTSCHEIN, A., MORGAN, K. C. — Improvement of Binary Transmission by Null-Lone Reception. *Proc. I.R.E.*, 45, 963-975, 1957.

HARRIS, G., HAUPTSCHEIN, A., SCHWARTS, L. S. —Optimum Decision Feedback Systems. *Nat. Conv. Rec. I.R.E.*, 1957.

HOLLIS, R. M. — Optimum Slicing Level in a Noisy Binary Channel. *Proc. I.R.E.*, 44, 1062-1063, 1956.

MIDDLETON, D., VAN METER, D. — On Optimum Multiple-Alternative Detection of Signals in Noise. *Trans. I.R.E.*, IT-1, nº 2, 1-8, 1955.

MIDDLETON, D., VAN METER, D. — Detection and Extraction of Signals from the Point of View of Statistical Decision Theory. *J. Soc. Ind. Appl. Math.*, 3, 192-253, 1956 ; 4, 86-119, 1956.

COHEN, J. W., JUNG, M. W. — Some Calculations on a Method for Signal Testing. *Telecomm. Rev.*, 7, 81-89, 1957.

STUMPERS, F. L. — On Codes for Error-Correction and for Automatic Repetition Systems. U.R.S.I. Doc., 1957.

KNUDTZON, N. — Theoretical Comparison of Fluctuation Noise Characteristics for Various Modulation Methods with Special View to Multichannel System Planning, 216 p., Thesis D. Sc. Delft, 1957.

PRICE, R. — Statistical Theory Applied to Communication Through Multipath Disturbances. Res. Lab. Electronics, Mass. Inst. Tech. Rep. 226, 1957.

PRICE, R., GREEN, P. E., Jr. — An Anti-Multipath Communication System (Rake). U.R.S.I. Doc., 1957.

SIFOROV, V. I. — On the Capacity of Channels with Random Parameter Fluctuations. U.R.S.I. Doc. 273, 1957.

ROSENBLATT-ROTH, M. — Theory of Information Transmissions through Stochastic Communication Channels. *Doklady Akad. Nauk.*, SSR 223, nº 2, 202-205, 1957.

FEINSTEIN, J. — Information Theory Aspects of Propagation Through Time-Varying Media. *Jour. Appl. Phys.*, 26, 219-229, 1955.

ENOMOTO, H. — Transmission Rate of a Communication Channel Subjected to Fading. *J. Inst. Telecomm. Engrs.*, Japan 36, 606-609, 1953.

DE JAGER, F., GREEFKES, H. — *Philips Tech. Rev.*, 1957.

LAEMMEL, A. E. — Optimum Pulse Shape for Digital Transmission. *Symp. Modern Networks Synthesis*, 211-220, 1955.

GUREVICH, M. S. — Signals of Finite Length that have a Maximal Portion of the Energy in a Given Frequency Band, *Radiotechnics and Electronics*, Moscow, 1, nº 3, 313-319, 1956.

Rapport de la Commission VI

à la Séance Plénière de Clôture, 5 septembre 1957

Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs,

Les séances de la Commission VI (Ondes et Circuits radioélectriques) ont été marquées par des discussions animées et instructives. L'activité fut si grande que nous avons trouvé nécessaire d'étendre notre programme sur dix séances au lieu des sept prévues.

La Sous-Commission VI.1 tint trois séances sur des sujets relevant principalement de la Théorie de l'Information et l'Optique, de l'Analyse des spectres et des Canaux de Transmission. Dans le domaine de la Théorie de l'Information et l'Optique, la Commission VI établit un sous-comité temporaire sous la présidence du Dr SPENCER afin d'étudier les relations entre la Théorie de l'information et de la communication et la Théorie des ouvertures d'antenne, et de mettre en corrélation les principes physiques et les techniques mathématiques de ces deux domaines. Le sous-comité a été dissous, mais son rapport indique la nécessité de recherches ultérieures sur le sujet ; nous attirons l'attention de l'U.R.S.I. sur cette question dans nos recommandations pour les travaux futurs.

A l'Assemblée Générale de La Haye, la Commission avait formé un groupe de travail pour préparer une monographie sur les Systèmes de communication ; cette monographie devait servir d'exemple d'application de la Théorie de l'information et des communications. Le développement actuel de cette activité a été discuté par la Sous-Commission VI.1 et des plans ont été faits pour compléter l'ouvrage. M. LOEB a bien voulu continuer à assumer la présidence de ce groupe de travail.

Le programme de la Sous-Commission VI.2 débuta par une communication du Prof. TELLEGEN ayant pour but de définir le domaine de la théorie des circuits et les contributions majeures

dans ce champ d'études. Des discussions considérables en résultèrent, discussions qui montrèrent clairement que nous aurons à envisager dans un proche avenir des systèmes digitaux et des systèmes séquentiels dans les réseaux de communications. Nous espérons approfondir, au cours de la prochaine période triennale, les points de vue qui ont surgi pendant cette réunion ; l'échange des idées pourrait faire se cristalliser un sujet pour la prochaine Assemblée Générale.

Les sujets principaux du programme de la Sous-Commission VI.3 furent : la Diffusion et la Diffraction, la Transition des équations de MAXWELL vers la limite inférieure en fréquence formant la Théorie des circuits et vers la limite supérieure formant l'Optique géométrique, les Fondements de l'Electrodynamique, et les Ondes de surface. Parmi les points les plus remarquables des contributions présentées, il convient de mentionner l'examen des concepts fondamentaux. La communication du Prof. CHU sur l'interprétation des vecteurs du champ électromagnétique et sur la formulation des forces exercées par le champ sur les milieux matériels fut spécialement intéressante et montra qu'il devient nécessaire de procéder à un nouvel examen critique des relations entre l'électrodynamique microscopique et l'électrodynamique macroscopique classiques. Ces résultats peuvent avoir une grande importance dans l'interprétation des phénomènes envisagés par d'autres Commissions de l'U.R.S.I.

Les discussions sur la Diffusion et la Diffraction montrèrent qu'il reste encore beaucoup à trouver dans l'interprétation du phénomène de diffusion des ondes par des corps matériels dont les dimensions sont comparables à la longueur d'onde, c'est-à-dire en présence d'une forte résonance dans le processus de diffusion. Il est également important d'envisager la diffusion en présence de champs non sinusoïdaux dans le temps. L'une de nos recommandations attire l'attention sur ces problèmes.

L'étude des ondes de surface est importante pour ce qui concerne les Antennes et la Théorie générale de la propagation autour du globe. Les discussions à cette Assemblée Générale ont mis en lumière des différences de conception sur ce qui constitue une onde de surface, et d'autres problèmes fondamentaux. Un groupe de travail a été constitué pour développer certains aspects des discus-

sions commencées à cette Assemblée Générale et pour stimuler les travaux futurs dans ce domaine.

Le C.C.I.R. a posé quatre questions à la Commission VI. L'une d'elle est en liaison étroite avec la théorie des Ondes de surface et nous attendons du groupe de travail intéressé qu'il étudie les aspects du problème se rapportant au cadre de la Commission VI. Le programme d'études et les questions sur la Théorie de la communication, proposés par le C.C.I.R., furent pris en considération par la Sous-Commission VI.1. Un groupe de travail a préparé un rapport sur les aspects de cette question qui peuvent être traités en fonction des connaissances actuelles. D'autres aspects, dans ce domaine, ont été mis au programme de la Sous-Commission pour la prochaine période triennale.

L'une des questions posées par le C.C.I.R. à la Commission VI n'a pu être envisagée jusqu'à présent. Elle concerne les effets des signaux quasi-impulsifs et du bruit atmosphérique sur la sensibilité des récepteurs. Cette question du C.C.I.R. est en relation étroite avec une question posée trois ans auparavant à la Commission VI par la Commission IV. Le Dr Stumpers, de notre Commission, a accepté d'assumer la responsabilité d'un groupe d'études pour envisager le sujet. Le problème qui se pose de recruter des membres pour ce groupe d'études fait l'objet de notre Résolution 2.

L'un des résultats les plus encourageants du programme de la Commission VI à cette Assemblée Générale consiste dans le fait que nous avons réussi à établir une certaine unité entre les trois Sous-Commissions ; cette situation contraste avec la diversité qui s'était manifestée au cours des Assemblées précédentes. Lors de sa séance administrative, la Commission a décidé que cette structure en Sous-Commissions serait maintenue pendant la prochaine période triennale avec les présidences suivantes :

VI.1 ..... Prof. van der Pol
VI.2 ..... Prof. Tellegen
VI.3 ..... Prof. Sinclair

Cette recommandation de la Commission a été présentée au Comité Exécutif.

La Commission a éprouvé le bénéfice des réunions conjointes sur des sujets connexes, avec d'autres Commissions, et forme le vœu que de telles réunions conjointes soient prévues pour la prochaine Assemblée Générale.

Parmi les autres plans de travail futur qui sont exprimés dans la recommandation de notre Commission, nous devons mentionner en particulier la proposition d'un second Symposium International sur la Théorie électromagnétique, à tenir à Toronto (Canada) en 1959 sous les auspices de la Commission VI. L'organisation de ce Symposium sera calquée sur celle du Symposium de Michigan en 1955.

La Commission VI, dans ses séances consacrées à la Théorie des Circuits, a ressenti la perte considérable qu'elle a subie, par le décès du Prof. Marcel BAYARD du Comité National Français. Le Prof. BAYARD, noté pour ses importantes contributions à la Théorie des Circuits, joua un rôle éminent dans le développement de notre Commission.

La Commission est reconnaissante à ses nombreux membres et aux Comités Nationaux dont les efforts et la coopération ont permis de rassembler des contributions importantes et ont assuré le succès de son programme. Au nom de la Commission VI, j'adresse mes vifs remerciements au Col. HERBAYS et à l'équipe du Secrétariat pour l'aide qu'ils ont apportée à notre travail.

Résolutions et Recommandations

1. La Commission apprend avec regret le décès du Professeur Marcel BAYARD qui fut un représentant remarquable du Comité National Français dans le domaine de la Théorie des Circuits. Elle souhaite qu'une notice soit publiée dans le Compte rendu de la XIIe Assemblée Générale.

2. La Commission suggère d'inviter les Comités Nationaux à adjoindre à leurs membres des ingénieurs spécialisés dans les circuits et les communications, et intéressés dans les problèmes pratiques des circuits pour les communications, dans le but de compléter les travaux théoriques courants du domaine des circuits.

3. La Commission suggère d'inviter les Comités Nationaux à adjoindre à leurs membres des ingénieurs et des scientifiques intéressés dans la propagation dans les milieux anisotropiques pour collaborer aux travaux de la Commission VI dans des domaines tels que ceux des gyrateurs, des isolateurs, etc.

4. Recommandation pour l'établissement du programme de la Commission VI pour la XIIIe Assemblée Générale. La partie principale du programme consistera en séances de discussions sur des sujets choisis ; ceux-ci seront introduits par des communications demandées ; il y aura une ou plusieurs séances sur des communications contributives ; ces communications ne seront présentées que si l'auteur est présent.

5. La Commission propose de constituer un groupe d'étude^{s} pour l'étude et l'établissement d'un rapport sur la classification des ondes de surface.

6. La Commission propose de patronner un Symposium international sur la Théorie Electromagnétique qui se tiendrait en 1959 ; Toronto, Canada, est mis en avant comme endroit de la réunion.

7. La Commission décide de continuer pendant les trois années à suivre la monographie sur les systèmes de communications.

RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS

1. Intensité du champ dans le voisinage des antennes et des obstacles sous des conditions passagères et des conditions harmoniques dans le temps.

2. Propagation des ondes dans les milieux anisotropiques.

3. Théorie des ondes de surface et des antennes à ondes de fuite.

4. Calcul des champs de diffraction pour des dimensions de corps dans la région de résonance.

5. Etude des problèmes de synthèse pour des antennes réelles et des systèmes dispersifs.

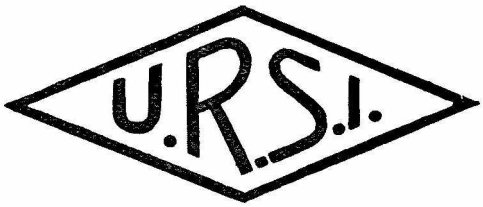
6. Dispersion par des structures périodiques et périodiques « perturbées ».

7. Etude des antennes à large bande.

8. Etude des problèmes de réalisation d'antennes à grande ouverture ; comparaison entre les antennes réflecteurs et les dispositifs d'antennes.

9. Application des principes de la théorie des communications à la réalisation des antennes et aux problèmes de balayage.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE



Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 7

Commission VII

Radioélectronique

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 7 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.,
du 22 août au 5 septembre 1957

COMMISSION VII

Radioélectronique

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Composition de la Commission 5

Liste des Rapports et Communications présentés à la Commission 7

Rapports des Comités Nationaux :

Allemagne 9
Canada 34
E. U. A. 46

France 79
Italie 100
Japon 103
Pays-Bas 115
Pologne 122
Royaume-Uni 124
Suède 142
Suisse 146

Rapport du Président à la Séance Plénière d'Ouverture 150

Compte rendu des Séances 153

Aperçu sur l'activité de la Commission 168

Composition de la Commission

Président : Dr W. G. Shepherd, Department of Electrical Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, 14, Miss., U. S. A.

Vice-Président : Prof. G. A. Woonton, Eaton Electronics Research Laboratory, McGill University, Montreal, Qu., Canada (*Ancien Président*).

Secrétaire : Prof. Dr Ir. J. L. H. Jonker, Natuurkundig Laboratorium, N. V. Philips' Gloeilampen fabrieken, Kastenjelaan, Eindhoven, Pays-Bas.

Allemagne : Prof. Dr H. Rukop, Söflingerstrasse, 96, Ulm/Donau.

Australie : M. R. E. Aitcheson, Department of Electrical Engineering, The University, Sydney, N. S. W.

Autriche : Prof. Dr König, Institut für Hochfrequenztechnik, Gusshausstrasse, Wien IV.

Belgique : Prof. J. Cnops, Université de et à Gand.

Canada : Dr H. P. Koenig, Physics Department, Laval University, Quebec, Qu.

Danemark : Prof. J. O. Nielsen, Teleteknisk Forkningslaboratorium, Aagade, Trappe 118, Copenhagen 8.

Espagne : Ing. R. Rivas, Comité National de l'Union Radio-Scientifique Internationale, 123, Serrano, Madrid.

Etats-Unis d'Amérique : Prof. Marvin Chodorow, W. W. Hansen Laboratories of Physics, Stanford University, Stanford, Calif.

Finlande : Prof. E. Laurila, Professor of Technical Physics, Finland's Institute of Technology, Helsinki.

France : M. A. Blanc-Lapierre, Professeur, Faculté des Sciences, Alger, Algérie.

Grèce : M. Anas. LELAKIS, Chef de la Section Radio du Ministère des Télécommunications.

Inde : Dr K. S. KRISHNAN, Director, National Physical Laboratory, New-Delhi.

Italie : Prof. Nello CARRARA, Direttore del Centro di studi per la fisica delle microonde, 48, Viale Morgagni, Firenze.

Japon : Prof. Masao KOTANY, Faculty of Science, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo.

Maroc : M. BERRADA, Ingénieur E.S.E., Chef du Service Technique de Radio Maroc, Rabat.

Norvège : Eng. Helmer DAHL, Christian Michelsens Institutt, Department of Applied Physics, Nygårdsgatan, 114, Bergen.

Nouvelle-Zélande : M. G. J. BURTT, Secretary, Radio Research Committee Dominion Physical Laboratory, Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas : Prof. Dr Ir. J. L. H. JONKER, Natuurkundig Laboratorium, N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Kastanjelaan, Eindhoven.

Pologne : Prof. Dr J. GROSZKOWSKI, c/o Ing. Krystyn BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palak Kultury i Nauk, Varsovie.

Portugal :

Royaume-Uni : Prof. H. S. W. MASSEY, University College, Gower Street, London W. C. 2.

Suède : Prof. H. WALLMAN, Chalmers Institute of Technology, Gothenburg.

Suisse : Dr N. SCHAETTI, Paillard S. A., YVERDON.

Tchécoslovaquie :

Union Sud-Africaine : M. F. J. HEWITT, Dr, Telecommunications Research Laboratory of the C.S.I.R., P. O. Box 10319, Johannesburg, Tvl.

U. R. S. S. : M. F. STELMAKH, Candidat ès Sciences Techniques, Académie des Sciences, Moscou.

Yougoslavie : Prof. R. MARKOVITCH, c/o Prof. Ing. A. DAMIANOVITCH, Faculté d'Electrotechnique, 6, Stevana Sremca, Beograd, 2.

Liste des Rapports et des Communications présentés à la Commission

L'astérisque indique les rapports publiés dans ce fascicule.

A = Texte original anglais

F = Texte original français

N°	Titres et Auteurs
103	Ondes électriques dans les structures périodiques, L. A. WAINSTEIN (A).
138*	Rapport du Comité National Britannique à la Commission VII, C. W. OATLEY (A).
144*	Rapport du Comité National Suisse à la Commission VII, Dr SCHAETTI (A) (F).
146	Phénomènes d'oscillations dans les décharges gazeuses, W. P. ALLIS, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass. (A).
147	La physique des cathodes, L. S. NEEGARD, R. C. A. Laboratories, Princeton, New-Jersey (A).
148	La physique des semiconducteurs en vue des applications radioélectriques, W. SHOCKLEY, Shockley semi-conductor Laboratory, Beckman Instrument Ltd, Mountain View, Calif. (A).
149	Source et Nature du bruit dans les faisceaux électroniques, J. R. PIERCE, Bell Telephone Laboratories, Incorporated, Murray Hill, New-Jersey (A).
164*	Rapport du Comité National Italien à la Commission VII (A).
180	Sur la longueur d'onde de charge d'espace de courants électroniques non homogènes et perpendiculaires, O. E. H. RYDBECK, Laboratoire de Recherches Electroniques, Université Chalmers de Technologie, Göteborg (Suède) (A).
181	Etude expérimentale des ondes de charge d'espace dans un intervalle fini de vitesse, O. STEINSTÖ (*Ibid.*), (A).
182	Ondes de charge d'espace dans un faisceau électronique à vitesse variable, S. OLVING, *Ibid.*, (A).

N°	Titres et Auteurs
183	Représentation des constantes complexes de propagation dans les tubes d'ondes progressives au moyen d'un diagramme de Smith (A), même auteur.
189*	Rapport du Comité National Canadien à la Commission VII (A).
196*	Rapport du Comité National Allemand à la Commission VII (A).
203*	Rapport du Comité National Japonais à la Commission VII, M. KOTANI, T. OKABE, T. MUTO, G. M. HATOYAMA, Y. KOIKE, Y. ASAMI (A).
208*	Rapport du Comité National Polonais à la Commission VII (A).
219*	Rapport du Comité National Suédois à la Commission VII, H. WALLMAN (A).
227*	Rapport du Comité National Néerlandais à la Commission VII (A).
238*	Rapport du Comité National Français à la Commission VII (F).
304*	Rapport de la Commission VII des E.-U. A. (A).

Rapports des Comités Nationaux

Allemagne

N° 196. — Rapport du Comité National à la Commission VII (1954-1956)

(*Traduction*

SOMMAIRE

A. Physique de la Cathode.
B. Physique des semi-conducteurs en vue des applications radioélectriques.
C. Source et nature du bruit dans les faisceaux d'électrons.
D. Phénomènes oscillatoires dans les décharges en milieu gazeux.

A. — PHYSIQUE DE LA CATHODE

I. — *Revue générale*

Un rapport décrivant les cathodes thermioniques modernes a été fait par Morgulis (17). Cet essai contient de nombreuses références à des travaux effectués en Europe Orientale.

II. — *Energie d'extraction*

Une théorie du potentiel d'extraction des métaux, reposant sur une distribution statistique améliorée du type Thomas-Fermi, a été publiée par Oldekop et Sauter (19). Des mesures du potentiel d'extraction de métaux et semi-conducteurs en fonction de la température ont été tirées par Mönch (16) et Böttger (3) du décalage des caractéristiques grille-anode. Une nette influence de la qualité du vide, traduisant l'intervention des conditions de surface sur l'énergie d'extraction, a été constatée.

III. — *Méthodes d'investigation*

a) Dahlke (5) a décrit une méthode permettant d'évaluer l'émission cathodique d'après la réduction du bruit de grenaille

par la charge d'espace. Les régions mal activées de la cathode donnent un bruit de grenaille intense qui n'est pas réduit par cette charge.

b) Dahlke et Schütze (6) ont publié leurs mesures de la pression gazeuse dans les tubes électroniques au cours de leur durée de vie. La méthode utilisée peut encore être appliquée à des pressions inférieures à 10^{-9} Torr.

c) Une méthode d'essais par impulsions, fournissant les paramètres électriques des couches internes pour les cathodes à oxydes, a été décrite par Lieb (15).

d) Weber (24) a résumé des investigations optiques de couches internes.

e) Une amélioration de la méthode du champ retardateur de Lenard a permis à Boersch (2) de remarquer que la distribution des vitesses des électrons émis est plus dispersée que la distribution maxwellienne conventionnelle.

Veith et ses collaborateurs (20, 23) ont étudié la distribution des vitesses électroniques dans des triodes expérimentales et dans des faisceaux électroniques sous les conditions de charge d'espace. La méthode utilisée (14), ainsi que d'autres résultats obtenus, fournissent des informations nouvelles sur les conditions d'activation des cathodes à oxydes. Selon Veith, l'émission intense des cathodes creuses (22) est due à ce que la distribution des vitesses des électrons émis n'est pas maxwellienne.

f) Kallweit et Veith (13), en ajoutant du Carbone 14 radioactif aux carbonates du revêtement cathodique, ont pu suivre par autoradiographie la migration et les lieux de dépôt du carbone ou de ses constituants gazeux lors de l'épuisement de la cathode par destruction rapide ou par vieillissement. Les composés du carbone se dégageant du revêtement cathodique sont absorbés par les éléments du tube, par exemple par l'anode, et y sont solidement maintenus. En se déposant sur les pièces en mica, ils peuvent provoquer des courts-circuits. Ils peuvent simultanément contaminer la cathode elle-même et réduire son activité.

IV. — *Métaux de support*

L'analyse colorimétrique des alliages de nickel devant servir aux cathodes a été décrite par divers auteurs. Noddack et al. (18)

utilisent la réaction jaune du titane pour le magnésium. Eckert (8) utilise la réaction colorée de la formaldoxime pour le manganèse et celle du NH_4-aurine-tricarboxylate (aluminone) pour l'aluminium. Gann emploie la réaction bleue du molybdène pour le silicium.

V. — *Qualité de la cathode*

Les méthodes permettant d'évaluer la qualité de la cathode et particulièrement l'influence du support sur la durée de vie du tube ont été décrites par Dahlke (4). Cet auteur a également étudié (7) l'influence de la température de la cathode et celles de la tension et du courant exigé, sur cette durée de vie. Celle-ci paraît essentiellement fixée par le métal support et les gaz désorbés.

Après avoir défini les concepts de confiance et de durée de vie, Schlidt-Brücken (21) a décrit d'une manière générale ses expériences sur les tubes à large bande. Son rapport concerne les études qu'il a entreprises sur l'empoisonnement de la cathode par l'oxygène émis par le nickel de la plaque, et sur l'influence des impuretés sur le revêtement cathodique déposé par un procédé électrolytique spécial.

VI. — *Cathodes capillaires métalliques*

Benda (1) a déterminé les constantes d'émission des cathodes en L en mesurant le courant d'une contre-électrode créant un champ retardateur. Contrairement au graphique de Richardson, cette méthode fournit pour le coefficient A des valeurs conformes à la théorie.

Katz (12) a résumé ses expériences sur les cathodes en L aux Laboratoires Siemens. Il a également décrit (13) un moyen de réduire l'évaporation du baryum spécialement perturbatrice pour ce genre de cathodes.

RÉFÉRENCES

1. H. Benda. — Les Constantes d'Emission des cathodes capillaires métalliques, *Frequenz*, **7** (1953), pp. 226-232.
2. H. Boersch. — Détermination expérimentale de la distribution énergétique de faisceaux électroniques émis thermiquement. *Z. f. Phys.*, **139** (1954), pp. 115-146.
3. O. Böttger. — Recherches sur la dépendance de l'énergie d'extraction vis-à-vis de la température pour les métaux et semi-conducteurs. *Z. f. Phys.*, **144** (1956), pp. 269-295.

4. W. DAHLKE. — Tubes à longue durée de vie. *Telefunken-Zeitung*, **27** (1954), pp. 76-87 ; *Le Vide*, **10** (1955), pp. 318-335.

5. W. DAHLKE. — Bruit de grenaille dans les triodes. *Nachrichtentechnische Fachberichte*, Heft 2 « Rauschen » (1955), pp. 56-59.

6. W. DAHLKE. — Détermination de la pression gazeuse dans les tubes électroniques. *Physikalische Verhandlungen*, **7** (1956), pp. 196-197.

7. W. DAHLKE. — Vie des cathodes à oxydes. *Telefunken-Zeitung*, **30** (1957), sous presse ; *Le Vide* (1957), sous presse.

8. G. ECKERT. — Analyse des alliages de Nickel pour cathodes à oxydes. Deuxième rapport : détermination du Manganèse. *Z. f. Anal. Chem.*, **148** (1955), pp. 14-20.

9. G. ECKERT. — Analyse des alliages de Nickel pour cathodes à oxydes. Troisième rapport : détermination de l'aluminium. *Z. f. Anal. Chem.*, **148** (1956), pp. 261-267.

10. W. GANN. — Micro analyses spectrophotométriques du silicium dans les cathodes à Nickel. *Z. f. Anal. Chem.*, **150** (1956), pp. 254-262.

11. H. KALLWEIT et K. VEITH. — Recherches sur les cathodes à oxydes des tubes électroniques à l'aide de carbone radioactif. *Telefunken-Zeitung*, **30** (1957), sous presse.

12. H. KATZ. — Cathodes capillaires métalliques. *J. appl. Phys.*, **24** (1953), pp. 597-603.

13. H. KATZ. — L'évaporation du Baryum dans les cathodes capillaires métalliques. *Le Vide*, **9** (1954), pp. 279-283.

14. G. LANDAUER, W. VEITH. — L'état d'activation des cathodes à oxydes mesuré par la résistance du revêtement. *16th Ann. Conf. Physical Electronics*, March 22, 23 and 24, 1956. Massachusetts Inst. of Techn.

15. A. LIEB. — Une méthode d'essais par impulsions des couches internes de cathodes à oxydes. *N.T.Z.*, **10** (1957), pp. 88-89.

16. G. C. MÖNCH. — Sur la variation du potentiel de Volta en fonction de la température. *Z. f. Phys.*, **144** (1956), pp. 263-268.

17. N. D. MORGULIS. — Cathodes thermoioniques modernes. *Fortschritte der Physik*, **3** (1955), pp. 57-95.

18. W. NODDACK, G. ECKERT, K. RIEDEL. — Analyse des alliages de Nickel pour cathodes à oxydes. Premier rapport : détermination du Magnésium. *Z. f. Anal. Chem.*, **147** (1955), pp. 417-426.

19. W. OLDEKOP, F. SAUTER. — Sur la théorie de l'énergie d'extraction. *Z. f. Phys.*, **130** (1954), pp. 534-546.

20. O. PFETSCHER, W. VEITH. — Recherches sur les cathodes à oxydes ; analyse de vitesses dans des triodes expérimentales. *Le Vide*, **9** (1954), pp. 181-187.

21. H. SCHMIDT-BRÜCKEN. — Constance et durée de vie des tubes à large bande. *Jahrbuch des elektr. Fernmeldewesens*, **8** (1955), pp. 217-248.

22. W. Veith. — Vitesses des électrons dans les cathodes creuses. *Naturwissenschaften*, **42** (1955), pp. 40-41.

23. W. Veith. — Distribution énergétique des électrons dans un faisceau électronique sous les conditions de charge d'espace. Partie I. *Z. f. ang. Phys.*, **7** (1955), pp. 437-443.

24. A. P. Weber. — Recherches sur les cathodes à oxydes comportant une couche interne. *Telefunken-Zeitung*, **26** (1953), pp. 123-127.

B. — Physique des semi-conducteurs en vue de ses applications a la radioélectricité

I. — *Semi-conducteurs en général*

a) *Résumés.* — Les progrès accomplis dans la période 1954-1956 ont été décrits dans plusieurs résumés. L'intérêt s'est principalement concentré sur les semi-conducteurs électroniques (2) et les composés semi-conducteurs à caractère homéopolaire. Dans la série de livres publiés par Schottky (7) intitulée « Problèmes relatifs aux semi-conducteurs », certains problèmes courants de la physique des semi-conducteurs sont discutés.

b) *Théorie des semi-conducteurs.* — En ce qui concerne la théorie des semi-conducteurs, on s'est attaché particulièrement à étudier la masse effective des électrons du cristal (8), l'interaction entre électrons et oscillateurs du réseau (9), ainsi que la conductivité des semi-conducteurs isotropes (12, 14).

c) *Effets magnétiques.* — Les effets magnétiques dans les cristaux semi-conducteurs ont été largement étudiés, après la production de semi-conducteurs à très haute résistance magnétique à l'aide de certains composés du groupe A^{III}-B^{V}.

La couche d'arrêt magnétique qu'on peut créer dans un semi-conducteur par une déviation des particules chargées aux régions frontières est un phénomène physique nouveau offrant certaines possibilités d'applications techniques, par exemple en tant qu'interrupteur.

d) *Effets optiques.* — Dans ce domaine, on a particulièrement étudié les effets de recombinaison non radiative (28, 29) et ceux des transitions d'électrons optiques. Une méthode photoélectrique permettant de déterminer simultanément la durée de vie et la mobilité des porteurs injectés a été établie (30).

e) *Divers.* — Les phénomènes de fluctuations électroniques (37, 38) et de recombinaison en volume en présence de recombinaisons superficielles simultanées dans les semi-conducteurs ont été examinés (41).

II. — *Semi-conducteurs spéciaux*

a) *Germanium et Silicium.* — Dans le domaine des semi-conducteurs spéciaux, le Germanium et le Silicium ont été particulièrement étudiés vu leurs applications à la construction de redresseurs et de transistors. L'influence des distorsions du réseau sur les propriétés électriques du Germanium (46) a été établie, et on a expérimenté la diffusion de l'Antimoine, de l'Arsenic et de l'Indium dans le Germanium à l'état solide (48). La production de monocristaux de Germanium (47) et de Silicium a fait l'objet de plusieurs recherches.

b) *Composés du groupe* A^{III}-B^{V}. — La connaissance des propriétés physiques des composés A^{III}-B^{V} a été améliorée au cours de la période. De nombreuses contributions (51-53) ont été apportées à cette étude. Les composés InP, InSb, InAs, GaP et GaAs ont été investigués à fond du point de vue électrique et optique (51-54, 58). L'effet Hall (59), les différences de potentiel thermoélectriques (60), et la formation de cristaux mixtes à partir de composés A^{III}-B^{V} ont été complètement examinés (56, 62).

c) *Sélénium.* — Comme la technique des redresseurs au Sélénium reste importante, leurs problèmes de conductivité ont été examinés dans de nombreuses publications (64-69).

d) *Sulfure et Séléniure de Cadmium.* — Diverses recherches ont été consacrées aux phénomènes de conductivité de CdS et CdSe (70, 74). Des mesures en lumière modulée ont été faites en vue de déterminer la croissance et la décroissance de la photoconductivité (71, 73) ainsi que la mobilité et la distribution des porteurs (76, 77). Il s'est avéré que la conductivité de ces cristaux n'est pas causée par la mobilité microscopique de particules chargées mais est influencée principalement par les éléments de capture (71). La formation de contacts ponctuels galvaniques dans les cristaux de CdS a été investiguée à plusieurs reprises (75, 78).

e) *Oxydule de cuivre.* — Les propriétés semi-conductives de l'oxydule de cuivre continuent à retenir l'attention eu égard à

leur signification pour la production de redresseurs. Des mesures d'effets Hall ont été effectuées sous pression réduite d'oxygène et à basse température (84). Le comportement de l'oxydule de cuivre dans le domaine de stabilité de l'oxyde de cuivre, et la conductivité électrique lors d'une perturbation de l'équilibre thermodynamique ont été observés (85, 86).

f) Oxyde de zinc. — La conductivité électrique superficielle des cristaux d'oxyde de zinc a été déterminée en fonction de la quantité d'oxygène adsorbée ; l'action de l'hydrogène a été définie (85, 86).

III. — *Redresseurs et Jonctions p-n*

a) Redresseurs de différents types. — Diverses publications se rapportent à la théorie du contact métal-semi-conducteur (101), à la théorie de la diode *p-n* (109) et *p-i-n* (104, 108). On a examiné la relation entre tension limite et résistance spécifique des diodes aux alliages de Silicium. A 300° K, la tension limite croît avec la puissance 3/4 de la résistance spécifique (106).

b) Divers. — D'autres mesures effectuées sur les photodiodes ont permis de clarifier la variation du courant photoélectrique avec la température (113) et d'estimer l'influence de la distance de diffusion et de la recombinaison superficielle sur l'effet photoélectrique de couche d'arrêt dans le Germanium (114).

IV. — *Transistors*

a) Théorie. — Trois contributions théoriques décrivent le comportement du transistor à dérive. Ce dispositif est un transistor à jonction dans lequel on crée, dans la région de base, un potentiel constant accélérateur des particules chargées par un dopage non homogène adéquat. Ce potentiel accélérateur réduit le temps de transit des particules chargées et permet au transistor de fonctionner sur de plus hautes fréquences (122).

b) Données et propriétés caractéristiques. — Plusieurs contributions se rapportent à la composition, aux données d'entrée et de sortie, et aux caractéristiques des transistors ainsi qu'aux paramètres des quadripôles à transistors.

On a effectué des recherches sur la variation des caractéristiques des transistors en fonction de la fréquence (125-129, 133, 134).

A ce sujet, le relèvement de la limite de fréquence des transistors et la mesure de leurs paramètres en haute fréquence représentaient la tâche la plus importante (135). Il s'est avéré que le circuit équivalent du transistor doit, pour rendre compte du comportement en haute fréquence, être complété par une résistance de base et une admittance en parallèle sur les connexions du collecteur (129).

c) Comparaisons du transistor au tube. — Une étude comparative d'un amplificateur à transistors à jonction et d'un amplificateur à tubes a été faite ; le comportement des deux dispositifs du point de vue de leur linéarité, ainsi que leurs équations quadripolaires, y ont été particulièrement comparés (137).

d) Transistors spéciaux. — Un transistor commutateur à court délai de commutation a été envisagé (140). Ce transistor spécial contient, à côté de son électrode collectrice, une pointe métallique additionnelle dont l'action est de produire une région négative dans la caractéristique de tension. Ce dispositif offre de larges possibilités d'application comme interrupteur électronique rapide (141).

e) Théorie des circuits à transistors. — Plusieurs auteurs ont envisagé l'amplification à basse fréquence (146, 148), la théorie des circuits équivalents (145), le transistor considéré comme un quadripôle linéaire (150, 152). L'analyse matricielle des circuits transistorisés à rétroaction de tension a été faite du point de vue théorique (151). Des sujets pratiques ont été également discutés, comme la stabilisation du point de fonctionnement des transistors à jonction en courant continu, la construction d'amplificateurs transistorisés à large bande (156), et la neutralisation des amplificateurs sélectifs à transistors (155).

f) Applications des transistors. — Les applications pratiques des transistors s'étendent continuellement. De nos jours les transistors sont utilisés dans la prothèse auditive (154), dans le domaine des machines à calculer (162) et dans bien d'autres domaines des communications. Des amplificateurs de mesure en courant continu sont équipés de transistors (164). Pour l'emmagasinage des nombres binaires dans les mémoires magnétiques, ou celles à changement d'état où les éléments d'emmagasinage sont constitués de systèmes bistables, les transistors à jonction sont très efficaces (160, 167). L'amplification en haute fréquence à l'aide de transistors a forte-

ment progressé depuis que l'industrie a réussi à produire en série des transistors dont la limite de fréquence atteint 10 Mc/s et plus.

V. — *Divers*

a) *Bruit des semi-conducteurs.* — Le bruit des semi-conducteurs, des diodes et des transistors, constitue le sujet de nombreuses études (168-175). Les formules du bruit Schottky ons été confirmées pour les diodes à jonction dans les limites du spectre uniforme du bruit (169). Le bruit des transistors aux fréquences élevées a été investigué théoriquement et expérimentalement (173-175).

b) *Résistances variables et générateurs de Hall.* — Des résistances variant avec la température ou la tension appliquée constituent de nouvelles applications des matériaux semi-conducteurs (176-178). De même, la variation de résistance de certains semi-conducteurs en présence d'un champ magnétique conduit à de nouvelles possibilités d'application (179), par exemple comme appareils de mesure du champ magnétique (182-184).

RÉFÉRENCES

I. — Semi-conducteurs en général

a) *Résumés* :

1. K. Siebertz. — Semi-conducteurs. *E.T.Z.*, A **75**, 643 (1954).
2. E. Spenke. — Semi-conducteurs électriques, Springer Verlag, Berlin.
3. H. Welker. — Composés semi-conducteurs à caractère homéopolaire dominant, Ergebn. d. exakt. *Naturwiss.*, **29**, 275 (1956).
4. G. Busch, U. Winkler. — Détermination des caractéristiques d'un semi-conducteur à partir de mesures électriques, optiques et magnétiques, Ergebn. d. exakt. *Naturwiss.*, **29**, 145 (1956).
5. R. W. Pohl. — La physique des solides. *E.T.Z.*, A **77**, 604 (1956).
6. H. Henker. — Semi-conducteurs. *E.T.Z.*, A **77**, 677 (1956).
7. W. Schottky. — Problèmes relatifs aux semi-conducteurs, Vol. I (1954) ; Vol. II (1955) ; Verlag Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig.

b) *Théorie des semi-conducteurs* :

8. D. Pfirsch, E. Spenke. — La masse effective d'un électron de cristal et le théorème d'Ehrenfest. *Z. Phys.*, **137**, 309 (1954).
9. H. Haken. — Une méthode de traitement exact de l'interaction d'un électron et de plusieurs oscillateurs de réseau. *Z. Phys.*, **138**, 56 (1954).
10. R. Hilsch. — Un modèle de réseau cristallin. *Z. Phys.*, **138**, 432 (1954).

11. H. Haken. — Sur le diagramme énergétique du réseau oscillant d'électrons. *Z. Phys.*, **139**, 66 (1954).

12. O. Madelung. — Sur la théorie de la conductivité des semi-conducteurs isotropes. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 667 (1954).

13. E. Groschwitz. — Sur le coefficient de température théorique des semi-conducteurs. *Z. angew. Phys.*, **7**, 245 (1955).

14. K. W. Böer. — Sur le problème de la conductivité électronique intrinsèque des semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 898 (1955).

15. D. Dorn. — Sur l'interaction des électrons et des vacances d'électrons dans les semi-conducteurs non-polaires. *Z. Naturforschg.*, **11a**.

16. F. Engelmann. — Recherches sur la théorie des niveaux énergétiques des électrons dans les réseaux cristallins idéaux et déformés. *Z. Phys.*, **145**, 430 (1956).

c) Effets magnétiques :

17. J. Appel. — Les effets galvano-magnétiques transverses dans les semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 167 (1954).

18. O. Madelung, L. Tewordt, H. Welker. — Sur la théorie de la couche d'arrêt magnétique dans les semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 476 (1955).

19. E. Weissbach. — Les couches d'arrêt magnétiques en germanium. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 488 (1955).

20. G. Lautz, R. Ruppel. — Sur la variation magnétique de la résistance des cristaux simples de germanium entre 10° et 300° K. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 521 (1955).

21. O. Madelung. — Sur la théorie de la conductivité thermique des semi-conducteurs isotropes dans un champ magnétique. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 478 (1956).

22. J. Appel. — L'influence de la quantification des niveaux dans un champ magnétique sur l'énergie limite de Fermi dans les semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 689 (1956).

23. J. Appel. — L'influence de la quantification des niveaux dans un champ magnétique sur la variation longitudinale de résistance dans les semi-conducteurs covalents. II, *Z. Naturforschg.*, **11a**, 892 (1956).

24. G. Finke, G. Lautz. — Sur le comportement à basse température de la variation de résistance magnétique de cristaux simples de silicium. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 1011 (1956).

25. H. Scheffers. — Sur la détermination du libre parcours des électrons de conduction dans les éléments galvano-magnétiques. *Ann. Phys.*, **17**, 29 (1956).

d) Effets optiques :

26. F. Stöckmann. — Courants photoélectriques de saturation dans les semi-conducteurs. *Z. Phys.*, **138**, 404 (1954).

27. W. Reichhardt. — Traitement type des transitions électroniques optiques dans les semi-conducteurs extrinsèques. *Z. Phys.*, **137**, 503 (1954).

28. L. Tewordt. — Sur la théorie de la recombinaison non-radiative dans les semi-conducteurs non polaires. *Z. Phys.*, **137**, 604 (1954).

29. A. Haug. — Une théorie quantique d'interprétation des transitions électroniques non radiatives dans les solides. *Z. Phys.*, **138**, 529 (1954).

30. G. Adam. — Une méthode photoélectrique pour la détermination simultanée de la durée de vie et de la mobilité de porteurs injectés dans les semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 607 (1954).

31. K. W. Böer, U. Kümmel. — L'excitation purement électrique de la luminescence. *Z. Naturforschg.*, 9**a**, 177 (1954).

32. F. Stöckmann. — Effets photoélectriques négatifs dans les semi-conducteurs. *Z. Phys.*, **143**, 348 (1956).

33. H. Haken, W. Schottky. — Règles générales de sélection optique dans les réseaux cristallins périodiques. *Z. Phys.*, **144**, 91 (1956).

34. E. Groschwitz, R. Wiesner. — Sur la contribution des électrons aux caractéristiques optiques des semi-conducteurs. *Z. angew. Phys.*, **8**, 391 (1956).

35. G. Helmis. — Sur la théorie des électrons d'impuretés. I. : transitions optiques. *Ann. Phys.*, **17**, 356 (1956).

e) *Divers* :

36. H. F. Matare. — Comportement électronique de certaines zones frontières intergranulaires dans des cristaux parfaits. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 698 (5954).

37. K. W. Böer. — Quelques remarques sur la théorie de Gisolf sur les phénomènes de fluctuations électroniques dans les semi-conducteurs. *Ann. Phys.*, **14**, 87 (1954).

38. K. W. Böer. — Corrections à la contribution précédente. *Ann. Phys.*, **15**, 55 (1955).

39. H. F. Matare. — Structure des zones intergranulaires et transport de particules chargées dans les cristaux semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 640 (1955).

40. O. Böttger. — Recherches sur la variation thermique de l'énergie d'extraction des électrons dans les métaux et semi-conducteurs. *Z. Phys.* **144**, 169 (1956).

41. W. Heywang, M. Zerbst. — Sur la détermination des recombinaisons en volume et en surface dans les semi-conducteurs. *N.T.F.*, **5** (1956).

II. — Semi-conducteurs spéciaux

a) *Germanium et silicium* :

42. R. Emeis. — Croissance hors creuset de cristaux simples de silicium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 67 (1954).

43. W. Heywang, K. Ziegler. — Sur la stabilité des zones de fusion verticales. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 561 (1954).

44. H. Kleinknecht, K. Seiler. — Cristaux simples et cristaux à couche *p-n* de silicium. *Z. Phys.*, **139**, 599 (1954).

45. J. Jaumann, R. Kessler. — La contribution des porteurs libres du germanium dans l'absorption de l'infra-rouge proche. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 476 (1954).

46. K. Blank, D. Geist, K. Seiler. — Sur l'influence des distorsions particulières du réseau sur les propriétés électriques du germanium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 515 (1954).

47. H. Salow, A. Höhnlein. — Cristaux simples de germanium pour la production de transistors. *N.T.Z.*, **7**, 235 (1954).

48. W. Bösenberg. — Diffusion de l'antimoine, de l'arsenic et de l'indium dans le germanium solide. *Z. Nautrforschg.*, **10a**, 285 (1955).

49. E. W. Fischer, H. Richter. — Modifications de structure des couches de vaporisation de germanium observées au microscope électronique. *Ann. Phys.*, **16**, 193 (1955).

50. J. Jaumann, R. Kessler. — Le rôle des porteurs libres dans l'absorption de la lumière par le germanium. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 387 (1956).

b) Composés A^{III}-B^{V} :

51. F. Oswald. — Propriétés optiques du phosphure d'indium dans l'infra-rouge. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 181 (1954).

52. O. Madelung, H. Weiss. — Les propriétés de l'antimonure d'indium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 527 (1954).

53. O. G. Folberth, O. Madelung, H. Weiss. — Les propriétés de l'arséniure d'indium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 954 (1954).

54. O. G. Folberth, F. Oswald. — La semi-conductivité du phosphore de gallium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 1050 (1954).

55. G. Zielasek. — L'application de AlSb aux diodes à cristal. *A.E.U.*, **8**, 529 (1954).

56. O. G. Folberth. — Formation de cristaux mixtes dans les composés A^{III}-B^{V}. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 584 (1955).

57. O. G. Folberth, H. Weiss. — Production et propriétés électriques de InP et GaAs. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 584 (1955).

58. F. Oswald. — Détermination optique de l'écart des niveaux d'énergie dans les semi-conducteurs du type A^{III}-B^{V}. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 927 (1955).

59. J. Gielessen, K. H. v. Klietzing. — Effet Hall et résistance électrique de InSb dans les champs magnétiques intenses et sous hautes pressions. *Z. Phys.*, **145**, 151 (1956).

60. H. Weiss. — Détermination des masses effectives de InSb et InAs par la mesure de la différence de potentiel thermoélectrique. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 131 (1956).

61. H. Heywang, B. Seraphin. — Modèle hydrogénoïde de la valence dans les composés semi-conducteurs du type A^{III}-B^{V}. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 425 (1956).

62. H. Weiss. — Propriétés électriques de cristaux mixtes de la forme In (As_yP_{1-y}). *Z. Naturforschg.*, **11a**, 430 (1956).

63. H. Pfister. — Effet photoélectrique des rayons X dans les couches d'arrêt *p-n* de GaAs. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 434 (1956).

c) Sélénium :

64. H. Rebstock, K. Seiler. — Conductivité du sélénium hexagonal aux micro-ondes. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 49 (1954).

65. F. Eckart. — Mesures de conductivité du sélénium. *Ann. Phys.*, **14**, 233 (1954).

66. H. Stroschke. — Effets de couches de séléniure de cadmium dans les redresseurs au sélénium. *I. Z. Phys.*, **140**, 409 (1955).

67. E. Eckart, H. Schmidt. — Caractéristiques des redresseurs au sélénium plus divers mélanges. *Ann. Phys.*, **16**, 134 (1955).

68. E. Eckart. — Mesures de conductivité du sélénium hautement purifié, *Ann. Phys.*, **17**, 84 (1956).

d) Sulfure de cadmium et Séléniure de cadmium :

69. H. Stroschke. — L'effet des couches de séléniure de cadmium dans le redresseur au sélénium. II. *Z. Phys.*, **145**, 597 (1956).

70. L. Herforth, H. Krumbiegel. — Observations sur des cristaux de Cds après examens microscopiques et mesures de conductivité. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 432 (1954).

71. E. A. Niekisch. — Détermination de la distribution des éléments de capture par des mesures en lumière modulée sur des cristaux photoconductifs de CdS. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 700 (1954).

72. W. Kolle. — L'excitation de la conductivité différentielle des cristaux de CdS par des particules alpha. *Ann. Phys.*, **14**, 397 (1954).

73. G. Höhler. — Remarques sur la contribution de G. Seraphin : Effets transitoires de photo-conductivité de cristaux simples de CdS. *Ann. Phys.*, **14**, 426 (1954).

74. K. Hauffe, H. G. Flint. — La conductivité électrique du séléniure de cadmium. *Ann. Phys.*, **15**, 141 (1955).

75. W. M. Buttler, W. Muscheid. — L'importance du contact électrique dans les recherches sur les cristaux simples de CdS. *Ann. Phys.*, **15**, 82 (1955).

76. E. A. Niekisch. — Les mesures en lumière modulée sur le CdS photoconductif considérées comme une méthode de détermination de la mobilité et de la distribution des éléments de capture I. *Ann. Phys.*, **15**, 279 (1955).

77. E. A. Niekisch. — Mesures en lumière modulée sur du CdS photoconductif II. *Ann. Phys.*, **15**, 288 (1955).

78. J. Auth, E. A. Niekisch. — Temps de diffusion des porteurs dans le CdS. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 1035 (1955).

79. K. W. Böer, H. Vogel. — Effets photo-électriques non stationnaires dans les photo-conducteurs I : Formation transitoire lente d'une photo-conductivité dans les cristaux simples de CdS considérée comme une méthode pour l'analyse des termes de perturbation. *Ann. Phys.*, **17**, 10 (1956).

80. K. W. Böer, U. Kümmel, G. Molgedey. — Bruit de fluctuations électroniques dans les cristaux simples de CdS aux fortes intensités de champ. *Ann. Phys.*, **17**, 344 (1956).

81. J. Fassbender. — Influence d'une décharge luminescente sur la conductivité de cristaux simples de sulfure de cadmium et formation de contacts ohmiques. *Z. Phys.*, **145**, 301 (1956).

82. E. Klier. — Mesures en courant alternatif sur des cellules fendues de CdS. *Ann. Phys.*, **17**, 163 (1956).

e) Oxydule de cuivre :

83. C. Fritzsche. — La semi-conductivité de l'oxydule de cuivre VIII. *Ann. Phys.*, **14**, 135 (1954).

84. P. Schmidt. — Semi-conductivité de l'oxydule de cuivre IX. *Ann. Phys.*, **14**, 265 (1954).

85. G. Blankenburg. — Semi-conductivité de l'oxydule de cuivre X. *Ann. Phys.*, **14**, 290 (1954).

86. G. Blankenburg. — Semi-conductivité de l'oxydule de cuivre XI. *Ann. Phys.*, **14**, 308 (1954).

87. C. Fritzsche. — Quelques caractéristiques semi-conductives de l'oxydule de cuivre. *Ann. Phys.*, **15**, 178 (1955).

f) Oxyde de zinc :

88. G. Heiland. — L'influence de l'oxygène adsorbé sur la conductivité électrique de cristaux de ZnO. *Z. Phys.*, **138**, 459 (1954).

89. E. Mollwo. — L'influence de l'hydrogène sur la conductivité et la luminescence des cristaux de ZnO. *Z. Phys.*, **138**, 478 (1954).

90. G. Heiland. — La conductivité électrique à la surface de cristaux de ZnO. *Z. Phys.*, **142**, 415 (9155).

g) Autres semi-conducteurs :

91. H. Grunewald. — La variation de la conductivité électrique de l'oxyde de titane due au contenu d'impuretés de différente valence chimique. *Ann. Phys.*, **14**, 121 (1954).

92. H. Grunewald. — La conductivité électrique du Fe_2O_3 lors d'additions de TiO_2. *Ann. Phys.*, **14**, 129 (1954).

93. J. Appel. — Preuve expérimentale des caractéristiques semi-conductrices de composés de CdTe et In_2T_3. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 265 (1954).

94. A. Fischer. — Couches semi-conductrices minces sur lame de verre. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 508 (1954).

95. J. Weidel. — Cristaux simples de tellure par la méthode Czochralski. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 697 (1954).

96. G. Rupprecht. — Recherches sur la conductivité électrique et photoélectrique de couches minces d'oxyde d'indium. *Z. Phys.*, **139**, 504 (1954).

97. J. Appel. — Caractéristiques électriques et optiques du tellurure de cuivre. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 530 (1955).

98. H. J. Zinszer. — Conductivité dans l'obscurité et photo-conductivité de l'anthracène. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 306 (1956).

99. G. Harbeke, G. Lautz. — Le comportement semi-conducteur du tellurure de gallium Ga_2Te_3. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 1015 (1956).

III. — Redresseurs et jonctions *p-n*

a) Types divers de redresseurs :

100. H. Baldus. — L'influence du bombardement de la cathode sous vide élevé, sur l'effet redresseur du germanium. *Z. angew. Phys.*, **6**, 241 (1954).

101. W. Schultz. — Théorie du redresseur par contact semi-conducteur-métal. *Z. Phys.*, **138**, 598 (1954).

102. G. Kohn, W. Nonnenmacher. — Comportement par induction des transitions *p-n* vers l'avant. *A.E.U.*, **8**, 561 (1954).

103. H. U. Harten, W. Koch, H. L. Roth, W. Schultz. — La capacité de la couche d'arrêt des redresseurs en alliages Ge-In. *Z. Phys.*, **138**, 336 (1954).

104. A. Herlet. — La variation de la densité de courant d'un redresseur *p-i-n* avec la largeur de la zone intermédiaire. *Z. Phys.*, **141**, 355 (1955).

105. W. Kossel, E. Menzel, G. Naumann. — Rectification de surface en fonction de l'orientation cristallographique. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 590 (1955).

106. A. Herlet, P. Patalong. — Les caractéristiques inverses de jonctions redresseuses en alliages de Si, *Z. Naturforschg.*, **10a**, 584 (1955).

107. G. Kohn. — La considération de la zone de transition entre la zone de conduction et la zone de blocage dans le circuit équivalent de diodes en germanium inerte. *A.E.U.*, **9**, 241 (1955).

108. E. Spenke. — Couche de passage et couche d'arrêt d'un redresseur métallique *p-i-n*. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 440 (1956).

109. A. Herlet. — Le comportement des redresseurs *p-n* sous forte charge dans le sens direct. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 498 (1956).

110. W. Guggenbühl. — Considérations théoriques sur les fondements physiques des circuits équivalents des diodes semi-conductrices aux fortes densités de courant. *A.E.U.*, **10**, 483 (1956).

111. H. Becherer. — Résultats d'expériences concernant la réalisation de caractéristiques inverses idéales dans les diodes à jonction. *N.T.F.*, **5** (1956).

b) *Divers* :

112. A. Kellermann. — Photo-éléments à couche d'arrêt. *A.T.M.*, 45 (1955).

113. E. Groschwitz, R. Wiesner. — La variation thermique du photocourant dans les jonctions *p-n*. *Z. angew. Phys.*, **7**, 496 (1955).

114. H. U. Harten, W. Schultz. — Influence de la distance de diffusion et de la recombinaison en surface sur l'effet photo-électrique de couche d'arrêt dans le germanium. *Z. Phys.*, **141**, 319 (1955).

115. H. L. Rath. — Mesures d'admittance de redresseurs en alliage de germanium et d'indium. *Z. Naturforschg.*, **9a**, 699 (1954).

116. W. Otto. — Méthodes de mesure pour la détermination des caractéristiques des diodes au Si dans la gamme micro-ondes. *Elektron-Rdsch.*, **9**, 271 (1955).

117. H. Meinke, A. Rihaczek. — Diodes à cristal dans les diviseurs de tension. *F.T.Z.*, **8**, 273 (1955).

118. W. Bühler. — Exigences sur les diodes au germanium destinées aux calculateurs électriques. *Elektron-Rdsch.*, **9**, 381 (1955).

119. H. L. Rath. — Quelles possibilités offrent les mesures d'impédance de couches d'arrêt ? *N.T.F.*, **5** (1956).

120. W. Heinlein. — Un circuit équivalent pour les diodes à germanium très inerte. *N.T.F.*, **5** (1956).

IV. — Transistors

a) *Théorie* :

121. H. Krömer. — Jonctions *p-n* et transistors. *N.T.Z.*, **7**, 86 (1954).

122. H. Krömer. — Théorie du transistor à diffusion et du transistor à dérive. *A.E.U.*, **8** (1954) ; I : La matrice quadripolaire et son comportement en basse fréquence. *A.E.U.*, **8**, 223 (1954) ; II : Variation en fonction de la fréquence. *A.E.U.*, **8**, 363 (1954) ; III : Problèmes de dimensionnement. *A.E.U.*, **8**, 499 (1954).

123. E. Groschwitz. — Le coefficient théorique de température des transistors à jonction. *Z. angew. Phys.*, **7**, 280 (1955).

124. W. Schultz. — L'influence des surfaces sur les caractéristiques électriques des redresseurs et des transistors. *N.T.F.*, **5** (1956).

b) *Données caractéristiques et propriétés des transistors* :

125. H. Salow. — Les renseignements actuels sur les transistors et les possibilités résultantes pour les applications en technique téléphonique, *N.T.Z.*, **7**, 327 (1954).

126. H. Beneking. — Caractéristiques des transistors. *A.E.U.*, **8**, 69 (1954).

127. J. Malsch. — Circuits équivalents des transistors. *A.E.U.*, **8**, 179 (1954).

128. H. Henker. — Caractéristiques de transistors aux courants alternatifs faibles. *A.E.U.*, **8**, 213 (1954).

129. E. Kettel, G. Meyer-Brötz. — La variation en fréquence des paramètres quadripolaires du transistor. *Telefunken-Ztg.*, **27**, 237 (1954).

130. J. Schloemilch. — Diodes au germanium et transistors au germanium. *Siemens-Z.*, 171 (1954).

131. H. Henker. — Transistors à jonction Siemens. *Siemens-Z.*, 29 (1954).

132. H. Rühl. — Le relèvement de la limite supérieure de fréquence des transistors. *N.T.Z.*, **8**, 593 (1955).

133. G. Meyer-Brötz. — Les paramètres quadripolaires du transistor à jonction dans trois schémas fondamentaux. *Telefunken-Ztg.*, **29**, 21 (1956).

134. W. Engbert. — Caractéristiques et distribution des porteurs de charges des transistors à alliages. *Telefunken-Ztg.*, **29**, 277 (1956).

135. J. P. Vasseur. — Mesures des paramètres en haute fréquence des transistors. *N.T.F.*, **5** (1956), 45.

c) *Comparaison Transistor-Tube* :

136. E. Hollmann. — Transistors et tubes électroniques. *Elektron-Rdsch.*, **9** (1955), I, p. 277 ; *Elektron-Rdsch.*, **9** (1955) II, p. 325 ; *Elektron-Rdsch.*, III, p. 399.

137. G. Ledig. — Une étude comparative : transistor à jonction — tube amplificateur. *A.E.U.*, **10**, 1 (1956).

138. H. Beneking. — L'analogie entre le tube à vide et le transistor. *A.E.U.*, **10**, 214 (1956).

d) *Transistors spéciaux* :

139. H. E. Hollmann. — Oscillations internes dans les transistors. *Z. Phys.*, **138**, 1 (1954).

140. H. Salow, W. v. Münch. — Un transistor-commutateur à faible délai de transition. *Z. angew. Phys.*, **8**, 114 (1956).

141. H. Salow. — Un transistor-commutateur et son application à des dispositifs de comptage. *N.T.F.*, **5** (1956).

142. H. F. Matare. — La zone de jonction intergranulaire dans les transistors. *Elektron-Rdsch.*, **10**, 209 (1956).

143. H. F. MATARE. — La zone de jonction intergranulaire dans les transistors. *Elektron-Rdsch.*, **10**, 253 (1956).

144. D. GEIST. — Oscillations internes dans les transistors. *Z. angew. Phys.*, **8**, 337 (1956).

e) Théorie des circuits transistorisés :

145. L. OERTEL. — La théorie du circuit équivalent des transistors. *Telefunken-Ztg.*, **27**, 230 (1954).

146. J. VIETH — La technique des circuits à transistors dans les amplificateurs basse fréquence. *Elektron A.*, A **75**, 591 (1954).

147. W. HERZOG. — La réalisation du maximum d'amplification de transistors non adaptés *A.E.U.*, **8**, 279 (1954).

148. W. BENZ — Bases du traitement mathématique des amplificateurs à transistors. *Telefunken-Ztg*, **28**, 95 (1955).

149. G. LEDIG. — Analyse tensorielle des circuits de rétroaction à transistors *A.E.U.*, **9**, 162 (1955)

150. T. SCHELER. — Une contribution au traitement mathématique et au traitement des mesures techniques du transistor assimilé à un quadripôle linéaire. *Frequenz*, **10**, 107 (1956).

151. G. LEDIG. — Mesure et analyse d'un oscillateur à rétroaction de tension, à transistors. *Frequenz*, **10**, 178 (1956).

152. W. TAEGER. — Les divers schémas quadripolaires équivalents du transistor. *Frequenz*, **10**, 186 (1956).

153. H. E. HOLLMANN. — Amplificateurs passifs à transistors *Frequenz*, **10**, 329 (1956).

154. W. GUGGENBÜHL, B. SCHNEIDER. — La stabilisation du point de fonctionnement en continu des transistors à jonction. *A.E.U.*, **10**, 361 (1956).

155. G. MEYER-BRÖTZ. — La neutrodynation des amplificateurs sélectifs à transistors. *A.E.U.*, **10**, 391 (1956).

156. G. MEYER-BRÖTZ, K. FELLE — Le dimensionnement des amplificateurs à large bande, à transistors. *Nachrichtentechn Z.*, **9**, 498 (1956).

157. H. EBEL. — Résistances négatives dans la synthèse des réseaux au moyen de transistors. *Nachrichtentechn Z*, **10**, 513 (1956).

f) Applications du transistor :

158. H. SALOW. — Circuit technique réalisé à l'aide de transistors. *N.T.Z.*, **7**, 581 (1954).

159. C. STARKE. — Le transistor utilisé comme élément amplificateur dans la prothèse auditive. *Frequenz*, **9**, 1 (1955).

160. E. MUNK, P. BATZ — Mémoire à nombres binaires réalisée au moyen de transistors pour codage par impulsions. *F.T.Z.*, **8**, 379 (1955).

161. K. Homilius. — Appareil de mesure à lecture directe d'angle de phase pour la gamme de fréquences audibles, réalisé à l'aide de transistors. *A.T.M.*, 221 (1955).

162. A. Krösa, G. Ganzhorn. — Les transistors dans la technique des machines à calculer. *Elektron-Rdsch* , **9**, 377 (1955).

163. A. Haidekker. — Circuits à impulsion dans la technique industrielle des transistors. *Elektron-Rdsch* , **10**, 265 (1956).

164. H. Beneking, K. H. Kupferschmidt, H. Wolf. — Amplificateurs expérimentaux à courant continu avec transistors. *Elektron-Rdsch.*, **10**, 268 (1956)

165. W. Moortgat-Pick. — Amplification haute fréquence par transistors. *N.T.F.*, **5** (1956), 40.

166. H. Weber. — Amplification d'impulsions par transistors. *N.T.F.*, **5** (1956).

167. B. Rall. — L'application du transistor à jonction aux dispositifs de comptage. *N.T.F.* (1956).

V. — Divers

a) Bruit dans les semi-conducteurs, diodes et transistors :

168. H. Schönfeld. — Une contribution à la loi *1/f* du bruit dans les semi-conducteurs. *Z. Naturforschg.*, **10a**, 291 (1955).

169. W. Guggenbühl, M. J. O. Strutt. — Confirmation expérimentale de la formule de bruit de Schottky pour les diodes semi-conductrices à jonction les plus récentes, dans le domaine du spectre de bruit blanc. *A.E.U.*, **9**, 103 (1955).

170. W. Guggenbühl, M. J. O. Strutt. — Investigations expérimentales et dissociation des causes de bruit dans les transistors à jonction. *A.E.U.*, **9**, 259 (1955).

171. M. J. O. Strutt. — Sources de bruit et spectres de bruit des tubes électroniques, semi-conducteurs et transistors. *Elektron-Rdsch.*, **9**, 211 (1955).

172. A. N. Diddens, F. L. H. M. Stumpers, J. Volger. — Le bruit d'un semi-conducteur en céramique dont la résistance varie avec la fréquence et le champ magnétique. *Elektron-Rdsch.*, **9**, 213 (1955).

173. W. Guggenbühl. — Mesures concernant le bruit des transistors à jonction et des diodes à jonction dans la gamme du bruit blanc. *Elektron-Rdsch.*, **9**, 214 (1955).

174. W. Guggenbühl, M. J. O. Strutt. — Théorie du bruit haute fréquence des transistors pour de faibles densités de courant. *N.T.F.*, **5** (1956).

175. W. Guggenbühl, B. Schneider, M. J. O. Strutt. — Mesures de bruit haute fréquence des transistors. *N.T.F.*, **5** (1956).

b) Résistances variables et générateurs de Hall :

176. H. KANTER. — Résistances variables avec la température III. *A.T.M.*, 209, (1955).

177. P. WALTER. — Résistances variables avec la température IV. *A.T.M.*, 285 (1956).

178. K. ZÜCKLER. — Performances des résistances à carbure de silicium. *Z. angew. Phys.*, **8**, 34 (1956).

179. H. WELKER. — Matériaux, récemment développés, présentant un important effet Hall et une grande variation de résistance dans un champ magnétique. *E.T.Z.*, A **76**, 513 (1955).

180. G. LOOCKE. — Mesures de champs électriques constants dans les machines électriques. *E.T.Z.*, A **76**, 517 (1955).

181. E. SCHWEIBOLD. — L'effet Hall et son application technique I : Générateurs de Hall. *A.T.M.* ,155 (1956).

182. F. ASMUS, W. BOLL. — Mesures sur des matériaux magnétiques doux à l'aide du générateur de Hall. *E.T.Z.*, A **77**, 234 (1956).

183. F. KUHRT, G. MAAZ. — Mesures de courants continus intenses au moyen du générateur de Hall. *E.T.Z.*, A **77**, 487 (1956).

184. F. KUHRT, E. BREUNERSREUTHER. — Mesure de l'intensité du champ dans l'entrefer d'un moteur à courant continu au moyen de l'effet Hall. *E.T.Z.*, A **77**, 578 (1956).

185. H. WEISS. — Le générateur de Hall à rétroaction. *Z. Naturforschg.*, **11a**, 684 (1956).

C. — SOURCES ET NATURE DU BRUIT DANS LES FAISCEAUX D'ÉLECTRONS

Dans les recherches concernant le bruit des faisceaux électroniques, les problèmes suivants présentent un intérêt considérable :

a) Etude mathématique des conditions de bruit dans les faisceaux d'électrons (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 22).

Ces contributions ont fait ressortir l'avantage d'introduire la notion d'ondes de puissance de bruit et celle du coefficient complexe de corrélation.

b) Recherches sur la corrélation au minimum de potentiel (5, 10, 13, 24).

Les résultats théoriques des divers auteurs sont contradictoires. Des résultats de mesure exacts permettront d'investiguer la corrélation et d'obtenir un diagramme final.

c) Conditions de transformation de faisceaux électroniques (5, 12, 14, 15, 17, 20, 21).

En général, dans toutes les recherches, les formules de transformation conventionnelles de la théorie des lignes sont adaptées aux faisceaux électroniques. Seules les transformations linéaires sont envisagées.

d) Influence du courant de fuite sur les fentes ou hélices interposées. Pas de publication allemande.

e) Influence du matériau de cathode. Pas de publication allemande.

f) Influence de la non-linéarité (signal de forte amplitude, bruit croissant). Pas de publication allemande.

PUBLICATIONS

Résumés :

1. *N.T.Z.* Beiheft, 2/55, « Bruit ».
2. *Elektronische Rundschau,* 9/1955, pp. 210-274.
3. Die *Telefunken-Röhre,* 33/1956, « Théorie des quadripôles de bruit ».

Contributions spéciales :

4. H. Bauer ,H. Rothe. — Le quadripôle équivalent avec bruit considéré comme quadripôle d'ondes. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 241-252.
5. H. Bauer, H. Rothe. — Le quadripôle d'ondes bruyant équivalent aux amplificateurs de faisceaux. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 283-298.
6. J. Berghammer. — Au sujet d'une méthode de mesure du taux d'ondes stationnaires des faisceaux électroniques. *Frequenz,* 9, 1955, n° 1, pp. 25-28.
7. G. Bosse. — Calculs relatifs à la puissance de bruit. *Frequenz,* 9, 1955, n° 8, pp. 258-264 et n° 12, pp. 407-413.
8. W. Dahlke. — Règles de transformation des quadripôles bruyants. *A.E.U.*, 9, 1955, pp. 391-401.
9. W. Kleen. — Problèmes du bruit en électronique. *Entwicklungsberichte Siemens,* 1955, pp. 188-192.
10. H. W. König. — La corrélation du bruit de grenaille. *A.E.U.*, 9, 1955, pp. 109-116.
11. H. W. König. — L'élévation de la température de bruit dans les diodes à charge d'espace .*A.E.U.*, 9, 1955, pp. 411-418.
12. H. W. König. — Le contrôle de la corrélation dans les ondes de charge d'espace. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 339-342.

13. H. Kosmahl. — Corrélation du bruit au potentiel minimum dans une diode ou une triode. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 353-357.

14. J. Labus, K. Pöschl. — Ondes de charge d'espace dans les écoulements de plasmas. *A.E.U.*, 9, 1955, pp. 49-54.

15. J. Labus, R. Liebscher. — Longueur d'onde de plasma et tubes à ondes progressives à faible bruit de fond. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 421-423.

16. J. Labus, R. Liebscher, K. Pöschl. — Conditions pour l'obtention d'un facteur de bruit minimum dans les tubes à ondes progressives. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 486-490.

17. R. Müller. — Ondes de charge d'espace dans les flux électroniques unidimensionnels accélérés et retardés. *A.E.U.*, 9, 1955, pp. 505-512.

18. R. Möller. — Modes dans les faisceaux d'électrons. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 505-511.

19. R. W. Peter, J. A. Ruetz (présenté par W. Klein). — L'influence des électrons secondaires sur le facteur de bruit et la stérilité des tubes à ondes progressives. *A.E.U.*, 8, 1954, pp. 238-240.

20. H. Pötzl. — La modification des spectres de puissance dans les faisceaux électroniques. *A.E.U.*, 10, 1956, pp. 376-382.

21. K. Pöschl. — Influence des fluctuations de courant dans les circuits résonants sur les ondes de charge d'espace. *Frequenz*, 8, 1954, n° 9, pp. 284-288.

22. H. Rothe, W. Dahlke. — Théorie des quadripôles bruyants. *A.E.U.*, 9, 1955, pp. 117-121.

23. H. Schnitger, D. Weber. — Tubes à ondes progressives à faible bruit de fond. *F.T.Z.*, 10, 1954, pp. 540-546.

24. R. Wiesner, H. W. König. — Conditions limites cathodiques et bruit minimum dans les faisceaux d'électrons. *A.E.U.*, 8, 1954, pp. 5-7.

D. — Phénomènes oscillatoires dans les décharges en milieu gazeux

Depuis le dernier rapport publié en 1954, une certaine activité s'est manifestée du point de vue théorique et expérimental au sujet des problèmes posés par les plasmas, par les processus généraux dans les gaz ionisés, ou par des questions plus spéciales. On a adopté ici un classement des publications tel que toutes les recherches seront signalées, quelle que soit la façon dont elles ont rapport avec les mouvements ondulatoires et spécialement avec les charges d'espace en mouvement dans les plasmas. Le cas des oscillations de plasmas purement électroniques doit donc être considéré comme très spécial ; outre son application antérieure aux tubes à ondes progressives, ce cas jouit aujourd'hui d'un certain intérêt dans

l'interprétation de la partie non thermique du bruit radioélectrique émis par les objets cosmiques aux fréquences élevées.

Des relations générales sur la dynamique des plasmas ont été établies par Maecker et Peters (14), les premiers à avoir inclus dans leurs recherches la thermodynamique des processus irréversibles tels que la conduction de la chaleur, la diffusion, etc. La théorie trouvera son application en premier lieu dans les décharges d'arc. Dans une contribution à la magnéto-hydrodynamique de milieux compressibles, Larenz (9) a réussi à réduire le nombre d'équations décrivant le mouvement des plasmas. De ces relations ressort un meilleur parallélisme entre la vitesse d'ensemble et le potentiel vecteur électrodynamique qu'entre la vitesse d'ensemble et le vecteur du champ magnétique, jusqu'ici très souvent utilisé dans les calculs. Dans le cas des mouvements électroniques sans vorticité, Moeglich (15) a montré que les équations hydrodynamiques peuvent être écrites sous forme très semblable à celle de la mécanique quantique (équation de Schroedringer).

Des mouvements ondulatoires plus généraux ont fait l'objet de recherches de la part de Richter (17, 18) et Winkler (13). Le premier auteur a envisagé les ondes magnéto-hydrodynamiques se propageant dans la direction d'un champ magnétique homogène constant tandis que la densité du plasma le long de cette direction peut être variable. Le second a cherché une formule générale de dispersion dans le but de vérifier certains résultats de V. A. Bailey (1948). La propagation d'ondes dans les milieux non homogènes et anisotropes a été étudiée par Suchy (3), qui propose l'utilisation d'un système spécial de coordonnées assurant quelques avantages dans ce cas général. Schumann (5, 6) a poursuivi ses recherches sur les ondes très longues qui peuvent se propager entre la surface de la Terre et le plasma ionosphérique, en pénétrant partiellement dans ce dernier milieu qui réagit au champ géomagnétique. Schumann (16) s'est également occupé de la propagation d'ondes dans un plasma confiné entre deux plans conducteurs et soumis à l'action d'un champ magnétique constant. Cette recherche a été entreprise en vue de vérifier s'il existe une possibilité d'amplification ; ce dernier problème ainsi que les recherches sur le couplage entre les mouvements ondulatoires longitudinaux et transversaux présentent d'ailleurs un intérêt spécial pour l'interprétation des phénomènes radioastronomiques. A ce point de vue, il convient de mentionner

les recherches de Lüst (8). La question principale est de savoir si une certaine séparation des charges peut se produire dans les plasmas et, dans cette circonstance, quelle en serait la limite supérieure. Larenz (10) a répondu à cette question en imaginant que les effets de pression créeraient une limite. Se basant sur ces résultats, le même auteur (11) a proposé un mécanisme d'oscillations de plasma capable de rayonner sans qu'un champ magnétique extérieur soit nécessaire.

Des remarques qualitatives concernant le rôle possible des oscillations de plasma sur les échanges d'énergie dans les décharges gazeuses ont été présentées dans un ouvrage de Gerthsen et Schulz (7). L'influence d'une distribution électronique non homogène sur la fréquence de résonance du plasma dans un canal de décharge a été étudiée par Esprester et Haug (4).

Une série d'investigations peuvent être réunies sous le titre : Comportement et réactions de plasmas dans des champs de haute fréquence. Dans ce domaine, Neuert et ses collaborateurs (1) ont poursuivi leurs travaux expérimentaux et théoriques concernant les effets découverts par Koch et lui-même, notamment l'accroissement de luminosité d'une décharge à haute fréquence en présence d'un champ magnétique stationnaire. Les dérives de fréquence d'un auto-oscillateur commandant une décharge ont été examinées par Häusler (20), et proposées comme moyen de modulation en fréquence, tandis que Seitner (19) a étudié la variation d'induction d'un solénoïde immergé dans un plasma. Schneider (2) a discuté des paramètres caractérisant une décharge de haute fréquence entre deux électrodes planes, et a comparé cette décharge avec celle en courant continu. Dans une courte communication Pupke et Thom (12) s'occupent de phénomènes appelés « plasmoïdes tournants » engendrés dans une décharge annulaire de haute fréquence.

Enfin quelques travaux de Labus (22, 24), Liebscher (24), Müller (23, 25) et Poeschl (21, 22) peuvent être mentionnés ici. Ces recherches ont été faites en vue d'applications aux tubes à ondes progressives et aux dispositifs similaires, et sont mentionnées ici à cause de leur contact étroit avec les questions relatives aux charges d'espace et aux oscillations de plasma. Un rapport de synthèse intitulé « Ondes de charge d'espace », comportant de nombreuses références a été composé par Kleen, Labus et Poeschl (26).

RÉFÉRENCES

1. H. Neuert, H. J. Stuckenberg, H. P. Weidner. — Quelques phénomènes des décharges gazeuses couplées inductivement en haute fréquence, en présence d'un champ magnétique stationnaire. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **6**, 303, 1954.
2. F. Schneider. — Le mécanisme de décharge de haute fréquence entre les électrodes planes. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **6**, 456, 1954.
3. K. Suchy. — Equations d'ondes couplées pour les milieux non homogènes anisotropes. *Ztschr. Nat. Forsch.*, **9a**, 630, 1954.
4. A. Esprester, A. Haug. — L'influence de la non-homogénéité d'un plasma sur sa fréquence de résonance. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **7**, 180, 1955.
5. W. O. Schumann. — L'influence du champ géomagnétique sur la propagation des ondes électriques très longues. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **7**, 284, 1955.
6. W. O. Schumann. — L'influence du champ géomagnétique sur la propagation des ondes électriques très longues. *Naturwiss.*, **42**, 91, 1955.
7. P. Gerthsen, P. Schulz. — Chute aux électrodes et gradients dans les arcs au mercure sous pression élevée. *Ztschr. f. Phys.*, **140**, 510, 1955.
8. R. Lüst. — Oscillations de plasma dans un champ magnétique extérieur. *Ztschr. f. Astrophys.*, **37**, 67, 1955.
9. R. W. Larenz. — La magnéto-hydrodynamique des milieux compressibles. *Ztschr. f. Nat. Forsch.*, **10a**, 961, 1955.
10. R. W. Larenz. — Mouvements de plasma de grande amplitude et séparation des charges. *Ztschr. f. Nat. Forsch.*, **10a**, 766, 1955.
11. R. W. Larenz. — La génération de radiation haute fréquence non thermique d'origine cosmique. *Ztschr. f. Natur. Forsch.*, **10a**, 901, 1955.
12. H. Pupke, H. G. Thom. — La rotation des plasmoïdes dans un champ magnétique. *Naturwiss.*, **43**, 32, 1956.
13. G. Winkler. — Théorie de la propagation des ondes planes dans les plasmas homogènes. *Ann. d. Phys.*, **16**, 414, 1955.
14. H. Maecker, Th. Peters. — Dynamique et thermodynamique unifiées des plasmas thermiques. *Ztschr. f. Phys.*, **144**, 586, 1956.
15. F. Moeglich. — Hydrodynamique des champs d'électrons sans vorticité. *Ann. d. Phys.*, **18**, 230, 1956.
16. W. O. Schumann. — Ondes de plasma entre deux plans parfaitement conducteurs, se propageant dans la direction d'un champ magnétique extérieur. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **8**, 482, 1956.
17. E. Richter. — Théorie des ondes magnéto-hydrodynamiques. *Ztschr. f. Nat. Forsch.*, **11a**, 251, 1956.

18. E. Richter. — Extension de la théorie des ondes magnéto-hydrodynamiques et son application aux couches non homogènes. *Ztschr. f. Nat. Forsch.*, **11a**, 901, 1956.

19. R. Seitner. — Changement de l'induction par des diélectriques et spécialement par des plasmas. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **9**, 66, 1957.

20. E. Haüsler. — L'influence d'une décharge de haute fréquence dans un gaz sur la fréquence d'un auto-oscillateur sur ondes courtes. *Ztschr. f. angew. Phys.*, **9**, 60, 1957.

21. K. Poeschl. — Influence des courants de bruit des circuits résonants, sur les ondes de charges d'espace. *Frequenz*, **8**, 284, 1954.

22. J. Labus, K. Poeschl. — Ondes de charge d'espace dans les faisceaux d'ions et d'électrons libres. *A.E.U.*, **9**, 39, 1955.

23. R. Müller. — Ondes de charge d'espace dans des écoulements unidimensionnels d'électrons accélérés et ralentis. *A.E.U.*, **9**, 505, 1955.

24. J. Labus, R. Liebscher. — Longueur d'onde de plasma et tubes à ondes stationnaires à faible bruit de fond. *A.E.U.*, **10**, 421, 1956.

25. R. Müller. — Ondes partielles dans les flux électroniques. *A.E.U.*, **10**, 505, 1956.

26. W. Kleen, J. Labus, K. Poeschl. — Ondes de charge d'espace. *Erg. d. ex. Nat. Wiss.*, Bd. XXIX, 208-274, 1956.

Canada

N° 189. — Rapport de la Commission VII du Comité National

Physique de la cathode

On a effectué au Conseil National des Recherches du Canada des études théoriques et expérimentales à propos des méthodes employées pour mesurer les propriétés émissives des émetteurs thermioniques (1, 2). On a fait des recherches sur le mécanisme de détection des fréquences micro-ondiques dans les diodes thermioniques et on a établi une théorie pour expliquer l'effet de détection (3). On a mis au point des méthodes et des appareils destinés à mesurer les pressions extrêmement basses (4,5). On a étudié une fluctuation périodique à basse fréquence se produisant dans des tubes thermioniques munis d'une cathode à oxyde (6).

Physique des dispositifs semi-conducteurs destinés a des applications radio

On a fabriqué dans les laboratoires de la Canadian Marconi Company un certain nombre d'instruments devant servir aux travaux qui vont s'effectuer sur le silicium semi-conducteur et sur les jonctions redresseuses construites avec du silicium. Parmi les instruments fabriqués on peut mentionner un extracteur à cristal et des appareils de mesure de la conductivité et de l'effet Hall. Bien qu'on n'ait pas encore effectué de travaux fondamentaux à proprement parler, on s'efforce actuellement de définir les propriétés des jonctions *p-n*. On a synthétisé et purifié plusieurs composés « inter-métalliques » semi-conducteurs au moyen d'un affinage par zone.

On a construit, au Conseil National des Recherches du Canada un appareil permettant de préparer du silicium monocristallin dont l'impureté est contrôlée. Les propriétés du silicium font actuellement l'objet d'une recherche.

On a effectué, à l'université de la Colombie-Britannique, des études expérimentales et théoriques sur les propriétés statistiques des avalanches dans le silicium sous champs élevés, qui permettent de penser que le processus consiste en un système relativement bistable dans lequel les probabilités de transition entre les états de basse conduction et ceux de haute conduction sont déterminées par l'excès de la tension appliquée par rapport à une tension de seuil. Si l'on considère un élément de circuit de ce type on s'aperçoit qu'il se distingue par le fait que sa caractéristique macroscopique courant-tension dépend de la résistance de la source employée pour alimenter la tension de mesure. Les paramètres intrinsèques du processus d'avalanche sont interprétés en fonction de la nature « stochastique » du déclenchement et de la cessation de la décharge. Cette étude permet d'évaluer la grandeur et d'analyser le spectre des fluctuations fondamentales qui s'effectuent en tension et en courant dans les diodes d'avalanche.

On a procédé à des recherches théoriques quant aux fluctuations qui se produisent dans un semi-conducteur en équilibre thermique et éclairé par une radiation de corps noirs à une température différente de celle du cristal. C'est le rapport de la durée de l'équilibre thermique avec la longévité des courants porteurs ayant de l'éner-

gie en excès qui détermine, dans le dernier cas, la fluctuation de la force électromotrice.

Les fluctuations de la densité du courant porteur sont diminuées dans les semi-conducteurs « dégénérés » par un facteur qui correspond exactement à l'éloignement, par rapport à kT/e du rapport diffusivité/mobilité. Toute distribution spatiale des impuretés faite au hasard dans un semi-conducteur modifie les propriétés conductrices et photo-conductrices de ce semi-conducteur et conduit à une force électromotrice photovoltaïque si on éclaire. On s'est servi du principe de l'équilibre minutieux pour établir une relation entre les forces électromotrices, photoélectriques et thermoélectriques qui varient dans des semi-conducteurs hétérogènes et les composantes correspondantes de résistance.

Faisant suite aux travaux effectués à l'université de Toronto sur l'iode en tant que solide moléculaire, des travaux sont en cours au sujet de l'effet photoélectrique extérieur des cristaux ioniques et on a obtenu quelques résultats préliminaires.

Source et nature des parasites dans les faisceaux électroniques

Plusieurs expériences indépendantes ont eu lieu à l'université McGill à Montréal, au sujet des parasites qui se produisent dans les faisceaux électroniques. On a mesuré le bruit produit à l'anode d'un canon à électrons dans un tube hermétique au moyen de « gaps » fixés à un résonateur à cavités au travers duquel passait le faisceau. Au cours de ces expériences la pression était environ de 10^{-9} mm Hg. On a étudié la modulation du courant des parasites à l'anode sur les fréquences allant de 200 à 300 Mc/s alors que les tensions de l'anode allaient de 100 à 1000 volts. On a utilisé dans une autre expérience un dispositif où le vide était fait continuellement, ce qui a permis de faire des recherches sur les fluctuations du courant parasitaire dans un faisceau d'électrons, en fonction de la distance qui sépare un canon à électrons des cavités de mesure, en fonction de la fréquence et en fonction de la tension. Cette expérience permet d'obtenir des renseignements à la fois sur la modulation du courant parasitaire et sur la modulation de la vitesse des ondes parasitaires, à l'anode d'un canon à électrons limité à la charge d'espace. On a terminé les expériences mais les données obtenues n'ont pas encore été complètement analysées.

Phénomènes de décharge des gaz

A la suite de travaux effectués antérieurement à l'université de Toronto, au cours desquels on a démontré que l'état métastable du néon $^3P_0$ possède un processus complexe de diminution, on a décidé de mesurer dans le même gaz, avec la même décharge, la durée d'existence des électrons libres, au moyen de méthodes micro-ondiques. On a établi que l'affaiblissement des ions n'a aucun rapport avec la durée ou l'état $^3P_0$. L'alimentation de l'état $^3P_0$ métastable au moyen d'une recombinaison n'est sensible qu'aux plus hautes pressions utilisées.

On s'est servi de techniques modernes ayant recours aux électrons, à l'excitation, à la sélection et à l'enregistrement pour suivre l'affaiblissement de la persistance de l'azote sur une gamme d'intensité ayant presque 10^6 : 1. La précision est beaucoup plus grande que dans les travaux antérieurs. On distingue trois procédés : un procédé bimoléculaire initial, un second procédé bimoléculaire et un procédé purement monomoléculaire qui détermine l'affaiblissement final dans tous les cas.

On constate que le premier traitement bimoléculaire de la persistance retire les deux corps actifs d'une population commune. Une énergie d'activation de 900 cm^{-1} est nécessaire pour ce traitement de la persistance. Le deuxième procédé bimoléculaire comporte deux corps dont l'affaiblissement monomoléculaire est indépendant de la persistance et ces corps sont tirés de populations différentes. L'énergie d'activation requise pour la persistance qui provient de ces dernières est négligeable. Ce procédé est étouffé par l'oxygène et il nécessite une impureté infime que l'on croit être de l'hydrogène. L'affaiblissement monomoléculaire final est l'affaiblissement de diffusion-collision bien connu, constant aux hautes températures. Les effets de la diffusion sont grandement réduits par une couche monomoléculaire d'oxygène sur les parois. Le bloc en jeu a une énergie de dissociation de 5600 cm^{-1}. On a quelques raisons de croire que le premier procédé bimoléculaire est une recombinaison des atomes d'azote avec le catalyseur moléculaire d'oxygène de l'ordre de quelques petites parties par million et que le deuxième procédé est une collision de deux états de sols différents de la molécule d'azote neutre soumis à des vibrations et donnant lieu à une persistance avec un catalyseur moléculaire à hydrogène qui est également d'environ quelques petites parties par million.

Interaction des ondes dans les faisceaux d'électrons avec les structures de propagation

Les mesures faites à l'université McGill sur des faisceaux modulés d'électrons ont été faites dans l'intention de vérifier si l'équation électronique peut s'appliquer à plusieurs répartitions d'un potentiel régulier le long des faisceaux. On a effectué ces mesures pour toute une gamme de courants et de tensions de faisceaux. On s'est servi d'un dispositif où le vide était continuellement maintenu et où se trouvaient un rhumbatron de hautes fréquences, un rhumbatron collecteur et un espace d'interaction intermédiaire auquel on pouvait imposer la répartition voulue de potentiel. La distance située entre le rhumbatron de crête et le rhumbatron collecteur pouvait être réglée au moyen d'une manipulation extérieure sans rompre les joints de scellage du vide. D'autres mesures semblables ont été effectuées avec des tubes hermétiques dans lesquels la pression était d'environ 10^{-9} mm Hg. Somme toute on peut se servir de l'équation électronique pour prédire la puissance transmise au travers d'un tel système. On a découvert des différences dans l'énergie maximum transmise (lesquelles n'étaient pas fonction de la pression) lorsque le courant passant, indépendamment du temps, dans le faisceau était soumis à des variations, de telle sorte que l'un après l'autre, le premier, le deuxième, le troisième, etc. maximum ondique d'espace de charge de la modulation du courant se produisait dans le rhumbatron collecteur.

On a mesuré un certain nombre des propriétés d'un guide d'ondes cylindrique périodiquement obstrué, dans le but de mettre au point des techniques de mesure et de comparer les prédictions provenant de plusieurs formes de théories avec les valeurs mesurées. On en a conclu que les formes approximatives de la théorie du champ électromagnétique que l'on réalise parfois pour de telles structures sont d'un emploi limité. Les « analogues » de circuit concentré permettent d'avoir une vue d'ensemble des propriétés de la structure mais les prédictions quantitatives qui en découlent ne donnent aucune satisfaction. Les techniques servant à mesurer certaines propriétés du guide sont excellentes mais la précision des résultats tirés des essais de perturbation (lesquels ont pour but de fournir des renseignements sur la forme des champs et sur l'impédance du circuit) est assez faible.

L'effet anormal de champ de freinage dans les faisceaux d'électrons et les oscillations qui en résultent dans les faisceaux font l'objet d'études au Conseil National des Recherches du Canada.

Formation, concentration et propagation des faisceaux électroniques

On a effectué à l'université McGill une étude relative à la production de faisceaux électroniques au moyen de canons à électrons du type Pierce. On y a également étudié le comportement des faisceaux dans un champ non magnétique, dans un champ constant et dans un champ périodique. L'expérience s'est montrée conforme à la théorie, bien qu'en général on ait surestimé, dans la théorie, l'efficacité du champ de concentration magnétique. On observe des phénomènes dus probablement à l'existence d'ions positifs dans le faisceau. Il s'est avéré souhaitable de mettre davantage au point les techniques utilisées dans les machines de production du vide.

On a effectué des travaux théoriques et expérimentaux au sujet des faisceaux électroniques focalisés par des champs magnétiques périodiques. On s'est attaché aux principes relatifs aux faisceaux engendrés en dehors du champ magnétique qui entrent dans le champ dans des conditions déterminées. On a revisé et élargi la théorie actuelle. On a résolu à l'aide d'une machine à analogie l'équation qui décrit la trajectoire d'un électron tranchant. On a analysé les résultats de cette solution. On a étudié tout spécialement les conditions dans lesquelles la solution sera valable. On a pris point par point les mesures d'un état permanent. Ces mesures ont montré que l'on peut réaliser une bonne concentration. On a illustré la nature de la bande de la propagation du faisceau. On a effectué des mesures par pulsations qui ont indiqué que c'est la génération positive des ions qui détermine le temps qu'il faut pour déclencher un faisceau.

On effectue au Conseil National des Recherches du Canada une étude expérimentale quant à la réflexion élastique des électrons lents (0-40 eV) à partir de surfaces métalliques. On a publié les résultats obtenus avec des cibles polycristallines de Ta et de Cu (9). On étudie actuellement les cibles monocristallines.

Matériaux ferromagnétiques, ferrite

On a étudié dans les bureaux d'étude de la société Canadian Marconi le moyen de former des cristaux uniques de baryum titanate en forme de flocons à partir d'une solution à base de fluoride de potassium conformément à la méthode de Remeikas. On a également fait des recherches et présenté des commentaires sur la coupe des cristaux et sur les procédés de revêtement destinés à faire de ces cristaux des condensateurs de mémoire. Le mouvement « Domain » dans le titanate de baryum sous l'influence des champs électriques donne lieu à des changements dans l'état de polarisation de la lumière polarisée émise. On peut obtenir la modulation de la lumière en se servant de basses tensions. On a étudié cet effet et on l'a mis en corrélation avec le phénomène des cristaux ferroélectriques utilisé pour l'emmagasinement des renseignements. La transmission de la lumière et l'effet sur elle d'un champ électrique appliqué a fait l'objet d'une description à propos de cristaux de titanate de baryum ferroélectrique. On a fait connaître la mesure de distorsion des modulations de la lumière dans la gamme des fréquences acoustiques.

Structure physique et chimique des diélectriques

On a récemment créé à Ottawa un laboratoire de travaux diélectriques devant s'appliquer à une gamme très vaste de fréquences. On a obtenu des données utiles grâce à la mesure de la conductivité, en courants continus d'échantillons diélectriques. La mesure de la constante diélectrique et de la perte par des échantillons céramiques de quelques « stannates » et « cerates » avec une structure de cristal du type perovskite, en fonction de la fréquence et de la température dans une gamme allant de 100 cycles par seconde à un megacycle et de — 196° C à environ 400° C a permis d'avoir des renseignements utiles quant à la dispersion diélectrique, mais on n'a pas trouvé de transition de phase.

Etude des composantes

Le Defence Research Board procède actuellement à l'étude des propriétés conductrices de mélanges d'oxyde transsudé en vue de leur utilisation possible comme composante à de hautes températures. L'étude a plus précisément pour but de compenser les

mécanismes physiques qui produiront une conductivité constante avec une variation de températures. On a préparé pour un tel mécanisme des systèmes oxyde de zinc - bioxyde de titane ; on a mesuré les propriétés électriques et on a cherché à connaître l'influence des divers traitements thermiques. On a effectué la mesure de la conductivité et du coefficient de Hall et on en a déduit les énergies d'activation. On poursuit actuellement des travaux relatifs à la structure granuleuse et à ses effets sur la conductivité.

Des travaux sur les films d'oxyde anodiques sont actuellement en cours au Defence Research Board, à Ottawa ainsi qu'au Research Council de la Colombie-Britannique, à Vancouver. Ces travaux ont pour but d'apporter des améliorations aux capaciteurs électrolytiques et d'autres capaciteurs contenant de fins films d'oxyde. On procède actuellement à une recherche fondamentale quant aux propriétés des films d'oxyde anodiques sur l'aluminium et le tantale. Cette recherche comprend des questions comme l'effet du traitement de surface avant le traitement anodique, la théorie de la formation d'oxyde, les fuites de courant au-dessous de la tension de formation, l'impédance du courant alternatif, le redressement et l'électroluminescence dans les films.

La société Canadian Marconi a reçu deux contrats du Defence Research Board afin d'étudier la sécurité de fonctionnement des résistances de composition carbonique variable ou fixe. On a fait subir des essais de durée à environ 1200 résistances fixes, dans diverses conditions de charge, de température et d'humidité et on a mesuré la résistance à intervalles réguliers au moyen de l'ALTREC. On a fait porter l'étude des résistances variables sur les bruits tant rotatoires que stationnaires. On a construit un appareil où les résistances sont considérées comme un dispositif quadripôle et où le bruit entre les diverses bornes, dans diverses conditions de charge et à des intervalles réguliers pendant la durée de rotation, est mesuré automatiquement. Le bruit se présente sur deux tubes oscilloscopes ainsi que sur des compteurs permettant la lecture des pointes ou de la totalité, les données étant enregistrées photographiquement. Cet appareil peut recevoir 20 résistances variables.

Etat solide

La société Canadian Marconi a étudié la photo-conductivité de films fins de CdS et de CdSe. On a étudié l'influence du type de

l'activateur, du traitement thermique, de la matière des électrodes et d'autres facteurs sur la densité bouchon et la mobilité des électrons dans la bande de conduction. On a étudié et on a décrit les effets d'inertie du courant porteur dans les photoconducteurs. Ces effets sont déterminés par la durée des porteurs libres et par le rapport des densités bouchon eu égard au rapport des porteurs libres. La technique de mesure et les valeurs de ces quantités ont été préparées pour des cellules photoconductrices de CdS et de CdSe évaporés.

On a mesuré, à McGill, dans quelle mesure le travail de sortie d'épais films de cuivre et d'argent polycristallins évaporés dépendait de la température. La mesure s'est faite entre 50° C et 500° C d'après la méthode Zisman qui permet de mesurer le potentiel de contact d'une surface chauffée par rapport à une surface de référence ayant une température constante. On a obtenu des résultats reproductibles — moins 57 et moins 134 microvolts par degré pour le cuivre et l'argent respectivement. On fait actuellement enquête quant à la possibilité d'erreur due au chauffage de la surface de référence. L'étude théorique relative à l'influence de la température a permis d'obtenir l'explication qualitative des résultats expérimentaux.

L'influence de la température sur le travail de sortie d'épais films polycristallins évaporés de potassium et de sodium a fait l'objet d'une étude où l'on a recours comme surface d'essai à l'anode d'un diode parcouru par un courant constant dans les conditions d'un champ de freinage. On s'est aperçu que de —190° C à 20° C l'influence de la température sur des films propres et des films contaminés de potassium était inférieure à 180 $\pm$ 20 microvolts par degré. Les résultats préliminaires obtenus dans le cas du sodium ont été de l'ordre de moins 500 microvolts par degré. On effectue à l'heure actuelle une étude théorique en tenant compte de l'anisotropie de ces métaux.

On étudie l'influence de la température sur le travail de sortie des faces de cristaux uniques du cuivre. Dans cette étude on se propose de faire usage de la technique des diodes à champ de freinage dans laquelle les modifications du travail de sortie d'une anode de cristal unique indirectement chauffé feront l'objet d'une recherche.

On a effectué au Conseil National des Recherches des études

fondamentales quant aux propriétés des électrons dans les solides isolants. Ces études ont eu trait principalement aux propriétés thermiques et optiques d'électrons captés dans des cristaux ioniques (11, 12). On poursuit actuellement des travaux théoriques principalement au sujet des centres de couleurs et on procède à des études expérimentales à leur sujet.

On fait également des recherches expérimentales (13, 14) sur les propriétés électriques et optiques des cristaux moléculaires. De l'halogénure d'alcali, de l'halogénure d'argent et des cristaux uniques moléculaires ont été préparés en laboratoire pour les travaux ci-dessus.

On a réalisé à l'université McGill un tube à vide d'après le principe du « bond-vitesse » afin d'amplifier les fréquences micro-ondiques au voisinage de 10.000 Mc/s (bande de 5.200 à 11.000 Mc/s). Le tube a été conçu d'après un dispositif analogue que l'on avait construit pour travailler à de plus basses fréquences. On a effectué une série de mesures expérimentales pour déterminer les caractéristiques de fonctionnement du tube.

On a appliqué au fonctionnement du tube une théorie générale précédemment mise au point pour des amplificateurs à ondes de charge d'espace, de concert avec les modifications approximatives qui ont été apportées à la théorie du couplage des faisceaux électroniques, au moyen de serpentins. Le gain mesuré, obtenu dans le travail de recherche s'accordait bien avec celui qu'on avait prédit au moyen de cette évaluation théorique. Des conclusions ont été tirées du fonctionnement des serpentins de couple ainsi qu'à l'égard de l'effet de petits écartements dans la section d'amplification du tube.

On a étudié au Conseil National des Recherches « l'omégatron », spectrographe de masse pour fréquences radio et de nombreuses améliorations ont été apportées à la conception de cet instrument.

Emission secondaire

On a mis au point à l'université de Toronto une nouvelle méthode destinée à faire une distinction expérimentale entre l'émission simultanée de 1, 2, 3, etc. électrons lors d'une émission secondaire unique. On a obtenu des résultats quant aux probabilités relatives de l'émission de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 électrons à partir de Be Cu pour des tensions primaires de 50 à 450 volts. On a également suivi les

changements de ces probabilités relatives. On détermine à l'heure actuelle les probabilités absolues de ces derniers ainsi que celles d'une émission nulle.

Détection de la radiation

La sensibilité limite des diverses formes de détecteur de radiation a fait l'objet d'une analyse à l'université de la Colombie-Britannique, du point de vue de la théorie d'information. C'est en considérant le nombre de degrés de liberté de radiation avec une répartition donnée de puissance dans un angle solide, ainsi que la fréquence et la polarisation que l'on obtient l'entropie de la source d'information. La nature statistique de l'interaction du photo-électron dans le détecteur est considérée comme procédé de recherche. Le pouvoir de résolution du détecteur en fonction du rendement spectral du rapport signal bruit, de la largeur de la bande et de la durée de relaxation peut être apparenté à l'analyse de communication de Shannon. Les limites supérieures de la cadence à laquelle on peut s'occuper des données peuvent être interprétées concrètement en fonction de la transformation de l'ensemble des paramètres de radiation par rapport à celle des quantités observables indiquées par le détecteur.

Electronique

L'étude du comportement des quantités statistiques des composantes ou des dispositifs en divers milieux a été facilitée pour la société Canadian Marconi par l'invention d'ALTREC, appareil permettant l'essai automatique de la durée et l'enregistrement des composantes électroniques. On maintient ou on fait passer les composantes ou les dispositfs dans certains milieux et leurs paramètres sont mesurés à des intervalles fixés à l'avance. On enregistre sur des rubans de papier les relevés ainsi que les données de références. Un dispositif de réglage par cordon permet d'avoir une grande souplesse de contrôle des conditions d'essai à savoir jusqu'à 10 groupes de 100 composantes chacun, et plus si besoin est.

On étudie actuellement la contre-réaction du courant continu au moyen d'une résistance shuntée comme moyen pour maintenir constante la conductance de transfert du tube, à mesure qu'il vieillit. A l'encontre de la rétroaction négative ce type de stabilisation a l'avantage de ne pas décroître le gain du circuit. L'amé-

lioration de la stabilité par rapport à un amplificateur à polarisation automatique et à cathode ordinaire (la résistance shuntée étant mise au sol) est un facteur de 3, mais elle diffère selon les tubes.

Il y a quelques années on a commencé à explorer la possibilité de prévoir la durée de la cathode d'un tube électronique au moyen d'un essai d'environ 100 heures. Les facteurs à considérer pendant la période d'essais ont été déterminés par une expérience effectuée avec des groupes comprenant plusieurs centaines de tubes au total et par les travaux effectués précédemment dans ce domaine. Les essais de durée ont permis de voir qu'il existait un certain rapport entre le changement de l'émission saturée et la durée du tube. On a présenté l'analyse des résultats obtenus après 20,000 heures d'essais de durée. Il n'était pas question d'étudier la durée des tubes en fonction du milieu où ils fonctionnent ou en fonction des aspects mécaniques de leur fabrication. Par suite des équivoques qui existent dans les méthodes de mesure de la résistance de l'interface de la cathode on n'a pas étudié en détail la contribution que cette dernière apporte à la durée, mais des essais de durée effectués sur des groupes ayant des manchons de cathodes actifs et passifs permettent d'en connaître les effets.

RÉFÉRENCES

1. Crowell, C. R. — Effect of the Cathode Work Function on the Space-Charge-Limited Characteristics of Plane Diodes. *J. Appl. Phys., Phys.*, **27**, 93, 1956.
2. Crowell, C. R. — Theoretical Basis for Measuring the Saturation Emission of Highly Emitting Cathodes Under Space-Charge-Limited Conditions. *J. Appl. Phys.*, **26**, 1353, 1955.
3. Redhead, P. A. — Microwave Detection in Thermionic Diodes. *Proc. I.R.E.*, **43**, 995, 1955.
4. Redhead, P. A., McNarry, L. R. — An Ionization Manometer and Control Unit for Extremely Low Pressures. *Can. J. Phys.*, **32**, 267, 1954.
5. Redhead, P. A. — A Simple Ionization Gauge Control Circuit with Overload Protection. *Can. J. Phys.*, **35**, 237, 1957.
6. Redhead, P. A. — Periodic Fluctuations in Oxide-Cathode Diodes. *Can. J. Phys.*, **34**, 1077, 1956.
7. West, D. C. — The Photoelectric Constants of Iondine. *Can. J. Phys.*, **31**, 691, 1953.
8. Eckl, D. J. — The Decay of the Populations of Neon Atoms in the $2p^5 3s$ Levels. *Can. J. Phys.*, **31**, 804, 1953.

9. Hobson, J. P. — The Reflection of Slow Electrons from Tantalum and Copper. *Can. J. Phys.*, **34**, 1089, 1956.

10. Young, L. — Temperature Rise During Formation of Anodic Oxide Films. *Trans. Faraday Soc.*, Vol. 53, Part II, 229, 1957.

11. Simpson, J. H. — On the Thermal Ionization Energy of Trapped Electrons in Ionic Solids. *Proc. Roy. Soc.*, A, **231**, 308, 1955.

12. Simpson, J. H. — A Comparison of Ionization Energies of Trapped Electrons in Ionic Solids Using the Static Model. *Brit. Elec. and Allied Industries Research Assoc. Tech. Rep.*, L/T, 324, 1955.

13. Lipsett, F. R., Compton, D. M. J., Waddington, T. C. — The Effect of Surface Conditions on the Fluorescence and Surface Photoconductivity of Anthracene. *J. Chem. Phys.*, 1957 (Sous presse).

14. Lipsett, F. R. — On the Production of Single Crystals of Naphtalene and Anthracene. *Can. J. Phys.*, **34**, 1957 (Sous presse).

États-Unis

N° 304. — Rapport de la Commission Nationale VII (1954-1957)

(*Traduction*)

(i) Rapport sur les progrès de l'électronique des micro-ondes

Les développements les plus intéressants durant cette période concernent probablement le domaine des oscillateurs moléculaires. Les premiers efforts ont été décrits dans les contributions suivantes :

J. P. Gordon, H. J. Zeiger, C. H. Townes. — Molecular Microwave Oscillator and New Hyperfine Structure in a Microwave Spectrum of NH_3. *Phys. Rev.*, Vol. 95, p. 282, July, 1954.

J. P. Gordon, H. J. Zeiger, C. H. Townes. — Maser-New Type of Microwave Amplifier Frequency Standard and Spectrometer. *Phys. Rev.*, Vol. 99, p. 1264, Aug., 1955.

Ces auteurs utilisaient un faisceau de molécules d'ammonium, injecté dans une cavité après passage à travers un dispositif de focalisation séparant deux états de la molécule, de façon telle qu'un excès de molécules se trouvant dans l'état supérieur ou inférieur

soit réalisé. Ceci produit un rayonnement cohérent de ces molécules, c'est-à-dire que la cavité et les molécules qu'elle contient se comportent comme un oscillateur. Un travail important dans ce domaine a été accompli en divers endroits.

L'un des intérêts principaux du dispositif, appelé Maser, réside dans le fait que son facteur de bruit est excessivement bas. D'autres types de « Maser » utilisant la résonance du spin électronique dans un solide ont été décrits par

A. Honig, J. Combrisson. — *Phys. Rev.*, Vol. 102, p. 917, 1956.

N. Bloenbergen. — *Phys. Rev.*, Vol. 104, p. 324, 1956.

Ce dernier type utilise des transitions entre trois états d'un solide. Un oscillateur de ce type, ayant fonctionné, a été décrit dans une communication par

D. Scovel, G. Feher, H. Seidel. — *Phys. Rev.*, Vol. 105, p. 762, 1957.

La théorie du bruit de ces amplificateurs a été donnée par :

M. Muller. — Noise in a Molecular Amplifier. *Phys. Rev.*, Vol. 106, p. 8, 1957.

R. V. Pound. — Spontaneous Emission and Noise Figure of Maser Amplifiers. *Annals of Physics*, Vol. 1, n° 1, paper 57.

Une autre méthode utilisant la résonance ferromagnétique dans les ferrites, est décrite par :

H. Suhl. — Proposal for Ferromagnetic Amplifier in the Microwave Range. *Phys. Rev.*, Vol. 106, p. 384, 1957.

Dans le domaine des tubes électroniques plus usuels, des recherches concernant des dispositifs à ondes progressives ont été poursuivies dans des directions diverses. Des oscillateurs à ondes rétrogrades, pour divers niveaux de sortie, largeurs de bande et fréquences ont été construits ; leur théorie et la compréhension de leur fonctionnement ont été largement étendues. Un oscillateur à ondes rétrogrades avec une gamme d'accord 5-1, est décrit dans une publication par :

J. W. Sullivan. — A Wide-Band Voltage Tunable Oscillator. *Proc. I.R.E.*, Vol. 42, p. 1658, Nov., 1954.

Un oscillateur à ondes rétrogrades sur trois millimètres utilisant une hélice est décrit par :

W. V. Christensen, D. A. Watkins. — Helix Millimeter Wave Tubes. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 93, Jan., 1955.

Un autre tube montant jusqu'à une fréquence légèrement supérieure et utilisant un circuit en échelle, a été décrit par :

A. KARP. — Travelling-Wave Tube Experiments in Millimeter Wavelengths with a New Easily Built Space Harmonic Circuit. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 41, Jan., 1955.

La théorie des oscillateurs à ondes rétrogrades a été traitée par :

R. W. GROW, D. A. WATKINS. — Backward-Wave Oscillator Efficiency. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 848, July, 1955.

Un emploi nouveau d'un circuit à ondes rétrogrades comme amplificateur, par l'utilisation de deux hélices en cascade, a été décrit par :

M. R. CURRIE, J. R. WHINNERY. — The Cascade Backward-Wave Amplifier. A High Gain Voltage Tuned Filter for Microwaves. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 1617, Nov., 1955.

Dans le domaine des tubes à ondes progressives, un travail considérable a été accompli au sujet des tubes et des circuits aptes à fournir des puissances supérieures à celle que peut délivrer l'hélice conventionnelle. L'un de ces circuits est décrit par :

M. CHODOROW, E. L. CHU. — Cross-Wound Twin Helices for Traveling-Wave Tubes. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 26, p. 33, Jan., 1955.

Une autre communication décrit le premier tube à ondes progressives délivrant une puissance de l'ordre de centaines de kilowatts :

M. CHODOROW, E. J. NALOS. — Design of High-Power Traveling-Wave Tubes. *Proc. I.R.E.*, Vol. 44, p. 649, May, 1956.

Dans la théorie des tubes à ondes progressives, on a réalisé des applications fructueuses à partir d'une idée de J. R. Pierce, qui fait intervenir le couplage de deux modes de propagation différents. Ceci est décrit dans une communication de :

J. R. PIERCE. — The Wave Picture of Microwave Tubes. *Bell System Technical Journal.* Vol. 33, p. 1343, Nov., 1954.

H. HEFFNER. — A Coupled Mode Description of Beam Type Amplifiers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 210, Feb., 1955.

R. W. GOULD. — A Coupled Mode Description of the Backward-Wave Oscillator and the Kompfner Dip Condition. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, p. 37, Oct., 1955.

Un effort considérable a été consacré, à la fois au point de vue théorique et expérimental, à l'investigation de l'efficacité des

tubes à ondes progressives. Les publications d'ordre théorique comprennent :

P. K. Tien, L. R. Walker, V. M. Wolontis. — A Large Signal Theory of Traveling-Wave Amplifiers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 216, March, 1955.

J. E. Rowe. — A Large Signal Analysis of the Traveling-Wave Amplifier. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, 1956.

Des travaux expérimentaux sur les caractéristiques de saturation des amplificateurs à ondes progressives ont été publiés par :

C. C. Cutler. — The Nature of Power Saturation and Traveling-Wave Tubes. *Bell System Technical Journal.* Vol. 35, nº 4, July, 1956.

J. J. Caldwell, O. L. Hoch. — Large Signal Behavior of High-Power Traveling-Wave Amplifiers. *Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, Vol. 3, nº 1, Jan. 1956.

De grands progrès ont été effectués dans la compréhension des limitations fondamentales du bruit dans les amplificateurs pour micro-ondes. Les publications de différents auteurs montrent que, moyennant des conditions plausibles à la cathode, tous les amplificateurs pour micro-ondes ont essentiellement ce même facteur de bruit ; ainsi, n'importe quelle réalisation n'aura pour résultat que de parfaire le facteur de bruit mais ne pourra pas le faire descendre sous une certaine limite. Ces travaux ont donné lieu aux publications suivantes :

J. R. Pierce. — A Theorem Concerning Noise in Electron Streams. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 25, Aug., 1954, p. 931.

J. R. Pierce, W. E. Danielson. — Minimum Noise Figure of Traveling-Wave Tubes with Uniform Helices. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 25, p. 1163, Sept., 1954.

H. A. Haus. — Limitations on the Noise Figure of Microwave Amplifiers of Beam Type. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, p. 238, Dec., 1954.

H. A. Haus. — Noise in One Dimensional Electron Beams. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 26, p. 560, May, 1955.

H. A. Haus, F. N. H. Robinson. — The Minimum Noise Figure in Microwave Beam Amplifiers. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 981, Aug. 1955.

F. N. H. Robinson. — Microwave Shot Noise in Amplifiers. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, nº 3, p. 128, July, 1956.

S. Bloom. — The Effect of Initial Noise Current Velocity Correlation on a Noise Figure of Traveling-Wave Tubes. *R.C.A. Review*, Vol. 16, p. 179, June, 1955.

Comme on le voit, tous ces travaux concernent le facteur de bruit en présence de certaines conditions réalisées à la cathode. En particulier, s'il existe une certaine corrélation entre les vitesses électroniques et les fluctuations du courant de cathode, les restrictions envisagées dans ces travaux ne s'appliquent pas.

Pour déterminer cette corrélation, un effort considérable a été consacré à l'étude du comportement du minimum de potentiel.

Ces recherches ont été consignées dans la série de travaux suivants :

P. K. Tien. — A Dip in the Minimum Noise Figure of Beam-Type Amplifiers, Letters to the Editors. *Proc. I.R.E.*, p. 938, Vol. 4, July, 1956.

P. K. Tien, J. Moshman. — Monte Carlo Calculation of Noise Near the Potential Minimum of a High Frequency Diode. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 27, p. 1067, Sept., 1956.

A. E. Siegman, D. A. Watkins. — Potential Minimum Noise in the Microwave Diode. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, p. 82, Jan., 1957.

J. R. Whinnery. — Noise Phenomena in the Region of the Potential Minimum. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, p. 221, Dec. 1954.

Des travaux étendus concernant le problème des faisceaux d'électrons se poursuivent dans différents domaines. Certains, parmi les plus intéressants, concernent le comportement de faisceaux creux dans un champ magnétique. H. F. Webster a trouvé qu'un faisceau cylindrique creux d'électrons dans un champ magnétique se disperse, en sorte que les électrons cheminent le long des tubes de force, les différentes parties du faisceau prenant un aspect que l'on décrit le mieux en le comparant à celui des nébuleuses spirales. Cette dispersion, vérifiée à la fois par des explications expérimentales et théoriques faisant intervenir le comportement d'un tel faisceau dans des champs électriques et magnétiques croisés, a été exposée dans les travaux suivants :

R. L. Kyhl, H. F. Webster. — Break Up of Hollow Cylindrical Electron Beams. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, nº 4, p. 172, 1956.

J. R. Pierce. — Instability of Hollow Beams. *I.R.E. Trans. for Professional Groups on Electron Devices*, Vol. 4, p. 183, 1956.

C. C. Cutler. — Instability in Hollow and Strip Electron Beams. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 27, p. 1028, 1956.

H. F. Webster. — Break Up of Hollow Beams. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 26, p. 1386, 1955.

Des expériences sur des faisceaux cylindriques conventionnels (non creux) ont également montré que ceux-ci se comportent de manière toute différente de ce que prévoit la théorie simple. Les effets aux vitesses thermiques ont été traités dans les travaux suivants :

C. C. Cutler, M. E. Heinz. — Thermovelocity Effects in Electron Guns. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 307, 1955.

W. E. Danielson, J. L. Rosentheld, J. A. Saloom. — *Bell System Technical Journal.* Vol. 25, p. 375, 1956.

Outre ces vitesses thermiques, on a trouvé des vitesses transversales plus grandes. On présume qu'elles sont dues à des aberrations dans la région cathode-anode. Le sujet est traité dans les travaux suivants :

C. C. Cutler, J. A. Saloom. — Pin Hole Camera Investigation of Electron Beams. *Proc. I.R.E.*, Vol. 43, p. 299, March, 1955.

A. Ashkin. — Electron Beam Analyzer. *J. of Appl. Phys.*, Vol. 28, p. 564, 1957.

(ii) Rapport sur les progrès concernant le bruit

Le problème du bruit dans les faisceaux électroniques sera examiné dans la section « Electronique des micro-ondes » et par conséquent aucune référence à ce problème ne sera donnée ici.

a) *Bruit dans les tubes à vide, facteur de bruit.* — Des mesures effectuées sur des tubes pourvus d'une grille à large pas ont montré l'effet de la non-homogénéité de la distribution du potentiel dans la région cathode-grille sur les fractions correspondantes et non-correspondantes du bruit induit sur la grille (1, 2).

Talpey et Macnée ont indiqué que la plus grande partie du bruit non corrélé induit sur la grille peut provenir d'électrons subissant des réflexions élastiques sur l'anode (3).

Un traitement très général des quadripôles générateurs de bruit a été effectué par Rothe et Dahlke (4). Haus et Adler ont étendu la définition du facteur de bruit en introduisant les concepts de puissance échangeable et de gain de puissance échangeable pour permettre de couvrir le cas d'amplificateurs à résistance interne négative (5).

b) *Bruit de scintillation dans les tubes à vide.* — Hannam et van der Ziel ont montré qu'un niveau élevé de bruit de scintillation peut

être produit dans les tubes dont la cathode possède une couche métallique interne de résistance appréciable. Zylstra et Alkemade ont trouvé un comportement analogue dans certaines photodiodes fonctionnant sous certaines conditions de charge d'espace (7). Johnson a étudié l'influence de cathodes en alliage de nickel sur le bruit de scintillation et a trouvé que les alliages magnésium-nickel ont un bruit de niveau relativement bas (8).

Lindemann et van der Ziel ont indiqué que dans maints cas le bruit de scintillation n'est pas supprimé par la charge d'espace. Ils suggèrent un mécanisme impliquant la modulation du courant sortant par les pores de la surface. Hannam a trouvé que le bombardement électronique de l'anode peut contribuer au bruit de scintillation (10). Ses résultats semblent indiquer que les fluctuations dans le taux d'arrivée ou de départ des atomes (ou ions) de la surface détermine l'amplitude du bruit de scintillation. Hannam a également étudié le bruit produit par des revêtements d'oxydes. Il a trouvé un bruit 1/f aux basses fréquences et a montré qu'aux hautes fréquences, une grande partie du bruit de grenaille est produite dans les pores du revêtement lorsque la température est telle que la conduction par pores est comparable à la conduction par les grains.

Des mesures effectuées sur des tubes EFP 60 ont montré qu'un fort bruit de scintillation s'associe au processus d'émission secondaire, alors que l'effet est négligeable dans les tubes photomultiplicateurs. Puisque le spectre de bruit d'un photomultiplicateur est uniforme jusqu'à 1 Herz et puisque l'équivalent d'un courant de diode saturée peut être obtenu jusqu'à quelques centaines d'ampères sans difficultés, le photomultiplicateur est séduisant comme source standard de bruit (11, 12).

Malheureusement le courant photoélectrique primaire ainsi que le gain du multiplicateur ne sont pas constants mais présentent une dérive et de l'hystérésis, ce qui rend nécessaire un calibrage fréquent (12, 13).

Lindeman et van der Ziel (14) ont montré que l'effet irrégulier de scintillation dans les tubes à vide fonctionnant sous certaines conditions de charge d'espace, est causé par la libération soudaine d'environ 10^4 ions emprisonnés dans le nuage de charge d'espace, nuage qui disparaît suivant une loi exponentielle, avec une durée de vie de 1 à 50 microsecondes.

Nielsen et van der Ziel ont publié un travail sur la réalisation d'un analyseur de spectre de bruit pour les mesures rapides du bruit de scintillation (15).

c) Bruit dans les diodes à jonction et les transistors à jonction. — La théorie du bruit de grenaille dans les diodes à jonction et les transistors à jonction est à présent bien comprise et une bonne correspondance entre théorie et expérience a été obtenue. La première solution du problème impliquait un modèle de diffusion unidimensionnel et reposait sur une analogie avec une ligne de transmission, mais les résultats finaux étaient si généraux qu'ils devaient être indépendants du modèle choisi (16).

Guggenbuehl et Strutt ont généralisé et modifié ces résultats au cours d'essais heuristiques (17). Une théorie corpusculaire a été donnée par Uhlir (18) et a été considérablement étendue et généralisée par van der Ziel (19).

Une vérification expérimentale de la théorie des transistors a été rapportée par Guggenbuehl et Strutt (17), Nielsen (20), Hanson (21, 22), Hanson et van der Ziel (23) et Giacaletto (24). Le circuit équivalent, envisagé par ce dernier auteur, quoiqu'un peu différent d'aspect à première vue, est pratiquement identique à celui utilisé par les autres chercheurs. Certains écarts entre la théorie et les expériences peuvent se manifester pour des fréquences voisines de la fréquence de cut-off (17, 22).

Aux fréquences audibles, le facteur de bruit est déterminé en partie par le bruit $1/f$ et en partie par le bruit de grenaille. Sous des conditions plus favorables, des facteurs de bruit plus faibles peuvent être réalisés (25). Mais il est un fait que pour les fréquences audibles et pour des impédances de source basse, le transistor a un facteur de bruit beaucoup plus faible que les tubes à vide.

Quelques années auparavant, beaucoup de transistors accusaient un fort bruit $1/f$ dépendant de la tension au collecteur. Cet effet peut être fortement réduit en donnant au collecteur une polarisation pratiquement nulle (26). Les transistors modernes ont cependant un faible bruit de collecteur, de sorte que le choix de la tension au collecteur est sans importance. Le bruit $1/f$ dans les transistors semble devoir se produire à la jonction émettrice. La résistance équivalente de bruit décroît avec le courant de l'émet-

teur (27). Les transistors à jonction avec faible bruit *1/f* sont très prometteurs pour les amplificateurs à large bande.

Amakasu et Asano ont étudié la dépendance du bruit *1/f* vis-à-vis de la température dans les transistors à jonction p-n-p (28).

Des mesures effectuées sur les diodes à jonction par Champlin, se sont montrées en bon accord avec la théorie.

Pearson et ses collaborateurs ont trouvé que le bruit d'une photocellule à jonction p-n est du bruit de grenaille jusqu'à 80 Hertz, si le dispositif est placé en atmosphère sèche. En atmosphère humide, le bruit est du type *1/f* et est environ 2.10^5 plus intense que le bruit de grenaille à 100 Hertz (30).

Gianola a trouvé que le bruit d'une cellule photovoltaïque au silicium est du bruit *1/f* aux basses fréquences. La dépendance du bruit vis-à-vis du niveau d'éclairement peut être expliquée à partir des circuits équivalents (31).

Le spectre *1/f* du bruit dans les diodes à pointes a été vérifié jusqu'à 6.10^{-5} Hertz (32, 33).

Il fut nécessaire de placer le dispositif dans un bain à température constante pour éviter les fluctuations thermiques.

d) Bruit des filaments semi-conducteurs. — Le bruit engendré dans les filaments semi-conducteurs est du type *1/f* ou du type grenaille (bruit électronique).

On a enregistré des progrès dans la compréhension des deux types de bruits. La théorie du bruit de grenaille est à présent bien comprise. L'effet est dû aux fluctuations spontanées des vitesses de génération-recombinaison et de capture.

Van Vliet a montré l'équivalence de deux méthodes de calcul de l'amplitude de telles fluctuations (34).

Une étude détaillée du bruit de grenaille dans les matériaux pratiquement intrinsèque montre une très bonne concordance avec la théorie (35).

Shulmann a mesuré le bruit des monocristaux photoconducteurs de CdS (36). Les résultats concordent avec la théorie.

Les mesures publiées semblent ne montrer aucun bruit *1/f*.

Gebbie a montré l'existence de bruit de capture, dans des échantillons de germanium de type *n* à 200° k (37).

Des mesures simultanées de bruit *1/f* et de bruit dû à l'effet Hall montrent que le bruit *1/f* est dû aux porteurs majoritaires ;

ces mesures ont permis de déterminer le spectre des fluctuations du nombre des porteurs (38, 39, 40).

On a trouvé que $\overline{\Delta n^2}$ est de l'ordre de $\bar{n}$.

Les résultats indiquent également que dans des matériaux pratiquement intrinsèques, la fluctuation Δn du nombre d'électrons est accompagnée d'une fluctuation $\Delta p = -\Delta n$ du nombre de trous.

L'influence de la déformation plastique sur le bruit $1/f$ a été étudiée (41, 42). Les résultats accusent une augmentation du bruit $1/f$.

L'influence de l'ambiance sur le bruit $1/f$ dans les filaments de germanium a été étudiée (43). La génération de bruit $1/f$ a été associée à des états d'énergie « lente » liés à la structure superficielle et sensible à l'ambiance gazeuse (44, 45).

Une distribution des constantes de temps $g(\tau)d\tau = \text{const.}\ d\tau/\tau$ a été établie expérimentalement. C'est la distribution requise pour la production de bruit $1/f$.

Morrison, qui a étudié le même phénomène, a proposé une autre explication du bruit $1/f$ (46, 47).

McWorther a fait une discussion détaillée de la relation entre le bruit $1/f$ et les propriétés de la surface, et a établi des concordances en faveur de la première explication (48).

Des travaux concernant les propriétés photoconductives et le bruit des pellicules minces ont été accomplis (49, 50).

Des mesures de bruit sur des échantillons de InSb ont été rapportées (51, 52).

e) *Bruit des décharges dans les gaz.* — Une telle source de bruit à large bande peut être constituée par un circuit oscillateur à relaxation comportant un tube à gaz. Le bruit est dû au caractère aléatoire des instants d'allumage du tube (53, 54).

Les niveaux de bruit à 5-20 Mc/s sont supérieurs à 130 db.

Des travaux concernant la détection du bruit associé aux oscillations de plasma dans les décharges d'arc ont été effectués (55). Le bruit est engendré à la cathode.

Des mesures simultanées de bruit et d'impédance ont permis une meilleure compréhension du mécanisme de génération du bruit dans les tubes régulateurs de tension (56, 57). On a trouvé une corrélation entre le temps de transit des ions dans la région de chute de la cathode et la fréquence avec laquelle la décharge passe d'un régime inductif à un régime capacitif (58).

f) Sujets divers. — On a signalé que le spectre de fréquence du bruit de Barkhausen était du type const[$(1 + \omega^2\tau^2)$] (59).

L'étude du bruit dans les oscillateurs de van der Pol a été étendue au cas de la non-linéarité (60).

(iii) Rapport sur les progrès de l'électronique des semi-conducteurs

La structure des bandes du germanium, du silicium et d'autres semi-conducteurs à réseau analogue à celui du diamant, a été examiné avec plus d'insistance. Le modèle à plusieurs « vallées » a été accepté pour le germanium et le silicium et les conséquences de cette adoption ont été discutées (1).

La résonance du cyclotron s'est révélée être un outil puissant pour l'étude des détails de la structure des bandes d'énergie et pour la détermination précise des masses effectives dans le germanium et le silicium (2, 3, 4, 5, 6), dans les alliages germanium-silicium (7) et les composés à réseau analogue à celui du diamant (8).

Des mesures de piézorésistances ont confirmé ultérieurement la structure des bandes (9, 10, 11, 12, 13).

La dépendance du coefficient de Hall vis-à-vis du champ magnétique a indiqué, dans le germanium, l'existence de trous de deux masses effectives différentes.

Des études de l'effet thermoélectrique aux basses températures ont mis en évidence l'interaction des porteurs de charge et des phonons (15, 16).

La résonance de spin des centres donneurs non ionisés a été observée dans le silicium, et utilisée pour l'étude de la nature des centres d'impuretés (17, 18).

Les techniques d'absorption en infra-rouge ont été également étendues à l'étude de l'ionisation des impuretés (19, 20).

Les propriétés électriques classiques du germanium et du silicium ont été délimitées par l'étude des mobilités et de l'effet Hall (21, 22, 23, 24, 25).

La capture des porteurs minoritaires dans le silicium a également été étudiée (26).

Plus d'intérêt a été porté aux effets électriques dus aux imperfections du réseau dans le germanium et le silicium.

Les effets électriques de dislocation dans le germanium ont été étudiés (27, 28).

On a investigué les dégâts causés par le bombardement électro-

nique (29, 30, 31, 32), les rayons gamma (33) et les autres particules énergétiques (34, 35) au germanium, au silicium et aux semi-conducteurs intermétalliques (37, 38).

On a effectué des recherches sur le mécanisme de rupture électrique dans les jonctions *p-n* du germanium et du silicium. On a déterminé la cause de cet effet, à savoir un processus de multiplication par avalanche (38, 39, 40, 41, 42).

La combinaison radioactive des porteurs minoritaires a été étudiée du point de vue théorique (44) et observée expérimentalement dans le germanium (45), le silicium (46) et les composés intermétalliques (47). On a également signalé une émission pendant la rupture de la jonction *p-n* (48, 49).

La diffusion des impuretés dans le germanium (50) et le silicium (51) a été étudiée. La diffusion des impuretés a été appliquée à la construction de batteries solaires (52), de redresseurs de puissance (53), de transistors haute fréquence (54,55), de dispositifs semi-conducteurs de commutation (56).

L'invention d'un convertisseur d'énergie solaire au silicium a accentué l'idée de cellules photovoltaïques convertisseuses d'énergie solaire (57, 58, 59, 60).

L'intérêt pour de nouveaux semi-conducteurs à réseau analogue à celui du diamant se maintient.

Les alliages germanium-silicium ont été étudiés (61, 62, 63), et InSb (64, 65), GaSb (66, 67), AlSb (68) et InAs (69) ont retenu l'attention. Un convertisseur d'énergie solaire à partir de GaAs a été réalisé (70).

Les études de bruit dans les semi-conducteurs ont été vigoureusement poursuivies dans des gammes de fréquence étendues (71, 72).

Le spectre du bruit *1/f* a été exploré intensivement (73, 74).

Le bruit par effet Hall a également été étudié ainsi que l'augmentation du bruit par déformation plastique du germanium (76).

On a également présenté une analyse du bruit dans les diodes et les transistors (77).

De grands progrès ont été effectués dans la compréhension des surfaces semi-conductrices. Les études sur la durée de relaxation des effets de champ ont conduit à la résolution des états rapides et lents (79, 80, 81, 82).

Le développement des techniques de bombardement a permis des études sur des surfaces plus propres (83, 84) ; des études théo-

riques ont prédit la mobilité des porteurs dans les couches superficielles de charge spatiale (85).

Des nouvelles techniques d'effets de champ ont permis des recherches plus intensives sur les phénomènes superficiels (86).

(iv) Rapport sur les progrès de la physique des émetteurs thermoioniques

a) Introduction. — Vu l'ampleur des efforts déployés pour accéder à une meilleure compréhension de la physique des cathodes, particulièrement des cathodes semi-conductrices, il est impossible de résumer tous les travaux récents en détail en un bref rapport.

Un examen de la littérature suggère que la plus grande partie de son contenu peut être résumé sous quelques titres.

Bien qu'un tel sommaire ne puisse contenir tous les travaux et puisse en fait déformer quelque peu son contenu à cause du champ limité couvert par les différents titres, cette méthode de résumé sera cependant adoptée dans ce rapport en attendant de meilleures circonstances. On espère que la bibliographie adjointe replacera les contributions variées dans leur perspective propre.

b) Travaux de synthèse. — Trois travaux de synthèse sur les émetteurs thermoioniques ont paru dans la période 1954-1957. Le plus complet est celui de W. B. Nottingham qui englobe les sujets allant du processus d'émission à la naissance de la théorie du porteur mobile pour les cathodes à oxydes ; cette théorie est mentionnée mais non détaillée (1).

Le second travail est une revue des travaux récents sur les cathodes à oxydes, englobant la théorie du donneur mobile, la conduction par pores et les tentatives d'identification des centres actifs dans les cathodes à oxydes (2).

Le troisième travail n'est pas strictement un travail de synthèse, mais mérite une mention spéciale pour l'attention qu'il porte aux effets de champs superficiels sur la distribution des donneurs et des électrons dans les cathodes semi-conductrices (3).

c) La couche interface des cathodes. — Les travaux sur la physique des couches interfaces de cathodes paraissent avoir végété pendant les trois dernières années.

Le peu d'intérêt provient sans doute du manque de stimulant pratique, maintenant que l'on sait que les métaux de base à faible

teneur en silicium éliminent les problèmes de couche interface pour les tubes commerciaux.

L'un des quelques travaux à ce sujet contient des renseignements sur la durée de vie de tubes à diverses teneurs en silicium dans le métal de base de la cathode.

Des tubes dont la cathode contient 0,2 % de silicium développent des résistances de cathode de 10^3 Ω en 24.000 heures, tandis que des cathodes n'en contenant que 0,05 % développent des résistances d'environ 200 Ω pendant la même période.

Un second travail montre que les fluctuations de résistance des couches interfaces donnent naissance à du bruit dans le courant anodique de tubes ayant une résistance d'interface substantielle (5).

d) *Conduction par pores.* — Le rôle de la conduction par pores dans la détermination de la conductivité des cathodes à oxydes a reçu des confirmations ultérieures (6, 7, 8).

Le travail de Forman sur la conductivité et l'effet Hall dans les cathodes à oxydes est particulièrement convaincant (6).

Des mobilités de Hall de l'ordre de 10^5 Ω ont été trouvées, valeurs qui sont en accord avec celle du libre parcours moyen auquel on doit s'attendre dans la conduction par pores.

La conduction par pores est également invoquée pour expliquer le bruit de scintillation dans les cathodes à oxydes (9).

Les fluctuations de la résistance du revêtement de cathode sont supposées moduler le courant issu des pores, et produisent ainsi le bruit de scintillation (1).

e) *Donneurs mobiles.* — Les travaux antérieurs sur le rôle des donneurs mobiles dans les cathodes à oxydes sont résumés dans l'un des travaux de synthèse (2), y compris celui de Frost (10).

Un travail plus récent signale deux types de décroissance du courant dans les diodes, une diminution dont la constante de temps est de l'ordre de 10^{-2} secondes, attribuée à la redistribution des donneurs et une autre dont la constante de temps est de l'ordre de 10^{-2} à 10^{-1} secondes, attribuée au changement du contenu total de donneurs de la cathode (11).

---

(1) Le bruit de scintillation a toujours été une propriété gênante des cathodes à oxydes. Il a apparemment plusieurs sources possibles : résistance d'interface (19), conduction par pores (9), émission ionique à partir de la cathode (17) et peut-être d'autres sources.

Le dernier type de déclin peut être associé aux effets de sublimation qui seront discutés dans la section suivante de cet exposé.

f) Donneurs dans les cathodes à oxydes. — Beaucoup d'efforts ont porté sur l'identification des donneurs actifs dans les cathodes à oxydes.

La dépendance spectrale de l'excitation optique des émissions thermoioniques de cathodes en (Ba Sr) O a été étudiée (12).

Un certain nombre de maxima dans cette augmentation est observé, mais la relation entre ces maxima et l'excitation des donneurs actifs reste obscure.

Le Professeur Sproull et ses étudiants à Cornell University, ont fait d'excellentes études sur la structure des bandes du BaO (13, 14, 1 et 7, 15, 16).

La lacune de bande a été située à environ 5 eV et les centres F (vacances de l'oxygène occupées par des électrons) à environ 2 eV sous la bande de conduction.

Le travail de Timmer est particulièrement pertinent en ce qui concerne la nature des donneurs dans les cathodes à oxydes (16).

Une série d'études a conduit au sentiment que le baryum « libre », jusqu'à présent supposé responsable de l'activité des cathodes à oxydes ne peut en fait exister, ou bien, s'il existe, il n'est pas directement lié à l'activité de la cathode.

Timmer a mesuré la densité des centres F dans BaO en fonction de la pression ambiante de vapeur de Ba. Il a trouvé que pour maintenir la concentration en centres F requise pour une cathode active, la pression de vapeur de Ba nécessaire est de l'ordre de 10^{-6} mm de Hg. Par conséquent, dans tout tube vidé à 10^{-7} mm de Hg ou mieux, les centres-F (excès de Ba) ne peuvent être responsables de l'activité de la cathode.

Dans une série d'études de l'équilibre labile entre une cathode à oxyde et son ambiance (principalement CO_2, CO, O_2, H_2 et H_2O) en fonction de la température, de la pression et de la tension appliquée au revêtement de la cathode, Plumlee a trouvé que tandis que le taux d'évaporation de CO_2, CO, O_2 et H_2 croît avec la tension appliquée, la vitesse d'évaporation de H_2O décroît avec cette tension (22). Ce comportement, et d'autres considérations, l'ont conduit à conclure que le donneur actif dans BaO est en fait Ba^{++} $(OH.e)^{--}$, c'est-à-dire un proton et un électron facilement ionisable attaché à un ion-oxygène du réseau (23, 24).

Bien que la nature du donneur actif dans les cathodes à oxydes requière des études ultérieures, il se dégage une évidence convaincante, à savoir que le donneur n'est pas du baryum en excès. Cette conclusion n'est pas démentie par le fait que les agents réducteurs augmentent l'émission des cathodes à oxydes. La formation de tout donneur, quelle que soit sa nature, est en fait une réduction chimique de la matiere émissive (24).

g) *Evaporation et bombardements électroniques.* — Du fait que la durée de vie d'une cathode est en partie déterminée par le taux d'évaporation de ses constituants, un travail considérable se rapporte aux mesures de la vitesse d'évaporation des divers constituants de cathodes (25, 26, 18, 22, 27).

Il est clair que les agents réducteurs utilisés pour augmenter l'activité de la cathode, augmentent également la vitesse d'évaporation du cristal les contenant (27).

Le bombardement électronique a longtemps constitué un sujet de controverses.

La libération de gaz par les solides soumis à un bombardement électronique est connu depuis longtemps. Cependant, le mécanisme par lequel des dépôts connus, comme BaO, sur des métaux, libèrent O_2 sous un bombardement électronique n'a pas été bien déterminé.

Des travaux antérieurs suggéraient que le seuil de libération avait une énergie électronique égale à la chaleur de dissociation du composé bombardé.

Ce comportement était difficile à comprendre parce que le rapport défavorable des masses rendrait impossible qu'un électron transmette toute son énergie cinétique à un atome ou à une molécule.

Des travaux récents indiquent que l'énergie des électrons doit être considérablement plus grande que la chaleur de dissociation (28). Un second travail propose un mécanisme nouveau de dissociation de BaO sous un bombardement électronique (29). Le mécanisme est la production de paires trou-électron collisions électroniques accompagnée d'une réduction de l'énergie de liaison, ce qui augmente l'évaporation. Ce mécanisme ne comporte pas de contradictions violentes avec les notions établies de conservation de l'impulsion-énergie.

h) *Cathodes en L.* — La théorie de la cathode en L est examinée soigneusement dans les contributions (30, 31).

Dans la première, on montre que Ba et BaO ont des trajets de migration longs comparés à la distance moyenne séparant les pores, de sorte que la surface peut être complètement couverte.

On trouve que l'énergie de liaison de BaO a une surface de tungstène de l'ordre de 2,1 eV et l'énergie d'activation de diffusion de l'ordre de 0,7 eV.

La surface couverte présente des constantes de Richardson $A_o = 2{,}5$ ampères cm^{-2} $degrés^{-2}$ et $\varepsilon_o = 1{,}67$ eV.

La seconde contribution discute les processus chimiques dans la cathode qui déterminent son activité et sa durée de vie, ainsi que le flux de Knudson par lequel Ba est porté vers la surface émissive pour réagir avec O_2 dans le tungstène en formant BaO.

i) *Emissions des pellicules minces.* — Dans son dernier travail, A. Eisenstein qui a tant contribué à la compréhension des cathodes à oxydes a décrit ses travaux, en collaboration avec Russell, concernant l'émission de couches d'oxydes de baryum évaporées sur une base de nickel (32).

Il a obtenu une émission normale de BaO à partir de telles cathodes lorsque le recouvrement moyen de la surface de nickel excède une épaisseur *monomoléculaire* et lorsque la température du substratum est maintenue entre 450 et 800 degrés pendant le dépôt.

Des mesures de diffraction électronique sur des pellicules préparées de cette façon ont montré des diagrammes de diffraction correspondant à de petits cristaux dont la largeur de maille est de 5 ± 1 Å.

Ceci conduit à la conclusion que le BaO déposé se meut le long de la surface par diffusion superficielle pour former des cristaux, et que ces petits cristaux constituent les sources d'émission.

Ce travail constitue probablement la plus importante contribution d'Eisenstein dans un domaine où ses apports sont nombreux.

j) *Conclusion.* — Ce bref rapport s'est efforcé de mettre en lumière les travaux récents concernant la physique des émetteurs thermoioniques sous un nombre limité de titres.

Un tel sommaire ne peut faire justice à tous les travaux signalés dans la littérature, on espère ne pas avoir commis d'injustices graves.

(V) Rapport sur les progrès de l'électronique des gaz

a) *Introduction.* — L'électronique des gaz, dans son sens général, a de larges ramifications.

A l'une des extrémités, par exemple, il y a les déterminations de sections efficaces atomiques pour l'impact d'électrons.

A l'autre extrémité, des ensembles statistiques de particules en interaction avec les champs engendrés par ces mêmes particules, sont liés à la théorie hydromagnétique et apparaissent sous plusieurs aspects dans la physique des galaxies.

Entre ces limites, on trouve les avalanches de Townsend, les luminescences, les arcs, etc.

Cette réflexion suggère un ordre de discussion des progrès significatifs dans ce domaine, depuis ceux comprenant les particules simples jusque ceux comprenant des distributions plus compliquées. La période couvre les développements réalisés depuis mi-1954. On doit reconnaître que dans certains cas, pour un domaine déterminé, il suffit de signaler uniquement les travaux couvrant ce domaine, le stimulant créé par des travaux n'appartenant pas à ce domaine ne devant pas être pris en considération.

b) *Mesures de sections efficaces.* — Une brillante expérience de photo-détachement d'électrons de H^- et D^- a été réalisée par Branscomb et Smith (1).

Les difficultés expérimentales sont considérables, englobant la production d'un faisceau atomique d'ions négatifs et son interaction faible avec une radiation transversale approximativement monoénergétique. L'accord avec la théorie est excellent.

Baranger et Gerjuoy (2) ont réalisé une intéressante application de la théorie nucléaire (formule du niveau unique de Breit-Wigner) au calcul de l'excitation de l'hélium métastable (3) S_1 (1s, 2s) ; une étude expérimentale connexe de la section efficace réalisée par Schulz et Fox (3) est également rapportée.

La technique des micro-ondes, impliquant des distributions statistiques, a été utilisée pour mesurer la probabilité de collision, avec transfert de moment P_m, d'électrons lents avec des atomes. Toutes ces expériences impliquent des mesures de conductivité de plasma, et la détermination de P_m en fonction de l'énergie.

Un champ « chauffant » de micro-ondes peut être appliqué pour faire varier l'énergie moyenne des électrons. Gould et Brown (4)

ont mesuré P_m pour l'hélium dans la gamme d'énergie 0,01-2,5 eV, en accord avec des mesures antérieures effectuées à la limite supérieure d'énergie.

Gilardini et Brown (5) ont récemment fait progresser cette technique à la fois théoriquement et expérimentalement et ont donné P_m dans la gamme 0,25-1,5 eV pour le néon.

Anderson et Goldstein (6), utilisant une variante de la technique, « l'effet Luxembourg », ont obtenu une valeur de P_m quelque peu supérieure pour l'hélium, dans la gamme 0,04-0,4 eV. Ils ont également mesuré P_m pour l'azote. Cette dernière méthode donne également des information sur la perte partielle d'énergie lors de collisions, donc également sur l'excitation des rotations moléculaires et l'excitation des vibrations.

La théorie d'Auger sur l'éjection d'électrons par les métaux sous l'influence d'ions positifs a été développée par Hagstrum (7), en bonne concordance avec ses expériences définitives.

La technique est tout à fait exceptionnelle, impliquant l'incidence d'ions monoénergétiques sur des cibles métalliques propres à l'échelle atomique.

L'émission γ_i par collision ionique du tungstène et du molybdène est mesurée pour tous les gaz rares (8).

On examine l'effet d'adsorption partielle par une couche *monomoléculaire* entraînant une réduction de γ_i (9).

Cette technique a vraiment été utilisée comme un outil de détection de la formation d'ions de gaz rares excités dans des états métastables (10). Le bombardement des cathodes par des ions a été étudié depuis longtemps. Les rapports d'expériences de Wehner (11) indiquent qu'un processus de transfert de quantité de mouvement se produit ; des résultats détaillés donnent le rendement du bombardement en fonction de l'angle d'incidence pour des cristaux simples, le type du métal, etc.

c) *Coefficients.* — Cette catégorie traite des coefficients relevant des distributions statistiques. Les études d'« Afterglow » sont utiles dans ce domaine.

Persson et Brown (12) ont démontré, par des techniques de microondes, la diminution de la densité de l'hydrogène et obtenu la valeur du coefficient bipolaire de diffusion ; ils n'ont pas détecté de recombinaison électron-ion.

Phelps (13) a utilisé une technique d'absorption optique pour étudier la durée de vie sur les niveaux simples et les triplets métastables de l'hélium. Les niveaux simples sont perdus par diffusion et collisions simples ; leur conversion en triplets se fait par des électrons thermiques. Les triplets sont détruits par diffusion et collisions triples pour former des molécules.

Les coefficients de diffusion et les sections efficaces de collision sont donnés.

La technique d'impulsions de Towsend a été étendue par Burch et Geballe (14) à l'étude des ions positifs et négatifs dans l'oxygène. O_2^-, O_3^- et O^- sont décelables par leurs mobilités qui augmentent dans cet ordre.

Les vitesses de groupement de tels ions sont discutées.

Les coefficients d'ionisation α/p, fonction de E/p ont été réexaminés pour quelques gaz moléculaires, en résolvant ainsi quelques anciens problèmes et en en posant de nouveaux.

Rose (15) a rapporté des mesures portant sur une large gamme de valeurs de E/p pour l'hydrogène et le deutérium, et a mis en bonne concordance tous les travaux récents, en courant continu, concernant l'hydrogène. Le coefficient α/p pour de faibles valeurs de E/p est considérablement plus élevé pour D_2 que pour H_2 et ce fait paraît ne pas pouvoir s'expliquer uniquement par une différence de masse.

Une comparaison intéressante peut être faite avec les travaux de Madan, Gordon, Buchsbaum et Brown (16), qui ont mesuré dans une expérience de décharge en micro-ondes le coefficient d'ionisation à haute fréquence pour l'hydrogène.

En théorie, les deux coefficients seraient reliés par l'énergie moyenne des électrons.

Plus les expériences en alternatif sont réalisées soigneusement, plus il apparaît qu'il ne peut en être ainsi.

De Bitetto et Fischer (17) ont fait une étude des conditions à haute pression pour une gamme de valeurs limitées de E/p à la fois pour H_2. et N_2 et ont obtenu α/p et γ_i.

Harrison a donné des résultats ultérieurs sur α/p dans N_2.

d) Décharges et luminescences. — Le rôle de l'émission de champ dans les décharges est indiqué par Boyle et Kisliuk (19).

L'effet se présente comme une exception à la loi de Paschen à haute pression et pour une distance interélectrodes faible, l'effet

actif non linéaire consistant en un accroissement du champ au voisinage de la cathode par les ions.

Boyle, Kisliuk et Germer notent la même situation dans des décharges en vide poussé pour des intervalles étroits (20).

Des ions sont produits par l'impact d'électrons sur l'anode.

Deux contributions de Warren (21) se rapportent à la distribution du champ électrique dans la région de la cathode lors de décharges luminescentes anormales, en continu, dans N_2, H_2, He et A.

Le champ, testé par un faisceau électronique transverse, ne croît pas de façon quasi-linéaire depuis la cathode jusqu'à la région luminescente négative comme on le supposait auparavant.

La circonstance est expliquée à l'aide d'électrons ionisants dans la région luminescente, et d'ions retournant au champ par une dérive en quasi équilibre, et parfois ionisant le gaz par collisions sur leur trajet.

Les plasmas des lampes fluorescentes ont été analysés par Waymouth et Bitter (22).

De telles lampes contiennent un gaz inerte dont l'unique but est d'éviter les pertes du plasma de vapeur de mercure par diffusion. L'ionisation par impacts électroniques sur des atomes excités et la perte de particules ainsi que la radiation paraissent ressortir d'une théorie d'équilibre complexe ; un accord qualitatif avec l'expérience est obtenu.

L'interaction des champs de micro-ondes avec les plasmas a été considérablement étudiée.

Rose et Brown (23) ont étendu la théorie de Boltzmann afin d'inclure le champ self-électrostatique non linéaire, et ont calculé le champ électrique nécessaire au maintien d'un plasma de H_2. Un accord avec l'expérience est obtenu pour une gamme de pressions et de densités de charges.

Schulz et Brown (24) comparent les mesures de densité électronique à l'aide de sondes, en continu et sur micro-ondes.

Pour obtenir une concordance, il faut modifier la théorie de la sonde afin de tenir compte du courant ionique sur l'arête de l'enveloppe de la sonde.

Une contribution théorique de Wolff (25) décrit le phénomène de résonance de plasma à l'aide de modes normaux, caractéristiques du plasma, et tient compte de l'effet des gradients de densité.

Les techniques de micro-ondes pour la mesure de très fortes

densités électroniques ont été analysées du point de vue théorique par Persson (26) et d'un point de vue plus expérimental par Buchsbaum et Brown (27).

La limite de polarisation causée par une charge d'espace alternative est supprimée par un choix adéquat de la configuration du champ.

On a porté beaucoup d'attention au mouvement rétrograde de l'endroit où se produit l'arc.

Hernqvist et Johnson ont découvert que les luminescences de cathodes chaudes appelées « boules de feu » avaient le même comportement (28). Ils en ont étudié l'effet, et proposent une théorie basée sur des critères de stabilité de l'enveloppe de la charge d'espace.

Une application ultérieure par Hernqvist (29) à l'arc sur un bain de mercure se révèle en accord avec l'expérience.

e) *Plasmas hautement ionisés.* — Ce domaine est actuellement la partie la plus étudiée de l'électronique des gaz. Malheureusement, beaucoup de travaux sont secrets, mais certaines contributions significatives peuvent être mentionnées.

L'ionisation par ondes de choc appartient à ce domaine.

Lin, Resler e Kantrowitz (30) et plus tard Lamb et Lin (31) ont étudié le degré d'ionisation et la conductivité lors de chocs violents dans l'argon et l'air.

Pour ce dernier gaz, il est remarquable que la conductivité électrique mesurée s'accorde avec celle calculée d'après l'ionisation thermique parce que beaucoup de sections efficaces d'interaction interviennent dans la théorie d'une manière critique.

En relation avec le problème de la contrainte magnétique d'un plasma, deux études ont été faites par Simon sur la diffusion de particules dans un champ magnétique.

Dans la première (32) il montre qu'une diffusion anormalement grande, soupçonnée antérieurement comme provenant d'oscillations, semble due à un léger flux différentiel le long des lignes de force.

Dans l'autre (33), l'auteur établit que la diffusion des particules le long des lignes de force n'obéit pas à la loi de Fick, mais qu'elle dépend des dérivées d'ordre supérieur de la densité par rapport aux coordonnées.

Des résultats similaires sont déduits par Tonks (34), Longmine et Rosenbluth (35).

Une application de la théorie de Boltzmann a été faite aux gaz hautement ionisés par Watson (36) et par Bruekner et Watson (37). Une méthode d'approche faisant intervenir les orbites individuelles des particules est utilisée dans le cas statique. Les cas non-statiques sont traités comme des perturbations linéarisées ; des exemples particuliers d'ondes hydromagnétiques et d'instabilité gravitationnelle sont donnés.

Une nouvelle forme de plasma hautement ionisé (le « plasmoïde ») est décrit par Bostick et Al. (38).

Ces petites entités sont issues d'une source en forme de bouton et conservent leur identité au passage d'un champ magnétique. Elles sont probablement polarisées de ce fait ; certaines d'entr'elles peuvent être projetées l'une sur l'autre et entrer en interaction.

Les recherches fascinantes sur l'énergie thermonucléaire ont conduit à peu de publications à ce jour.

Les rapports de Burkhardt et Al. (39) étudient l'effet de pincement dans les tubes toroïdaux et droit. Le sujet entier est résumé dans l'article classique de Post (40).

Le problème est énoncé en termes des ordres de grandeur à considérer : réserves en combustibles utiles de la Terre, sections efficaces thermonucléaires, les libres parcours moyens, les densités de puissance, températures, etc.

L'électronique des gaz prend vraiment ici des proportions considérables.

RÉFÉRENCES

(ii) Rapport sur les progrès concernant le bruit

1. J. R. Stahmann. — Correlation Between Induced, Grid Noise and Tube Noise. *Trans. I.R.E.*, Vol. ED-2, 1-12, Jan., 1955.
2. R. C. Schwantes. — A Study of Induced Grid Noise in Vacuum Tubes, M. Sc. Thesis, University of Minnesota, 1955.
3. T. E. Talpey, A. B. Macnee. — The Nature of the Uncorrelated Component of Induced Grid Noise. *Proc. I.R.E.*, **43**, 449-454, 1955.
4. H. Rothe, W. Dahlke. — Theory of Noisy Fourpoles. *Proc. I.R.E.*, **43**, 811-818, 1955.
5. H. A. Haus, R. B. Adler. — An Extension of the Noise Figure Definition. *Proc. I.R.E.*, **45**, 690-691 (L), 1957.

6. H. J. HANNAM, A. VAN DER ZIEL. — Flicker Noise Generated in an Interface Layer. *J.A.P.*, **25**, 1336-1340, 1954.

7. R. J. J. ZYLSTRA, C. T. J. ALKEMADE. — Flicker Noise in Vacuum Photoelectric Diodes. *J.A.P.*, **27**, 656 (L), 1956.

8. R. R. JOHNSON. — The Influence of the Cathode Nickel Alloy on Flicker Noise, M. Sc. Thesis, University of Minnesota, 1956.

9. W. W. LINDEMANN, A. VAN DER ZIEL. — New Mechanism for the Generation of Flicker Noise in Tubes with Oxide-Coated Cathodes. *J.A.P.*, **27**, 1179-1183, 1956.

10. H. J. HANNAM. — Noise Generated in Oxide-Coated Cathodes, Ph. D. Thesis, University of Minnesota, 1956.

11. R. C. SCHWANTES, J. H. HANNAM, A. VAN DER ZIEL. — Flicker Noise in Secondary Emission Tubes and Multiplier Phototubes. *J.A.P.*, **27**, 573-577, 1956.

12. E. R. CHENETTE, K. SHIMADA, A. VAN DER ZIEL. — Photomultiplier Tubes as Standard Noise Sources. *Rev. Scient. Instr.*, **28**, Sept., 1957.

13. C. A. ZIEGLER, H. H. SELIGER. — Hysteresis Effect in Multiplier Phototubes. *J.A.P.*, **26**, 1225-1227, 1955.

14. W. W. LINDEMANN, A. VAN DER ZIEL. — On the Cause of the Anomalous Flicker Effect. *J.A.P.*, **28**, 448-451, 1957.

15. E. G. NIELSEN, A. VAN DER ZIEL. — A Multichannel Noise Spectrum Analyzer for 10-10.000 Cycles. *Rev. Scient. Instr.*, **25**, 899-902, 1954.

16. A. VAN DER ZIEL. — Theory of Shot Noise in Junction Diodes and Junction Transistors. *Proc. I.R.E.*, **43**, 1639-1647, 1955 ; **45**, 1011 (L), 1957.

17. W. GUGGENBUEHL, M. J. O. STRUTT. — Theory and Experiments on Shot Noise in Semiconductor Junction Diodes and Transistors. *Proc. I.R.E.*, **45**, 839-854, 1957.

18. A. UHLIR. — High-Frequency Shot Noise in Junction Transistors. *Proc. I.R.E.*, **44**, 557-558 (L), 1541 (Correction), 1956.

19. A. VAN DER ZIEL. — Theory of Junction Diode and Junction Transistor Noise (à paraître).

20. E. G. NIELSEN. — Behavior of Noise Figure in Junction Transistors. *Proc. I.R.E.*, **45**, 957-963, 1957.

21. G. H. HANSON. — Shot Noise in *p-n-p* Transistors. *J.A.P.*, **26**, 1388 (L), 1955.

22. G. H. HANSON. — An Experimental Investigation of Noise in Transistors, Ph. D. Thesis, University of Minnesota, 1957.

23. G. H. HANSON, A. VAN DER ZIEL. — Shot Noise in Transistors (à paraître).

24. L. J. GIACOLETTO. — The Noise Factor of Junction Transistors. *Transistors I*, R.C.A. Labs, 296--308, 1956.

25. P. M. Bargenelli, M. B. Herscher. — Investigation on Noise in Audio Frequency Amplifiers Using Transistors. *Proc. I.R.E.*, **43**, 217-226, 1955.

26. W. K. Volkers, N. E. Pederson. — The « Hushed » Transistor Amplifier. *Teletech* 14 (part I), 82, 1955 ; (part II), **15**, 70, 1956.

27. W. H. Fonger. — Determination of *1/f* Noise Sources in Semiconductor Diodes and Triodes. *Transistors I*, R.C.A. Labs, 239-295, 1956.

28. K. Amakasu, M. Asano. — Temperature Dependence of Flicker Noise of *p-n-p* Junction Transistors. *J.A.P.*, **27**, 307 (L), 1956.

29. K. S. Champlin. — A Study of Shot and Thermal Noise in Silicon Junction Diodes, M. Sc. Thesis, University of Minnesota, 1955.

30. Pearson, Montgomery, Feldmann. — Noise in Silicon *p-n* Junction Photocells. *J.A.P.*, **27**, 91-92, 1956.

31. W. F. Gianola. — Photovoltaic Noise in Silicon Broad Area *p-n* Junctions. *J.A.P.*, **27**, 51-54, 1956.

32. D. K. Baker. — Flicker Noise in Germanium Rectifiers at very Low and Audio Frequencies. *J.A.P.*, **25**, 922-924, 1954.

33. T. E. Firle, M. Winston. — Noise Measurements in Semiconductors at very Low Frequencies. *J.A.P.*, **26**, 716-717, 1955.

34. K. M. van Vliet. — On the Equivalence of the Fokker-Planck Method and the Gree-Energy Method for the Calculation of Carrier Density Fluctuations in Semiconductors. *Physica*, **23**, 248-252, 1957.

35. J. Hill. — Electronic Noise in Germanium Single Crystals, M.Sc. Thesis, University of Minnesota, 1956.

36. G. I. Shulman. — Shot Noise in CdS Crystals. *Phys. Rev.*, **98**, 384-386, 1955.

37. H. A. Gebbie. — Excess Noise and Trapping in Germanium. *Phys. Rev.*, **98**, 1567 (A), 1955.

38. J. J. Brophy, N. Rostoker. — Hall Effect Noise. *Phys. Rev.*, **100**, 754-756 (L), 1955.

39. J. J. Brophy. — Excess Noise in *n*-Type Ge. *Phys. Rev.*, **106**, 675-678, 1957.

40. L. Bess. — Relative Influence of Majority and Minority Carriers on Excess Noise in Semiconducting Filaments. *J.A.P.*, **26**, 1377-1381, 1955.

41. L. Bess. — Study of *1/f* Noise in Semiconductor Filaments. *Phys. Rev.*, **103**, 72-82, 1956.

42. J. J. Brophy. — Excess Noise in Deformed Germanium. *J.A.P.*, **27**, 1383-1384 (L), 1956.

43. Maple, Bess, Gebbie. — Variation of Noise with Ambient in Germanium Filaments. *J.A.P.*, **26**, 490 (L), 1955.

44. R. M. Kingston, A. L. McWhorter. — Relaxation Time of Surface States on Ge. *Phys. Rev.*, **103**, 534-540, 1956.

45. R. H. KINGSTON. — Review of Germanium Surface Phenomena. *J.A.P.*, **27**, 101-114, 1956.

46. S. R. MORRISON. — Generation of *l/f* Noise by Leveles in a Linear or Planar Array. *Phys. Rev.*, **99**, 1904 (L), 1955.

47. S. R. MORRISON. — Slow Relaxation Phenomena on the Germanium Surface. *Semiconductor Surface Physics*, edited by R. H. KINGSTON, University of Pennsylvania Press, 169-196, 1957.

48. A. L. MCWHORTER. — *l/f* Noise and Germanium Surface Properties. *Semiconductor Surface Physics*, edited by R. H. KINGSTON, University of Pennsylvania Press, 207-228, 1957.

49. R. L. PETRITZ. — Photoconductivity in Semiconductor Films. *Phys. Rev.*, **104**, 1508-1516, 1956.

50. F. L. LUMMIS, R. L. PETRITZ. — Noise, Time Constant and Hall Studies on Lead Sulfide Photoconductive Films. *Phys. Rev.*, **105**, 502-508, 1957.

51. MITCHELL, GOLDBERG, KURNICK. — InSb Photovoltaic Cells. *Phys. Rev.*, **97**, 239 (L) 1955.

52. SUITS, SCHMITZ, TERHUNE. — Excess Noise in InSb. *J.A.P.*, **27**, 1385 (L), 1956.

53. M. I. SKOLNIK. — A Broadband r. f.; Noise Generator. *Transaction I.R.E.*, Vol. ED2, 1-3, 1955.

54. M. I. SKOLNIK, H. R. PUCKETT, Jr. — Relaxation Oscillations and Noise from Low-Current Arc Discharges. *J.A.P.*, **26**, 74-79, 1955.

55. TAKAKURA, BABA, NUGOGAKI, MITANI. — Radiation of Plasma Noise from Arc Discharges. *J.A.P.*, **26**, 185-189, 1955.

56. E. R. CHENETTE. — Shot Noise in Voltage Regulator Tubes, M. Sc. Thesis, University of Minnesota, 1956.

57. A. VAN DER ZIEL, E. R. CHENETTE. — Noise and Impedance Measurements in Voltage Regulator Tubes (à paraître).

58. C. YEH. — Note on Positive Ion Transit Time in Glow Discharge Tubes. *J.A.P.*, **27**, 98 (L), 1956.

59. G. BIORCI, D. PESCETTI. — Frequency Spectrum of Barkhausen Noise. *J.A.P.*, **28**, 777-780, 1957.

60. M. A. GARSTENS. — Noise in Non-Linear Oscillators. *J.A.P.*, **28**, 352-356, 1957.

(iii) RAPPORT SUR LES PROGRÈS DE L'ELECTRONIQUE DES SEMI-CONDUCTEURS

1. C. HERRING. — *Bell Sys. Tech. J.*, **34**, 237-290, 1954.

2. DRESSELHAUS, KIP, KITTEL. — *Phys. Rev.*, **92**, 827, 1953.

3. LAX, ZEIGLER, DEXTER, ROSENBLUM. — *Phys. Rev.*, **93**, 1418, 1954.

4. DRESSELHAUS, KIP, KITTEL. — *Phys. Rev.*, **98**, 368-384, 1955.

5. DEXTER, LAX, KIP, DRESSELHAUS. — *Phys. Ref.*, **96**, 222, 1954.

6. R. N. Dexter, B. Lax. — *Phys. Rev.*, **96**, 223, 1954.
7. Dresselhaus, Kip, Ku, Wagoner, Christian. — *Phys. Rev.*, **100**, 1218-19, 1955.
8. Dresselhaus, Kip, Kittel, Wagoner. — *Phys. Rev.*, **98**, 556-557, 1955.
9. C. S. Smith. — *Phys. Rev.*, **94**, 42-49, 1954.
10. W. Paul, H. Brooks. — *Phys. Rev.*, **94**, 1128-1133, 1954.
11. E. N. Adams. *Phys. Rev.*, **96**, 803, 1954.
12. R. W. Keyes. — *Phys. Rev.*, **103**, 1240, 1956.
13. Morin, Geballe, Herring. — *Phys. Rev.*, **105**, 525-539, 1957.
14. Harman, Willardson, Beer. — *Phys. Rev.*, **95**, 699-702, 1954.
15. C. Herring. — *Phys. Rev.*, **96**, 1163-1187, 1954.
16. Geballe, Hall. — *Phys. Rev.*, **98**, 940-947, 1955.
17. A. Honig, A. F. Kip. — *Phys. Rev.*, **95**, 1686-1687, 1954.
18. Feher, Fletcher, Gere. — *Phys. Rev.*, **100**, 1784-1786, 1955.
19. Burstein, Davisson, Bell, Turner, Lipson. — *Phys. Rev.*, **93**, 65-68, 1954.
20. W. Kaiser, H. Y. Fan. — *Phys. Rev.*, **93**, 977-80, 1954.
21. M. B. Prince. — *Phys. Rev.*, **93**, 1204-1206, 1954.
22. F. J. Morin, J. P. Maita. — *Phys. Rev.*, **94**, 1525-1529, 1954.
23. P. P. De Bye, Jr., T. Kohane. — *Phys. Rev.*, **94**, 724, 1954.
24. F. J. Morin, J. P. Maita. — *Phys. Rev.*, **96**, 28-35, 1954.
25. G. W. Ludwig, R. L. Watters. — *Phys. Rev.*, **101**, 1699-1701, 1956.
26. J. R. Haynes, J. A. Hornbeck. — *Phys. Rev.*, **97**, 311-331, 1955 ; **100**, 606, 1955.
27. W. T. Read, G. L. Pearson. — Defects in Crystalline Solids Bristol, 143-152, 1955.
28. A. G. Tweet. — *Phys. Rev.*, **99**, 1245-1248, 1955.
29. Fan, Kaiser, Klontz, Lark-Horovitz, Pepper. — *Phys. Rev.*, **95**, 1087-1088, 1954.
30. J. J. Loferski, P. Rappaport. — *Phys. Rev.*, **98**, 1861-1863, 1955.
31. Miller, Bewig, Salzberg. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 1524, 1956.
32. R. G. Shulman. — *Phys. Rev.*, **102**, 1451-1455, 1956.
33. Cleland, Crawford, Holmes. — *Phys. Rev.*, **102**, 722-724, 1956.
34. H. Y. Fan, K. Lark-Horovitz. — Defects in Crystalline Solids (Bristol), 232-245, 1955.
35. Cleland, Crawford, Pigg. — *Phys. Rev.*, **98**, 1742-1750, 1955 ; **98**, 1170-1181, 1955.
36. J. W. Cleland, J. H. Crawford, Jr. — *Phys. Rev.*, **93**, 894, 1954.
37. J. W. Cleland, J. H. Crawford, Jr. — *Phys. Rev.*, **100**, 1614-1618, 1955.

38. K. G. McKay, K. B. McAfee. — *Phys. Rev.*, **91**, 1079-1084, 1953.
39. K. G. McKay. — *Phys. Rev.*, **94**, 877-884, 1954.
40. P. A. Wolfe. — *Phys. Rev.*, **95**, 1415-20, 1954.
41. S. L. Miller. — *Phys. Rev.*, **99**, 1234-1241, 1955.
42. D. J. Rose. — *Phys. Rev.*, **105**, 413-418, 1957.
43. Ryder, Ross, Kleinman. — *Phys. Rev.*, **95**, 1342-1343, 1954.
44. W. van Roosbroeck, W. Shockley. — *Phys. Rev.*, **94**, 1558-1560, 1954.
45. J. R. Haynes. — *Phys. Rev.*, **98**, 1866-1868, 1955.
46. J. R. Haynes, W. C. Westphal. — *Phys. Rev.*, **101**, 1676-1678, 1956.
47. R. Braunstein. — *Phys. Rev.*, **99**, 1892-1893, 1955.
48. R. Newman. — *Phys. Rev.*, **100**, 700-703, 1955.
49. A. G. Chynoweth, K. G. McKay. — *Phys. Rev.*, **102**, 369-376, 1956.
50. W. C. Dunlap, Jr. — *Phys. Rev.*, **94**, 1531-1540, 1954.
51. C. S. Fuller, J. A. Ditzenberger. — *J. Appl. Phys.*, **25**, 1439-1440 ; 1954 ; **27**, 544, 1956.
52. Chapin, Fuller, Pearson. — *J. Appl. Phys.*, **25**, 676-677, 1954.
53. G. L. Pearson, C. S. Fuller. — *Proc. I.R.E.*, **42**, 760, 1954.
54. C. A. Lee. — *Bell Sys. Tech. J.*, **35**, 23, 1956.
55. M. Tanenbaum, D. E. Thomas. — *Bell Sys. Tech. J.*, **35**, 1, 1956.
56. Moll, Tanenbaum, Goldey, Holonyak. — *Proc. I.R.E.*, **44**, 1174-1182, 1956.
57. R. L. Cummerow. — *Phys. Rev.*, **95**, 16-21, 1954 ; **95**, 561-562,1954.
58. R. P. Ruth, J. W. Mayer. — *Phys. Rev.*, **95**, 562-564, 1954.
59. E. S. Rittner. — *Phys. Rev.*, **96**, 1708-1709, 1954.
60. J. J. Loferski. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 777-784, 1956.
61. Levitas, Wang, Alexander. — *Phys. Rev.*, **95**, 846, 1954.
62. A. Levitas. — *Phys. Rev.*, **99**, 1810-1814, 1955.
63. Logan, Goss, Schwartz. — *J. Appl. Phys.*, **25**, 1551, 1954.
64. E. Burstein. — *Phys. Rev.*, **93**, 632, 1954.
65. Hrostowski, Morin, Geballe, Wheatly. — *Phys. Rev.*, **100**, 1672-1676, 1955.
66. H. N. Leifer, W. C. Dunlap, Jr. — *Phys. Rev.*, **95**, 51-56, 1954.
67. D. P. Detweiler. — *Phys. Rev.*, **97**, 1575-1578, 1955.
68. Blunt, Frederikse, Becker, Hosler. — *Phys. Rev.*, **96**, 578-580, 1954.
69. Harman, Goering, Beer. — *Phys. Rev.*, **104**, 1562-1564, 1956.
70. Jenny, Loferski, Rappaport. — *Phys. Rev.*, **101**, 1208-1209, 1956.
71. D. K. Baker. — *J. Appl. Phys.*, **25**, 922-924, 1954.
72. T. E. Firle, H. Winston. — *J. Appl. Phys.*, **26**, 716-718, 1955.

73. S. R. Morrison. — *Phys. Rev.*, **99**, 1904, 1955.

74. L. Bess. — *J. Appl. Phys.*, **26**, 1377-1381, 1955 ; *Phys. Rev.*, **103**, 72-82, 1956.

75. J. J. Brophy, N. Rostoker. — *Phys. Rev.*, **100**, 754, 1955.

76. F. J. Brophy. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 1383-1384, 1956.

77. A. van der Ziel. — *Proc. I.R.E.*, **43**, 1639, 1955.

78. *Semiconductor Surface Physics*, ed. R. H. Kingston, University of Pennsylvania Press, 1956.

79. Statz, de Mers, Davis, Adams. — *Phys. Rev.*, **101**, 1272-1281, 1956.

80. R. H. Kingston, A. L. McWhorter. — *Phys. Rev.*, **103**, 534-540, 1956.

81. C. G. B. Garrett, W. H. Brattain. — *Bell Sys. Tech. J.*, **35**, 1041-1058, 1956.

82. Bardeen, Coovert, Morrison, Schrieffer, Sun. — *Phys. Rev.*, **104**, 47-51, 1956.

83. Farnsworth, Schlier, George, Burger. — *J. Appl. Phys.*, **26**, 252, 1955.

84. J. T. Law, C. G. B. Garrett. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 656, 1956.

85. J. R. Schrieffer. — *Phys. Rev.*, **97**, 641-646, 1955.

86. H. C. Montgomery, W. L. Brown. — *Phys. Rev.*, **103**, 865, 1956.

(iv) Rapport sur les progrès en Physique des Emetteurs Thermo-ioniques

1. W. B. Nottingham. — Thermionic Emission, *Handbuch der Physik*, **21**, 1956.

2. L. S. Nergaard. — Electron and Ion Motion in Oxide Cathodes, *Halbleiterproblem*, **3**, W. Schottky, Vieweg and Sohn, Braunschweig, 1956.

3. E. O. Kane. — Thermionic Emission from Semiconductors. *J. Appl. Phys.*, **26**, 784, 1955. *

4. L. S. Nergaard, R. M. Matheson. — Studies of the Interface Layer in Oxide Cathodes. *R.C.A. Rev.*, **15**, 835, 1954.

5. H. J. Hannam, A. van der Ziel. — On the Flicker Noise Generated in an Interface Layer. *J. Appl. Phys.*, **25**, 1336, 1954.

6. R. Forman. — Measurement and Theoretical Study of Electrical Conductivity and Hall Effect in Oxide Cathodes. *Phys. Rev.*, **96**, 1479, 1954.

7. R. Forman. — Properties of Pore Conductors. *J. Appl. Phys.*, **26**, 1187, 1955.

8. E. B. Hensley. — Conduction Mechanism in Oxide Coated Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **27**, 286, 1956.

9. W. W. Lindemann, A. van der Ziel. — New Mechanism for the Generation of Flicker Noise in Tubes with Oxide-Coated Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **27**, 1179, 1956.

10. H. B. Frost. — Transient Changes in Oxide Cathodes, Thesis, MIT, Cambridge, Massachusetts, 1954.

11. H. J. Krusemeyer, M. V. Pursley. — Donor Concentration Changes in Oxide-Coated Cathodes Resulting from Changes in Electric Field. *J. Appl. Phys.*, **27**, 1537, 1956.

12. T. Hibi, K. Ishikawa. — Spectral Dependence of Thermionic Emission on Activation of (BaSr)O Cathodes over the 0.6-3.5 eV Region. *Phys. Rev.*, **95**, 1183, 1954.

13. E. O. Kane. — Thermionic Emission and Semiconduction in Single Crystals of BaO. *Phys. Rev.*, **94**, 1439, 1954.

14. R. J. Zollweg. — Structure in Optical Absorption of Barium Oxide Films. *Phys. Rev.*, **97**, 288, 1955.

15. R. T. Dolloff. — Electrical Conductivity of Barium Oxide Single Crystals as a Function of Temperature and Excess Barium Density. *F. Appl. Phys.*, **27**, 1418, 1956.

16. Cornelis Timmer. — Density of color Centers in Barium Oxide as a Function of the Vapor Pressure of Barium. *J. Appl. Phys.*, **28**, 495, 1957.

17. G. W. Preston. — Effect of Cathode Roughness on the Maximum Current Density in an Electron Beam. *J. Appl. Phys.*, **27**, 627, 1956.

18. Wooten, Ruedle, Moore. — Evaporation of Ba and Sr from Oxide Coated Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **26**, 44, 1955.

19. Moore, Wooten, Morrison. — Excess Barium Content of Practical Oxide Coated Cathodes and Thermionic Emission. *J. Appl. Phys.*, **26**, 943, 1955.

20. Wooten, Moore, Guldner. — Measurements of Excess Ba in Practical Oxide Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **26**, 937, 1955.

21. G. E. Moore, H. W. Allison. — Emission of Oxide Cathodes Supported on a Ceramic. *J. Appl. Phys.*, **27**, 1316, 1956.

22. R. H. Plumlee. — Electrolytic Transport Phenomena in the Oxide Cathode. *R.C.A. Rev.*, **17**, 190, 1956.

23. R. H. Plumlee. — Principal Electron Donors in the Oxide Cathode. *J. Appl. Phys.*, **27**, 659, 1956.

24. R. H. Plumlee. — The Donor Centers in the Oxide Cathode. *R.C.A. Rev.*, **17**, 231, 1956.

25. R. W. Peterson. — Activation Diffusion and Thermionic Emission, in Oxide Coated Cathodes. *Phys. Rev.*, **99**, 1651, 1955.

26. W. C. Ruthledge. — Instantaneous Ba and BaO Evaporation Rates for Thermionic Cathodes. *Phys. Rev.*, **99**, 1651, 1955.

27. Peterson, Anderson, Shepherd. — Influence of the Cathode Base on the Chemical Activation of Oxide Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **28**, 22, 1957.

28. G. E. Moore, W. T. Hughes. — Dissociation of Solid Compounds by Electron Bombardment. *Phys. Rev.*, **99**, 1643, 1955.

29. Yoshida, Shibata, Igarashi, Arata. — Radioactive Isotope Study of the Dissociation of Barium Oxide under Electron Bombardment. *J. Appl. Phys.*, **27**, 497, 1956.

30. Rittner, Ahlert, Ruthledge. — Studies of the Mechanism of Operation of the L-Cathode I. *J. Appl. Phys.*, **28**, 156, 1956.

31. W. C. Ruthledge, E. S. Rittner. — Studies of the Mechanism of Operation of the L-Cathode II. *J. Appl. Phys.*, **28**, 167, 1957.

32. P. N. Russell, A. S. Eisenstein. — Thermionic Emission and Electron Diffraction from Thin Films of Barium Oxide. *J. Appl. Phys.*, **25**, 954, 1954.

33. G. C. Dalman. — Effects of Cathode and Anode Resistances on the Retarding Potential Characteristics of Diodes. *J. Appl. Phys.*, **25**, 1263, 1954.

34. T. B. Tomlinson. — On the Conductivity of Oxide Cathode Coatings. *J. Appl. Phys.*, **25**, 720, 1954.

35. S. Ikehara. — New Method of Measuring the Cathode Temperature of Indirectly Heated Vacuum Tubes. *J. Appl. Phys.*, **25**, 726, 195n.

36. L. S. Nergaard, R. M. Matheson. — A Bridge for the Measurement of Cathode Impedance. *R.C.A. Rev.*, **15**, 485, 1954.

37. G. F. Smith. — Thermionic and Surface Properties of W-Crystals. *Phys. Rev.*, **94**, 295, 1954.

38. G. A. Haas, E. A. Coomes. — Effect of Periodic Schottky Deviations Resulting from SrO Layer Deposited on Clean Mo. *Phys. Rev.*, **93**, 930, 1954.

39. Moore, Allison, Wolfsterin. — Reduction of SrO by Methane. *J. Chem. Phys.*, **22**, 726, 1954.

40. Peterson, Anderson, Shepherd. — Applications of Radio-active Tracer Techniques to Study of Thermionic Emission of Oxide Cathodes. *Phys. Rev.*, **96**, 840, 1954.

41. H. R. Philipp. — Photoelectric Emission from BaO. *Phys. Rev.*, **96**, 827, 1954.

42. Hoch, Lamantia, Johnston. — Reaction Between BaO and C and BaO and Si. *Phys. Rev.*, **96**, 839, 1954.

43. R. Klein. — Surface Migration of Carbon on Tungsten. *J. Chem. Phys.*, **22**, 1406, 1954.

44. C. R. Crowell. — Theoretical Basis for Measuring the Saturation Emission of Highly Emitting Cathodes under Space-Charge-Limited Conditions. *J. Appl. Phys.*, **26**, 1353, 1955.

45. R. D. Heidenreich. — Thermionic Emission Microscopy of Metals, Part I, General. *J. Appl. Phys.*, **26**, 757, 1955.

46. E. W. Muller. — Work Function of Tungsten Single Crystal Planes Measured by the Field Emission Microscope. *J. Appl. Phys.*, **26**, 732, 1955.

47. J. E. Davey, E. A. Coomes. — Thermionic Properties of Th on W Single Crystals. *Phys. Rev.*, **99**, 1651, 1955.

48. K. M. Poole. — Emission from Hollow Cathodes. *J. Appl. Phys.*, **26**, 1176, 1955.

49. R. Levi. — Improved Impregnated Cathode. *J. Appl. Phys.*, **26**, 639, 1955.

50. Balas, Dempsey, Rexer. — Oxide-Impregnated Nickel-Matrix Cathode. *J. Appl. Phys.*, **26**, 1163, 1955.

51. La Berge, Munich, Dezoteux, Whalen, Coomes. — Patch Effect for Thermionic Emission from Polyscrystalline Tantalum. *J. Appl. Phys.*, **26**, 241, 1955.

52. J. A. Becker, R. G. Brandes. — Absorption of Oxigen on Tungsten as Revealed in the Field Emission Microscope. *J. Chem. Phys.*, **23**, 1323, 1955.

53. G. E. Moore, H. W. Allison. — Absorption of Strontium and Barium on Tungsten. *J. Chem. Phys.*, **23**, 1609, 1955.

54. D. L. Goldwater, W. E. Danforth. — Thermionic Emission Constants of Indium. *Phys. Rev.*, **103**, 871, 1956.

55. W. B. Nottingham. — Application of Space-Charge Theory to Determination of Electron Emitter Properties. *Phys. Rev.*, **100**, 964, 1956.

56. Trolan, Barbour, Morton, Dyke. — Electron Emission from a Lattice Step on Clean Tungsten. *Phys. Rev.*, **100**, 1646, 1956.

57. G. A. Haas, E. A. Coomes. — Schottky Effect for SrO Films on Molybdenum. *Phys. Rev.*, **100**, 640, 1956.

58. G. F. Smith. — Velocity Analysis of Thermionic Emission from Single-Crystal Tungsten. *Phys. Rev.*, **100**, 1115, 1956.

59. R. B. J. King. — Equivalent Circuit for the Oxide Cathode. *J. Appl. Phys.*, **27**, 308, 1956.

60. D. Brodie, R. O. Jenkins. — Impregnated Barium Dispenser Cathodes Containing Strontium or Calcium Oxide. *J. Appl. Phys.*, **27**, 417, 1956.

61. H. Hagstrum. — Thermionic Constants and Sorption Properties of Hafnium. *J. Appl. Phys.*, **28**, 323, 1957.

62. W. W. Lindemann, A. van der Ziel. — On the Cause of the Anomalous Flicker Effect. *J. Appl. Phys.*, **28**, 448, 1957.

---

(1) Same Title, Dec. 31, 1954, 95 pages, write to Department of Physics, Cornell University, Ithaca, New-York. Price $ 1.00.

(v) Rapport sur les progrès en Electronique des gaz

1. L. M. Branscomb, S. J. Smith. — *Phys. Rev.*, **98**, 1028, 1955.
2. E. Baranger, E. Gerjuoy. — *Phys. Rev.*, **106**, 1182. 1957.
3. G. J. Schulz, R. E. Fox. — *Phys. Rev.*, **106**, 1179, 1957.
4. L. Gould, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **95**, 897, 1954.
5. A. L. Gilardini, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **105**, 25, 31, 1957.
6. J. M. Anderson, L. Goldstein. — *Phys. Rev.*, **100**, 1037, 1955 ; **102**, 388, 933, 1956.
7. H. D. Hagstrum. — *Phys. Rev.*, **96**, 336, 1954.
8. H. D. Hagstrum. — *Phys. Rev.*, **96**, 325, 1954 ; **104**, 317, 672, 1956.
9. H. D. Hagstrum. — *Phys. Rev.*, **104**, 1516, 1956.
10. H. D. Hagstrum. — *Phys. Rev.*, **104**, 309, 1956.
11. G. K. Wehner. — *Phys. Rev.*, **102**, 690, 1956.
12. K. B. Persson, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **100**, 729, 1955.
13. A. V. Phelps. — *Phys. Rev.*, **99**, 1307, 1955.
14. D. S. Burch, R. Geballe. — *Phys. Rev.*, **106**, 183, 188, 1957.
15. D. J. Rose. — *Phys. Rev.*, **104**, 273, 1956.
16. Madan, Gordon, Buchsbaum, Brown. — *Phys. Rev.*, **106**, 839, 1957.
17. D. J. De Bitetto, L. H. Fisher. — *Phys. Rev.*, **104**, 1213, 1956.
18. M. A. Harrison. — *Phys. Rev.*, **105**, 366, 1955.
19. W. S. Boyle, P. Kisliuk. — *Phys. Rev.*, **97**, 255, 1955.
20. Boyle, Kisliuk, Germer. *J. Appl. Phys.*, **26**, 720, 1955.
21. R. Warren. — *Phys. Rev.*, **98**, 1650, 1658, 1955.
22. J. F. Waymouth, F. Bitter. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 122, 1956.
23. D. J. Rose, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **98**, 310, 1955.
24. G. J. Schulz, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **98**, 1642, 1955.
25. P. A. Wolff. — *Phys. Rev.*, **103**, 845, 1956.
26. K. B. Persson. — *Phys. Rev.*, **106**, 191, 1957.
27. S. J. Buchsbaum, S. C. Brown. — *Phys. Rev.*, **106**, 196, 1957.
28. K. G. Hernqvist, E. O. Johnson. — *Phys. Rev.*, **98**, 1576, 1955.
29. K. G. Hernqvist. — *J. Appl. Phys.*, **27**, 1226, 1956.
30. Shao-Chi Lin, E. L. Resler, A. Kantrowitz. — *J. Appl. Phys.*, **26**, 95, 1955.
31. L. Lamb, Shao-Chi Lin. — *J. Appl. Phys.*, **28**, 754, 1957.
32. A. Simon. — *Phys. Rev.*, **98**, 317, 1955.
33. A. Simon. — *Phys. Rev.*, **100**, 1557, 1955.
34. L. Tonks. — *Phys. Rev.*, **97**, 1443, 1955.
35. C. L. Longmire, M. N. Rosenbluth. — *Phys. Rev.*, **103**, 507, 1956.
36. K. M. Watson. — *Phys. Rev.*, **102**, 12, 1956.

37. K. A. Bruekner, K. M. Watson. — *Phys. Rev.*, **102**, 19, 1956.
38. W. H. Bostick. — *Phys. Rev.*, **104**, 292, 1956 ; **106**, 404, 1957 ; Harris, Theus, Bostick. — *Phys. Rev.*, **105**, 46, 1957.
39. Burkhardt, Dunaway, Mather, Phillips, Sawyer, Stratton, Stovall, Tuck. — *J. Appl. Phys.*, **28**, 519, 1957.
40. R. F. Post. — *Rev. Mod. Phys.*, **28**, 338, 1956.

France

N° 238 — Rapport du Comité National à la Commission VII

Conformément aux recommandations du Président de la Commission VII, le Professeur G. A. Woonton, quatre sujets ont été retenus pour discussion à la XIIe Assemblée Générale de l'Union Radio-Scientifique Internationale à savoir :

A. — La physique de la cathode ;

B. — La physique des semi-conducteurs en liaison avec leurs applications en radioélectricté ;

C. — La source et la nature du bruit dans les faisceaux électroniques ;

D. — Les phénomènes oscillants dans les décharges dans les gaz.

Ces quatre sujets ont été étudiés par quatre groupes de travail sous l'impulsion de :

M. le Professeur Grivet (physique de la cathode) ;

M. le Professeur Goudet (semi-conducteurs) ;

Dr Warnecke (bruit dans les faisceaux électroniques) ;

M. le Professeur Laporte (décharge dans les gaz) ;

qui ont bien voulu, par ailleurs, rassembler et résumer, avec leurs collaborateurs, les principaux travaux effectués en France sur ces sujets respectifs.

I. — La physique de la cathode

Les travaux français sur les cathodes à oxydes ont toujours été très nombreux, mais en général ils ont donné lieu à peu de publications, étant l'œuvre d'équipes de chercheurs travaillant

dans des laboratoires industriels où dans ce domaine il est de tradition de considérer les résultats comme secrets. Le brillant congrès qui eut lieu à Paris en 1954 — semaine du 24 juin 1954 — a grandement stimulé à cette époque la publication des conclusions les plus sûres qui sont imprimées dans les numéros 51, 52, 53, et 54 de la revue *Le Vide* (en particulier numéro spécial 51, mai 1954, 392 pages).

Les années suivantes ont été naturellement moins fertiles en publications : seule l'équipe de chercheurs lyonnais dirigés par M. Mesnard a décrit dans de nombreux articles de la revue *Le Vide* ses travaux expérimentaux ; mesures sur les cathodes de carbonates alcalino-terreux frittés, avec addition de divers métaux en particulier de zirconium et de tungstène, mesures sur les cathodes en thorine et en zircone-thorine. Les résultats les plus intéressants sont relatifs au déclin de l'émission en régime d'impulsion.

Alors que les autres mémoires décrivent des procédés de préparation ou d'activation et les résultats de méthodes de mesure sur un choix un peu empirique de cathodes variées, un article paru dans les « Cahiers de Physique » propose une explication du déclin de l'émission de la thorine, basée sur l'hypothèse d'une conduction, du type « semi-conducteur électronique de type *n* » pour ce genre de cathode. A l'aide d'une hypothèse sur l'évolution de la concentration des donneurs, qui rapprocherait le mécanisme d'émission de la thorine de celui des oxydes alcalino-terreux, on obtient une formule semi-empirique qui représente assez bien les observations.

II. — La physique des semi-conducteurs en liaison avec leurs applications en radioélectricité

Depuis le Congrès de La Haye, la recherche en France a largement développé son programme sur la physique des semi-conducteurs. Les travaux commencés ont été poursuivis, de nouveaux objectifs se sont montrés fructueux et des laboratoires se sont ouverts à un nombre toujours grandissant de chercheurs.

Chaque laboratoire de faculté s'attache à une étude particulière portant soit sur un ordre de faits expérimentaux, soit sur la structure intime du matériau semi-conducteur.

Le laboratoire de Physique Théorique de la *Faculté d'Alger*, sous la conduite de MM. Blanc Lapierre et Nifontoff, poursuit

ses recherches sur les variations simultanées de la résistance et de l'effet de scintillation dans les redresseurs à cristaux ainsi que dans les couches métalliques minces, ceci en fonction du courant continu qui les traverse. L'effet de scintillation en fonction de l'éclairement et de la polarisation extérieure a été spécialement étudié dans le cas de cellules photovoltaïques. Des travaux en cours permettront, dans un proche avenir, de préciser d'une part certaines propriétés des couches métalliques minces granulaires (influence de la nature du métal et des divers paramètres de formation de la couche sur l'effet de scintillation et sur la résistance) et, d'autre part, l'explication théorique des propriétés de ces couches et notamment le degré de validité de la théorie proposée par Nifontoff qui repose sur l'hypothèse que ces couches granulaires sont constituées d'îlots métalliques enrobés dans un tapis semi-conducteur.

Le laboratoire de Physique (M. Perrot) tout en continuant ses recherches sur les propriétés générales des lames minces a collaboré à une partie de ces travaux ; il a de plus développé des recherches sur les semi-conducteurs pulvérulents.

La Faculté de Rennes, sous la conduite de M. Freymann, poursuit son étude de la physique de l'état solide par l'absorption dipolaire hertzienne. Cette méthode permet de mettre en évidence non seulement les propriétés diélectriques de nombreux corps : aluns, phospates, arséniates et sulfates alcalins, oxydes métalliques semi-conducteurs ou non, mais encore elle permet d'observer l'influence de la lumière sur les corps semi-conducteurs, l'influence du dopage et, par voie de conséquence, la pureté du matériau, ainsi que les défauts du réseau cristallin. Elle peut servir à la détermination des niveaux d'énergie dans les semi-conducteurs.

L'Institut de Physique Générale de Lyon, sous la conduite de M. Mesnard étudie les caractéristiques courant-tension des contacts redresseurs métal-germanium, et les processus d'altération de ces caractéristiques.

La Faculté des Sciences de Paris, dans ses multiples laboratoires spécialisés : chimie physique, recherches physiques, etc... approfondit des aspects très particuliers : relations entre la phosphorescence et la physique des semi-conducteurs, détermination précise des niveaux d'énergie.

Le Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure, sous la conduite de M. Pierre Aigrain, étudie les propriétés de surface des semi-conducteurs. Cette étude s'opère dans deux voies principales :

1° Reprise systématique des travaux déjà faits sur le germanium et le silicium.

2° Etude des propriétés de surface de ZnO et de TiO_2 en relation avec la chimisorption des gaz de façon à préciser la cinétique de l'absorption. De nombreux résultats ont déjà été obtenus.

Le Commissariat à l'Energie Atomique étudie la conversion directe des rayonnements en énergie électrique par irradiation de jonctions semi-conductrices et l'application de cette conversion à l'utilisation de ces jonctions comme détecteurs de rayonnements nucléaires.

Le Laboratoire de Magnétisme du Centre National de la Recherche Scientifique (Bellevue), sous la direction de M. Guillaud, étudie parallèlement au germanium et au silicium les antimoniures d'indium et d'aluminium et leurs applications ; en outre, la mise au point des thermopiles est proche de sa réalisation.

Le laboratoire de Bellevue collabore largement avec d'autres laboratoires de recherches, spécialement avec le Centre National d'Etudes des Télécommunications. Le Centre National d'Etudes des Télécommunications, par exemple, lorsqu'il étudie la possibilité de formation des dépôts de germanium pur et de germanium dopé en couches minces communique le soin d'examiner les couches à l'équipe de M. Trillat.

Divers

Une collaboration largement ouverte avec les Laboratoires des Facultés permet au laboratoire de Bellevue de pousser ses investigations dans des directions très diverses. Ainsi, avec l'*Institut de Physique de Strasbourg* il s'est occupé des spectres des semi-conducteurs, des relations entre semi-conductivité et comportement magnétique, etc.

Les facultés des Sciences de *Grenoble*, *Marseille*, *Nancy* ont abordé la question sous des angles très spéciaux, étudiant la possibilité de préparation du germanium et de ses alliages par électrolyse, les spectres de luminescence de lames minces semi-conductrices, etc..., tandis que l'*Observatoire de Paris* au laboratoire de

M. Lallemand recherchait le processus de fonctionnement des couches photoélectriques de sulfure de cadmium.

Dans les laboratoires privés, des études sont menées parallèlement aux fabrications et permettent un approfondissement des connaissances sur la structure cristalline et la physique des semiconducteurs. La Compagnie Française Thomson Houston, la Compagnie Générale de Télégraphie sans fil, le Laboratoire Central de Télécommunications, etc. (pour ne citer que les principaux producteurs du marché français) contribuent pour une large part au progrès général.

Au fur et à mesure de ces progrès, des débouchés nouveaux se découvrent ainsi que de nouveaux champs d'exploitation, pour les chercheurs comme pour les techniciens. La physique des semiconducteurs a devant elle de magnifiques perspectives d'avenir, elle reste, de plus, une voie d'accès privilégiée à la physique du solide.

III. — Les sources et la nature du bruit dans les faisceaux électriques

A. — *Tubes type « O »*

Des bruits d'origine ionique ont été observés à la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil sur différents tubes TPO (tubes à propagation d'ondes), Carcinotrons O, ou klystrons reflex, et ont donné lieu à quelques études.

Les observations suivantes ont été faites en particulier sur un TPO amplificateur comprenant un faisceau d'électrons de 20 à 30 mA accéléré à 900-1000 volts :

1. Le phénomène étudié consiste en une modulation des signaux amplifiés, en amplitude ou en phase à des fréquences de quelques centaines de Kc/s à quelques Mc/s ; ces modulations apparaissent sous forme de bruit continu sur des bandes de quelques dizaines de Kc/s mais se produisent très souvent également à des fréquences bien définies. Il peut s'y superposer des modulations à basses fréquences, de l'ordre de quelques Kc/s.

On observe simultanément une modulation aux mêmes fréquences du courant capté par le circuit, modulation dont la profondeur est liée à la pente de la caractéristique courant de circuit-tension. A l'oscillographe, son aspect revêt souvent un caractère sinusoïdal très pur.

2. L'intensité de ces raies ou de ces bandes parasites, dépend de la pression et de la géométrie du faisceau.

Une amélioration du vide demeure pratiquement sans effet important tant qu'un certain seuil n'est pas atteint, au-delà duquel le bruit disparaît. Ce seuil varie considérablement avec la géométrie du faisceau. Il peut être de 10^{-6} mm Hg ou de quelques 10^{-9} mm Hg pour des focalisations différant assez peu globalement pour que les courants d'interception par le circuit soient les mêmes.

Le rôle de la forme du faisceau est encore mis en évidence, lorsque, à pression fixe, on fait varier sa tension. On observe alors une périodicité du bruit en fonction de la tension (de l'ordre de 50 à 60 volts dans l'exemple présent) périodicité qui paraît liée au nombre d'ondulations apparaissant sur la longueur du faisceau. Les variations du bruit sur une période peuvent être de 30 db ou davantage, les minima étant fréquemment de l'ordre de grandeur du bruit thermique.

La forme du champ magnétique dans la région du canon joue un rôle important sur le niveau du bruit ; en la modifiant il est possible d'obtenir des plages assez larges de tension du faisceau exemptes de bruit même pour des pressions relativement élevées (10^{-6} mm Hg par exemple). Ces plages s'élargissent lorsque le vide s'améliore et sont par exemple de 20 à 30 % pour un vide de l'ordre de 10^{-7} à 5.10^{-8} mm Hg.

3. Que ces oscillations parasites soient d'origine ionique, leur disparition lorsque la pression est suffisamment faible le prouve. L'ordre de grandeur des fréquences observées s'explique bien d'autre part par des oscillations d'ions d'azote par exemple dans les creux de potentiel du faisceau. Aucun accord quantitatif n'a pu être obtenu cependant et le sens même de variation de la fréquence n'est pas toujours celui que laissent prévoir des raisonnements simples (on a observé par exemple une augmentation de fréquence par sous chauffage de cathode, opération qui conduit à une amélioration du vide).

Il semble qu'en tous cas il faille attribuer un rôle important aux creux de potentiel longitudinaux qui sont vraisemblablement cause de la capture des ions

B. — *Tubes type « M »*

1. *Introduction.* — Dans les tubes « M » le bruit est de plusieurs ordres de grandeur supérieur à celui des tubes « O » équivalents. Il existe deux méthodes pour étudier l'origine du bruit anormal dans les tubes « M ». La première consiste à injecter un faisceau plat dans un espace limité par deux plaques parallèles dans lequel règnent des champs électrique et magnétique croisés. Le temps de transit est fini et la densité du courant peut être choisie indépendamment des paramètres de l'espace d'interaction. La difficulté essentielle est de connaître les conditions initiales statiques du faisceau et la modulation en densité et en vitesse à l'entrée de l'espace d'interaction. Cette méthode a été utilisée par les chercheurs de la Compagnie Générale de Télégraphie sans fil. L'origine du bruit dans le faisceau (effet diocotron) et le rapport signal/bruit dans le TPOM et dans le Carcinotron « M » ont été étudiés.

La deuxième méthode consiste à étudier le magnétron cylindrique bloqué. La difficulté essentielle est déjà la complexité du magnétron statique qu'on ne peut traiter qu'avec des machines à calculer. Cette méthode a été utilisée en France surtout par les chercheurs de l'Ecole Normale Supérieure.

2. *Effet Discotron.* — L'instabilité d'un faisceau électronique se mouvant perpendiculairement à des champs électrique et magnétique croisés a été vérifiée expérimentalement par Guenard et Hubert et ils trouvent un bon accord entre la théorie et l'expérience. Dans la théorie on a supposé une variation de la vitesse des électrons dans la section d'un faisceau rectiligne due à la charge d'espace.

D'après Brillouin un faisceau rectiligne n'est possible que si la fréquence de plasma est égale à la fréquence de cyclotron, cas qui pratiquement n'est jamais réalisé. Si la condition Brillouin n'est pas remplie, la variation de vitesse dans la section et donc le gain sont plus faibles.

Récemment, B. Epsztein et indépendamment J. R. Pierce ont étudié un faisceau rectiligne, infiniment mince et sans variation de vitesse dans la section du faisceau. Une déformation d'un tel faisceau n'est pas stable.

Le phénomène produit dans le temps pour les tubes « M » est équivalent à l'instabilité dans l'espace pour les faisceaux plats

ou creux types « O », instabilité que Webster a trouvée expérimentalement.

Pour le modèle d'Epsztein, le gain en Neper par cm est le même que pour le modèle du faisceau à vitesse variable.

La théorie de l'effet diocotron permet d'expliquer l'augmentation du bruit dans les tubes « M », mais une comparaison entre le bruit mesuré par exemple par Alfven et ses collaborateurs et la théorie n'est pas encore possible parce que les données expérimentales sont encore insuffisantes. D'après la théorie, le bruit à fréquence constante augmente exponentiellement avec $IB^2\ L/V^3$.

I = courant.

B = champ magnétique.

V = tension sole-anode.

L = longueur de l'espace d'interaction.

D'après les mesures d'Alfven et de ses collaborateurs on trouve pour un bruit constant les relations IB^2 constant et $IV^{-5/2}$ constant. Des expériences supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir vérifier la théorie d'une manière suffisamment précise.

3. *Magnétron Bloqué.* — Delcroix trouve dans le magnétron bloqué qu'il existe des instabilités dans la caractéristique courant-tension dues à un changement de l'état monodromique dans l'état bidromique simple ou de l'état bidromique d'ordre n dans l'état bidromique $n \pm 1$. Cette instabilité est liée à des phénomènes d'hystéresis et à un fort bruit.

D'autre part, Delcroix et Coste ont étudié les oscillations propres d'un magnétron en régime Brillouin et ils trouvent une suite discrète de fréquences de résonance proportionnelles à la fréquence cyclotron. Ces oscillations dépendent des rayons de l'anode, de la cathode et de la charge d'espace. Les auteurs ne donnent pas de relations analytiques pour comparer les résultats expérimentaux de Stainsby et ses collaborateurs avec leur théorie.

4. *Bruit dans le TPOM en impulsion.* — En l'absence d'un signal d'entrée, la puissance de bruit dans le TPOM peut atteindre 10 à 20 % de la puissance appliquée si l'impédance du faisceau est de l'ordre de 1000 ohms. En présence du signal le bruit diminue, mais le rapport signal/bruit croît avec le courant et le champ magnétique et diminue avec la tension. Ce phénomène s'explique

qualitativement par l'effet diocotron. Par contre, on trouve une diminution du bruit si l'on applique une tension négative à la sole, inexplicable avec les modèles traités théoriquement. On a obtenu un rapport signal/bruit de 30 à 40 db pour une puissance de crête de 2 MW à une tension de 80 kV et une impédance de faisceau de 1700 ohms.

Le rapport signal/bruit est très sensible à la forme de l'impulsion appliquée, une montée et une descente raide ainsi qu'un champ magnétique homogène diminuent le bruit.

5. *Carcinotron « M »*. — Convert et Doehler ont mesuré le rapport bruit/c/s/signal dans les carcinotrons « M ». Ce rapport est de l'ordre de 10^{-14} à 10^{-16} et de deux à trois ordres de grandeur inférieur à celui des klystrons réflex et des carcinotrons « O ». Le bruit augmente avec le courant, ce qui est compréhensible par l'effet diocotron. Par contre dans les tubes « O » le bruit diminue avec le courant.

6. *Résumé*. — L'instabilité du faisceau dans les tubes « M » explique qualitativement le grand bruit existant dans le diocotron, ce trochotron, etc... Mais une comparaison quantitative n'est pas possible car les données expérimentales ne sont pas encore suffisantes.

IV. — Les phénomènes oscillants dans les décharges dans les gaz

En plus des travaux, assez nombreux en France, consacrés à l'*étude générale des plasmas dans les gaz ionisés*, citons les recherches suivantes :

1° Un travail théorique de J. Salmon sur la « *Détermination des conditions d'amorçage d'une décharge H. F. dans les gaz sous faibles pressions* ». Il s'agit de pressions comprises entre 5 et 50 μ de Hg (la limite inférieure correspondant à des libres parcours moyens électroniques du même ordre de grandeur que les dimensions des tubes à décharges usuels). M. Salmon fait intervenir pour l'entretien de la décharge les électrons secondaires émis par les parois du tube sous l'action du choc des électrons oscillants dans le champ. Il donne le réseau des courbes théoriques représentant, pour différentes fréquences d'excitation ($25 < F < 70$ Mc/s), les variations de la tension d'amorçage en fonction de la pression. Ces courbes théoriques coïncident sensiblement avec les courbes expéri-

mentales obtenues, en France, par Mlle Chenot, et en Angleterre, par Gill et Von Engel.

2° La thèse de F. Cabannes sur *l'Etude de la décharge électrique par induction dans les gaz rares.* Cet auteur étudie les décharges induites pures sans électrodes établies dans un tube (verre ou quartz) de 3 à 4 centimètres de diamètre et d'une dizaine de centimètres de long, disposé, coaxialement dans la région médiane d'un solénoïde parcouru par un courant H. F. (fréquence F $\simeq$ 1 Mc/s ; puissance de 1 à 2 kW). L'auteur applique au gaz (Ne, Ar, Kr et Xe) sous des pressions variant entre 10^{-3} et 100 mm de Hg, les formules théoriques du chauffage d'échantillons solides de différentes résistivités. Elles permettent de calculer la conductibilité de l'échantillon à partir de mesures portant : 1° sur l'intensité du courant H. F. et 2° sur la puissance dissipée dans cet échantillon. Des mesures calorimétriques d'échauffement d'un courant d'eau dans une enceinte enveloppant le tube, permettent la mesure de la puissance. Compte tenu du fait que la conductibilité du gaz varie d'un élément de volume à l'autre, M. Cabannes donne une valeur, tout au moins approximative, de la conductibilité.

Différentes hypothèses simplificatrices vraisemblables le conduisent ensuite à une première évaluation de la température électronique ; une seconde évaluation, sensiblement concordante, en est obtenue par la méthode des deux sondes flottantes. La mise en œuvre de cette dernière méthode confirme d'ailleurs l'hypothèse utilisée que la loi de répartition des vitesses des électrons est celle de Maxwell. En dépit des variations radiales de l'intensité du champ inducteur, la température électronique est sensiblement la même sur l'axe du tube et jusqu'au voisinage des parois ; c'est sans doute qu'en dépit des différences locales d'échauffement, les températures s'égalisent à l'état de régime par agitation thermique et diffusion des électrons. Une étude spectrographique du rayonnement complète les renseignements d'ordre électrique obtenus.

3° *Phénomènes oscillatoires d'origine mécanique.* — Des phénomènes oscillatoires qui se manifestent par des variations périodiques de l'intensité du rayonnement émis, prennent naissance dans des tubes à gaz traversés par la décharge brève d'un condensateur « même lorsque cette décharge est électriquement apériodique ».

Ceci se rattache à des observations faites, il y a une vingtaine d'années par M. Laporte (1). Il formait l'image d'un segment de tube traversé par la décharge d'un condensateur sur une fente fine parallèle à l'axe du tube. L'image de la fente donnée par un miroir sphérique, rapidement mobile autour d'un axe parallèle à la fente, était mise au point sur une plaque photographique ; cette méthode classique du miroir tournant avait pour but de déterminer avec précision les durées très courtes des éclairs (un millimètre d'étalement de l'image de la fente correspondant à 1 microseconde). L'examen des clichés photographiques permettait en outre de discerner avec certitude les éclairs qui correspondaient à des décharges oscillantes de ceux qui correspondaient à des décharges apériodiques du condensateur. Il parut très curieux de voir sur des clichés d'éclairs apériodiques quelques raies brillantes également espacées, correspondant à des maxima périodiques d'émission et surtout de voir que sur certains clichés ces raies se trouvaient inclinées dans un sens qui se montrait indépendant de la polarité des électrodes.

L'étude approfondie de ces phénomènes ne fut pas alors poursuivie. Récemment M. Cloupeau les a de nouveau rencontrés au cours de recherches sur la répartition spectrale instantanée d'énergie du rayonnement des tubes à éclairs et sur les modifications de cette répartition pendant la durée de l'éclair. Il utilise également la méthode du miroir tournant mais la fente fine au lieu d'être parallè.e à l'axe du tube, lui est perpendiculaire : il obtient alors, pour des éclairs apériodiques, des enregistrements photographiques mettant en évidence des variations périodiques du rayonnement que, spectrographiquement, on retrouve d'ailleurs identiquement disposées pour toutes les longueurs d'onde.

L'expérience montre que la netteté des maxima dépend des conditions de l'amorçage de la décharge. Suivant ces conditions, ou bien la décharge débute par un canal lumineux étroit, ou au contraire elle occupe presque toute la section du tube. Plus la décharge se manifeste filiforme, plus sont nets les maximas périodiques observés ; M. Cloupeau interprète ces résultats de la façon suivante : le passage d'un courant de très grande intensité (plusieurs

(1) M. Laporte et R. Pierrejean : Structure fine des éclairs lumineux obtenus en déchargeant un condensateur à travers un tube à gaz. *J. Phys. et Rad.*, 7, 1936, 248.

centaines ou milliers d'ampères), suivant un canal étroit, ne peut manquer de provoquer dans le très faible volume de gaz intéressé une très grande et très brusque élévation de température origine d'une onde de choc ; celle-ci se propage avec une grande vitesse vers les parois du tube donnant lieu éventuellement sur elles à des réflexions multiples.

L'aspect des clichés obtenus s'explique si l'on admet que le front d'onde surchauffé constitue une source lumineuse mobile et de grande concentration.

Cette explication trouve un appui dans les travaux de différents auteurs : S. J. Drabkina a notamment montré que les formules de propagation d'une onde de choc s'appliquent de façon satisfaisante aux phénomènes observés lors de l'expansion du canal initial d'une décharge condensée. G. Fowler a également attribué aux ondes de choc des luminosités observées par Rayleigh dans des tubes communiquant latéralement avec le trajet d'une décharge.

La réflexion des ondes de choc peut naturellement se produire sur toutes les parois solides placées sur leur parcours ; en particulier, outre des réflexions sur les parois latérales d'un tube, des réflexions se produisent sur les extrêmités du tube à décharge. C'est sans doute une réflexion de ce type qui était à l'origine de la raie inclinée remarquée par M. Laporte. Son inclinaison résulte de la vitesse de propagation de l'onde de choc suivant l'axe du tube ; cette réflexion se faisant sur la même extrémité du tube (la plus voisine sans doute de l'élément servant de source), ne pouvait que rester indépendante de la polarité des électrodes.

Les clichés de M. Cloupeau lui permettent de déterminer les vitesses de propagation des ondes de choc qui dépendent des conditions de la décharge et de la température du gaz.

Ces phénomènes oscillatoires d'origine mécanique paraissent intéressants comme éventuellement utilisables pour obtenir localement des températures extrêmement élevées.

On voit par contre qu'ils viennent compliquer l'étude des variations en fonction du temps de la répartition spectrale d'énergie d'un tube à éclairs : l'émission instantanée de lumière et notamment de celle qui constitue le fond continu dans le cas des gaz rares les plus lourds, ne peut plus être considérée comme dépendant uniquement des valeurs instantanées des seuls paramètres électriques.

BIBLIOGRAPHIE

I. — La physique de la cathode

Emission thermionique de la thorine et de la zircone :

1. G. Mesnard. — Sur l'activation des cathodes thermioniques à la thorine et à la zircone. *J. Phys. Rad.*, 15, 1954, 151-155.
2. G. Mesnard. — Cathodes thermioniques complexes contenant de la thorine et de la zircone. *Le Vide*, 9, 1954, 1448-1453.
3. G. Mesnard. — Les cathodes à la thorine comparées aux cathodes à oxydes alcalino-terreux. *Le Vide*, 10, 1955, 347-351.

Cathodes frittées :

1. G. Mesnard, R. Uzan. — Cathodes thermioniques concrétées formées de nickel et d'oxydes alcalino-terreux. *Le Vide*, 9, 1954, 1492-1507.
2. G. Mesnard, R. Uzan. — Emission thermionique de mélanges frittés de poudres de tungstène et de carbonates alcalino-terreux. *Le Vide*, 10, 1955, 108-118.
3. G. Mesnard, R. Uzan. — Cathodes thermioniques obtenues par compression et frittage de mélanges de poudres de métaux et de composés alcalino-terreux. *Comptes Rendus*, 239, 1954, 484-486.
4. G. Mesnard, R. Uzan. — Cathodes frittées à oxydes alcalino-terreux contenant du zirconium. *Le Vide*, 10, 1955, 124-134.
5. G. Mesnard, R. Uzan. — Cathodes thermioniques frittées à métal contaminé. *Comptes Rendus*, 239, 1954, 1613-1615.
6. G. Mesnard, R. Uzan. — Cathodes capillaires obtenues par compression et frittage. *Le Vide*, 11, 1956, 44-53.

Etude des cathodes en régime d'impulsions :

1. G. Dejardin, G. Mesnard, R. Uzan. — L'effet Schottky des cathodes à oxydes. *Le Vide*, 11, 1956, 194-205.
2. G. Dejardin, G. Mesnard, R. Uzan. — L'émission thermionique des cathodes à la thorine en régime d'impulsions. *Cahiers de Phys.*, **74**, 1956, 1-21.
3. G. Mesnard, R. Uzan. — Le déclin de l'émission thermionique des cathodes à oxydes alcalino-terreux et à oxyde de thorium en régime d'impulsions. *C. R. Académie des Sciences*, 243, 1956, 1502.
4. G. Mesnard, R. Uzan. — Le déclin de l'émission des cathodes à oxydes alcalino-terreux en régime d'impulsions. *Cahiers de Phys.* (sous presse).

II. — La physique des semi-conducteurs

Etant donné la spécialisation des laboratoires qui travaillent sur ces questions, il a paru plus commode de classer par laboratoire les références

bibliographiques. Ces références sont ainsi groupées sous les rubriques suivantes :

		Nos
I.	Faculté d'Alger	1 à 14
II.	Faculté de Grenoble	15 à 17
III.	Institut de Physique Générale de Lyon	18 et 19
IV.	Faculté de Marseille	20 à 23
V.	Faculté de Nancy	24
VI.	Paris : Laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure et Faculté des Sciences	25 à 43
VII.	Faculté de Rennes	44 à 55
VIII.	Institut de Physique de Strasbourg	56 à 62
IX.	Commissariat à l'Energie Atomique	63
X.	Laboratoire du Centre National de la Recherche Scientifique	64 à 67
XI.	Centre National d'Etudes des Télécommunications	68 et 69
XII.	Laboratoires privés	70 à 76
XIII.	Observatoire de Paris	77 et 78
XIV.	Divers	79 à 84
XV.	Ouvrages sur les semi-conducteurs	85 et 86

I. — *Faculté d'Alger* :

1. N. NIFONTOFF. — Sur des phénomènes d'hystérésis présentés par des contacts redresseurs et par des couches minces. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 239, 1954, 31.
2. N. NIFONTOFF. — Contribution à l'étude expérimentale et théorique de la conductibilité et de l'effet de scintillation de couches minces et de détecteurs à cristaux. Thèse de Doctorat soutenue en avril 1955 à Alger.
3. N. NIFONTOFF. — Considérations sur la localisation des phénomènes de génération et de recombinaison dans les barrières de contact et à la surface d'un semi-conducteur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 1634.
4. N. NIFONTOFF. — Une interprétation possible de l'effet de scintillation dans les détecteurs à cristaux. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 1695.
5. A. BLANC-LAPIERRE, N. NIFONTOFF. — Mécanisme de conductibilité dans les lames minces granulaires et relations avec l'effet de scintillation. Communication présentée au 61e Colloque International du C.N.R.S. à Alger (1955). *J. de Phys. et de Radium*, 17, 1956, 220.
6. N. NIFONTOFF. — Résultats expérimentaux et tentatives d'interprétation relatives à l'effet de scintillation de couches métalliques granulaires. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 2128.

7. C. Uny, N. Nifontoff. — Mesure des écarts à la loi d'Ohm et de l'effet de scintillation présentés par des couches très minces d'argent d'or et d'aluminium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 729.

8. N. Nifontoff, M. Teboul. — Sur l'effet de scintillation dans les cellules photovoltaïques au sélénium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 1631.

9. A. Blanc-Lapierre, M. Perrot. — Propriétés électriques des lames métalliques minces. Mémorial des Sciences Physiques. Fasc. LVII (100 pages). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 237, 1953, 228.

10. J. P. David, M. Perrot. — Action du champ électrique sur l'évolution de la conductibilité des lames métalliques minces. Communication au 79e Congrès des Sociétés Savantes, Alger (1954).

11. J. P. David, M. Perrot. — Influence des variations de structure sur certaines propriétés des lames minces étudiées sous vide. Communication au 61e Colloque International du C.N.R.S., Alger (1955). *J. Phys. et le Radium*, 17, 1956, no 4.

12. G. Peri, M. Perrpt, J. Robert. — A Thermoelectric effect with powdered metallic oxides and salts. Communication au World Symposium on Solar Energy, Tucson (U.S.A.), Nov. 1956.

13. G. Peri, M. Perrot, J. Robert, A. Sauze, J. Tortosa. — Sur un effet thermoélectrique présenté par l'oxyde cuivrique en poudre. Communication à la Société des Sciences d'Afrique du Nord (janv. 1957). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2519.

14. G. Peri, M. Perrot, J. Robert. — Etude expérimentale d'effets thermoélectriques de certains oxydes pulvérulents. Publications Scientifiques Université d'Alger (Section Physique), t. 3, no 1.

II. — *Faculté de Grenoble* :

15. J. L. Andrieux, Mme M. J. Barbier-Andrieux. — Préparation du germanium par électrolyse ignée. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 2104.

16. Mme M. J. Barbier-Andrieux. — Préparation par électrolyse ignée des alliages du germanium avec le nickel, le fer et le manganèse. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 309.

17. Mme Barbier-Andrieux. — Electrolyse de l'oxyde de germanium et des germanates fondus ; production du germanium et de quelques-uns de ses alliages. *Bulletin de la S.F.E.*, Vol. VI, no 70, 1956, 670.

III. — *Faculté de Lyon* :

18. G. Mesnard, A. Dolce. — Sur les caractéristiques courant-tension des contacts redresseurs métal-germanium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 2025.

19. G. Mesnard, A. Dolce. — La variation du courant inverse des contacts redresseurs métal-germanium quand les concentrations de porteurs à l'intérieur du semi-conducteur s'écartent de leurs valeurs d'équilibre thermique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (sous presse).

IV. — *Faculté de Marseille* :

20. G. Blet. — L'effet photomagnétoélectrique dans les photopiles à couche d'arrêt au sélénium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 743.

21. G. Blet. — L'effet photoélectrique dans les photopiles au sélénium aux basses températures. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 240, 1955, 962.

22. G. Blet. — De l'influence du proche infra-rouge aux basses températures sur les propriétés des photopiles au sélénium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 798.

23. G. Blet. — Une anomalie des conductibilités directe et inverse d'une photopile au sélénium refroidie à basse température et réactivée par l'infra-rouge. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 1753.

V. — *Faculté de Nancy* :

24. H. Bizette, Belling-Tsai. — Susceptibilité magnétique de l'oxyde cuivrique CuO. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 182.

VI. — *Paris* : *Laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure et Faculté des Sciences* :

25. J. des Cloizeaux. — Bandes interdites et bandes permises dans les semi-conducteurs impurs et les alliages désordonnés. *J. de Phys. et le Radium*, 16, n° 4, 1955, 320.

26. P. Aigrain. — Défauts de réseau dans les solides. Comptes rendus de la séance de la Société de Physique du 7 octobre 1954. *J. de Phys. et Radium*, 16, n° 7, 1955, 39 s.

27. O. Garreta. — Lumière de recombinaison sur le germanium. Comptes rendus de la Société de Physique. *J. de Phys. et le Radium*, 16, n° 7, 1955, 43 s.

28. P. Baruch, P. Nozières. — Diffusion des porteurs par les impuretés ionisées dans les semi-conducteurs. Comptes rendus de la Société de Physique. *J. de Phys. et le Radium*, 16, n° 7, 1955, 43 s.

29. O. Garreta. — Variation de la tension de perçage d'un transistor en fonction de la température. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 857.

30. P. Aigrain, J. des Cloizeaux. — Limite d'absorption optique et masse efficace des électrons dans l'antimoniure d'indium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 859.

31. P. Baruch, M. Desse. — Etudes alliages étain-antimoniure d'indium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 1040, complété par 241, 1955, 1762.

32. J. M. Thuillier. — Conductivité thermique des semi-conducteurs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 1121 ; 242, 1956, 2633.

33. G. Benoit a la Guillaume. — Lumière de recombinaison par l'intermédiaire de pièges dans le germanium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 704.

34. Mlle G. Rigaux, J. M. Thuillier. — Phénomènes de magnéto-résistance négative dans les semi-conducteurs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2710.

35. P. Aigrain, Mlle G. Rigaux, J. M. Thuillier. — Effets thermo-magnétoélectriques dans l'antimoniure d'indium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 1145.

36. M. J. Tavernier. — Contribution à l'étude de la mobilité des porteurs dans l'antimoniure d'indium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2707.

37. A. A. Pires de Carvalho. — Saturation de l'effet photomagnéto-électrique sur le germanium en fonction du champ magnétique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 745.

38. J. Epelboin, M. Erny. — Sur l'étude de l'anisotropie électrique du gallium au voisinage du point de fusion. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 1118.

39. M. Erny, R. Cabarat, A. Defrain, J. Epeiboin. — Sur l'anisotropie des propriétés élastiques des monocristaux de gallium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2698.

40. G. Destriau. — Renforcement de l'électroluminescence de certains cristaux par pivotement dans le champ. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 869.

41. M. D. Curie. — Relation entre la phosphorescence et la physique des semi-conducteurs. *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 43 s.

42. Mlle Y. Lortie. — Utilisation des thermistances comme jauges à vide *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 317.

43. Mlle Y. Cauchois. — Les niveaux d'énergie des atomes de numéros inférieurs à 70. *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 253.

VII. — *Faculté de Rennes* :

44. M. R. Freymann. — Absorption dipolaire de Debye. Conférence à la réunion organisée par M. L. de Broglie, 24 mai 1955. *Cahiers de Phys.*, 1956, 67, 19.

45. J. Meinnel, E. Daniel, Y. Colin. — Défauts de réseau et absorption dipolaire hertzienne de l'oxyde cuivreux. *J. de Phys. et le Radium*, 1956, 17, 79.

46. B. HAGENE, H. CORNETEAU, Mlle M. L. BLANCHARD. — Influence du dopage par de faibles quantités d'impuretés (10-5GU) sur l'absorption Debye dipolaire de l'oxyde de zinc. *J. Phys.*, 1956, 17, 450.

47. Mlle M. L. BLANCHARD, J. De HOT, H. CORNETEAU. — Sur l'observation aux très basses températures d'une bande d'absorption Debye dipolaire de l'oxyde de zinc (énergie d'activation voisine de 0,05 eV). *J. de Phys. et le Radium*, 1956, 17, 451.

48. R. FREYMANN, Mme M. FREYMANN, Mlle M. L. BLANCHARD, M. HAGENE, Mlle LE PAGE, H. CORNETEAU, B. HAGENE. — Absorption dipolaire Debye de composés minéraux et organiques. Effets photodiélectriques. *Archives Sciences, Genève*, 1956, 9, 53.

49. J. MEINNEL, Mme Y. MEINNEL, Y. BALCOU, M. EVENO, P. LE GUESDRON. — Etude de l'absorption dipolaire Debye du sélénium avant, pendant et après éclairement. *Archives Sciences Genève*, 1956, 9, 62.

50. R. FREYMANN, Y. BALCOU, Mlle M. L. BLANCHARD, H. CORNETEAU, Mme M. FREYMANN, B. HAGENE, Mlle M. HAGENE, Mlle M. LE PAGE, J. MEINNEL, R. ROHMER. — Propriétés électriques et optiques de quelques semi-conducteurs : oxyde de zinc, sulfure de zinc, sélénium. Colloque Luminescence, Paris, 1956. *J. Phys.*, 1956, 17, 806.

51. Publications n° 4 du Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Rennes (complément à n° 50).

52. R. FREYMANN, E. GRILLOT, Mlles M. HAGENE, M. LE PAGE. — Sur l'effet photodipolaire dans le sulfure de zinc. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 1522.

53. J. MEINNEL, M. EVENO, F. TRICOLET. — Influence de l'état physique et de l'irradiation infra-rouge sur l'absorption dipolaire hertzienne d'échantillons très purs de sélénium hexagonal. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 1761.

54. Mme FREYMANN, M. R. GOFFAUX, Mlle M. HAGENE, L. LE BOT. — Observation à basse température de l'absorption dipolaire du carbure de silicium : niveaux voisins de 0,02 eV. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 2048.

55. Mlle M. L. BLANCHARD. — Sur l'existence, pour l'oxyde de zinc, de plusieurs mécanismes distincts d'absorption dipolaire Debye. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 767.

VIII. — *Institut de Physique de Strasbourg* :

56. M. PERAKIS, Mlle A. SERRES. — Etude de la semi-conductivité de l'oxyde cuivreux d'après son comportement magnétique entre 80° et 1000° K. *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 387.

57. S. NIKITINE, Mme COUTURE. — Recherche sur les spectres des divers semi-conducteurs. *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 42 s.

58. S. NIKITINE, R. REISS. — Etude de l'absorption des rayons « restants » et des rayons « manquants » de l'iodure de cuivre dans le spectre visible (à 77° K). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 239.

59. S. Nikitine, R. Reiss. — Etude des spectres d'absorption et de réflexion de quelques semi-conducteurs en lames très minces dans le visible et le proche ultra-violet. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 1003.

60. N. Perakis, Mlle A. Serres. — Ferromagnétisme induit, nettement caractérisé, par addition d'ions lithium dans l'oxyde de nickel. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 1275.

61. R. Reiss. — Sur les spectres de luminescence à la température de l'azote liquide de diverses lames d'iodure de cuivre et leur comparaison avec les spectres d'absorption attribuée à la formation d'excitations des mêmes lames. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 902.

62. S. Nikitine, R. Reiss. — Contribution à l'étude du spectre d'absorption et de réflexion de l'iodure et du bromure de cuivre aux basses températures. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 1588.

IX. — *Commissariat à l'Energie atomique* :

63. A. Abragam, J. Combrisson. — Relaxation paramagnétique spin-réseau dans un semi-conducteur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 576 ; Relaxation paramagnétique spin-spin dans un semi-conducteur. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 650.

X. — *Laboratoire du Centre National de la Recherche Scientifique* :

64. M. Rodot, P. Duclos, etc... — Prèparation d'antimoniure d'indium. Détermination des masses efficaces. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2522.

65. M. Rodot. — Théorie de l'effet magnétothermoélectrique transversal dans les semi-conducteurs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 129.

66. F. Kover. — Propriétés électriques de l'antimoniure d'aluminium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 243, 1956, 648.

67. J. J. Trillat, Tertiau, etc... — Etude par diffraction électronique de la cristallisation et de l'oxydation des films minces de germanium *Le Vide*, 64, 1956, 190.

XI. — *Centre National d'Etudes des Télécommunications* :

68. M. E. Gastinger. — Les combinaisons de basse valence et leur rôle dans le domaine des semi-conducteurs. *Echo des Recherches*, 20, 1955, 16.

69. J. Lagrenaudie. — L'effet photomagnétoélectrique. *Annales des Télécommunications*, 11, 1956, 131.

XII. — *Laboratoires privés* :

70. A. Leblond. — Sur une forme particulière des équations régissant la propagation des porteurs libres dans un réseau cristallin homogène

du type « à jonction » unidimensionnel. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 85.

71. A. LEBLOND, R. GENTNER. — Note sur une structure particulière permettant d'obtenir des oscillations de haute fréquence. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 621.
72. A. LEBLOND. — Etude théorique de la caractéristique intensité-tension d'une structure semi-conductrice *p-i-p* en tenant compte de l'ionisation du milieu due aux porteurs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 1856.
73. J. LAPLUME. — Sur le courant inverse de saturation dans un type de redresseur à jonction *p-n*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 239, 1954, 1126.
74. J. LAPLUME. — Sur l'influence de la recombinaison en surface sur le gain en courant d'un transistor à jonction. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 239, 1954, 1274.
75. J. SUCHET. — Céramiques d'oxydes semi-conducteurs. Etude relative au cas général d'une phase solide unique. *Bulletin de la S.F.E.*, Vol. 1955, 274.
76. Remarques sur la variation de la résistivité en fonction de la température des céramiques à base d'oxyde de manganèse et de nickel. *J. de Phys. et le Radium*, 16, 1955, 417.

XIII. — *Observatoire de Paris* :

77. G. WIERICK. — Rôle des trappes profondes dans la formation du signal photoélectrique des couches minces de sulfure de cadmium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 239, 1954, 257.
78. G. WLERICK. — Equilibre électronique d'un semi-conducteur éclairé. *J. de Phys. et le Radium*, 15, 1954, 667.

XIV. — *Divers* :

79. J. BOK. — Sur la conductibilité de l'antimoniure d'indium à basse température. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 2114.
80. LEMASSON-LUCASSON (Mme A.). — Spectres L du gallium et du germanium. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 3059.
81. A. MARCHAND. — Susceptibilités magnétiques du cristal de gallium et du gallium liquide. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 241, 1955, 468.
82. J. ORTUSI. — Conditions of analogy between the propagation of electromagnetic waves and the trajectories of particles of same spin with application to rectifying magnetrons. *I.R.E. Transactions on antenna and propagation*, 1956, 363.
83. Mlle J. BEYDON, Mme FARRAGI, etc. — Mise en évidence d'un isotope nouveau du sélénium déficient en neutrons. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 586.

84. S. KANDARE. — Le pouvoir réflecteur depuis le visible jusque dans l'ultra-violet lointain des dépôts de silicium obtenus par évaporation sous vide. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 571.

XV. — *Ouvrages sur les semi-conducteurs* :

85. G. GOUDET, C. MEULEAU. — Les semi-conducteurs. Diodes, transistors, et autres applications. Eyrolles, Paris, 1957. Traduit en anglais sous le titre : Semiconductors, Diodes, transistors and others applications, MacDonald and Evans Ed. London, 1957.

86. M. LEROUX. — Montages pratiques à transistors. Editions techniques professionnelles, 1956.

III. — LE BRUIT DANS DES FAISCEAUX D'ELECTRONS

1. P. GUENARD, H. HUBERT. — Etude expérimentale de l'interaction par ondes de charges d'espace au sein d'un faisceau électronique se déplaçant dans des champs électrique et magnétique croisés. *Annales de Radioélectricité*, 1952.

2. B. EPSZTEIN. — Instabilité des faisceaux électroniques soumis à un champ magnétique. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 1425.

3. B. EPSZTEIN. — Sur certains effets de la charge d'espace dans des faisceaux électroniques. *Congrès International « Tubes Hyperfréquences »*, Paris, 1956.

4. J. L. DELCROIX. — Etudes des propriétés statiques des charges d'espace du type magnétron. Thèse, Paris, 1954.

5. J. COSTE, J. L. DELCROIX. — Oscillations de plasma et fréquence de résonance dans un magnétron en régime Brillouin. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 242, 1956, 87.

6. G. CONVERT, O. DOEHEER. — The Signal to noise radio in the M carcinotron. *Trans. I.R.E.*, Vol. E. D. 1, n° 4, 1954.

IV. — LES PHÉNOMÈNES OSCILLANTS DANS LES RECHERCHES DANS LES GAZ

1. J. SALMON. — Détermination des conditions d'amorçage d'une décharge H. F. dans les gaz sous faibles pressions. *J. de Phys. et le Radium*, 17 (1956), 33. Ce mémoire fait suite à deux mémoires sur : Théorie de la décharge H. F. dans les gaz aux basses pressions : détermination de la fonction de distribution. *J. de Phys. et le Radium*, 15, 1955, 16 et 210.

2. F. CABANNES. — Etude la décharge électrique par induction dans les gaz rares. *Ann. de Phys.*, 10, 1955, 1026.

3. M. CLOUPEAU. — Sur la répartition spectrale instantanée du rayonnement des lampes à éclairs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 744.

4. M. CLOUPEAU. — Etude des ondes de choc dans les lampes à éclairs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 244, 1957, 2033.

Italie

N° 164 — Rapport du Comité National à la Commission VII

(*Traduction*)

PHYSIQUE DES SEMI-CONDUCTEURS

Au laboratoire des semi-conducteurs de l'Institut Supérieur des Postes et Télégraphes (fondation Ugo Bordoni), le comportement de la résistivité et le coefficient de Hall de monocristaux de germanium ont été déterminés expérimentalement en fonction du champ magnétique (jusqu'à environ 1,3 Wb/m^2), pour différentes orientations du champ magnétique et du courant par rapport aux axes cristallographiques des échantillons.

Les résultats expérimentaux ont été discutés en fonction des bandes d'énergie du germanium. Pour ce qui concerne le germanium-n, l'accord des résultats théoriques et des résultats expérimentaux est satisfaisant, et une valeur approchée du rapport entre la masse longitudinale et la masse transversale des électrons de conduction a été déduite. La limite supérieure de ce rapport a été déterminée ; elle correspond à la valeur obtenue par d'autres chercheurs mais est en désaccord avec les expériences de résonance cyclotronique.

Pour le germanium-p la comparaison entre données expérimentales et théoriques est seulement partiellement possible. Une discussion des résultats expérimentaux a été faite grâce à une théorie approchée, reposant sur l'hypothèse que les surfaces isoénergétiques des bandes de valence sont de forme sphérique. Une telle hypothèse n'apparaît pas comme suffisamment correcte.

Le procédé de mordançage pour nettoyer la surface des monocristaux de germanium a été étudié au même laboratoire. Différentes méthodes de mordançage ont été examinées ; quelques-unes d'entre elles montrent un effet préférentiel sur certaines orientations cristallographiques. Chaque opération de mordançage a porté sur différentes faces du cristal ; un contrôle en a été effectué par des observations au microscope et les mesures de la résistivité par la méthode du probe à quatre pointes de tungstène.

Le laboratoire poursuit un programme étendu dans le domaine des cristaux semi-conducteurs.

Aux laboratoires C.I.S.E. de Milan, des cristaux de germanium ont été bombardés par les particules α de ^{210}Po (5,3 Mev). Des mesures de conductivité à différents stades de bombardement ont confirmé la transformation du germanium-*n* en germanium-*p*. A partir de la pente initiale de la courbe représentant la relation entre la conductivité et le flux intégré des particules α, il est possible de déterminer le nombre des porteurs négatifs extraits de la bande de conduction par chaque particule α. Des mesures faites entre -78° C et $+65^{\circ}$ C indiquent que ce nombre est indépendant de la température de radiation, et s'élève à 79 ± 5 électrons/α.

Il a également été démontré que la radiation produit un spectre des niveaux plus complexe que celui provoqué par bombardement électronique ; la circonstance a été mise en connexion avec la formation possible de défauts complexes (amas et lacunes interstitiels) alors que le bombardement électronique produit en majorité des couples isolés d'interstices et de lacunes.

BIBLIOGRAPHIE

1. G. Della Pergola, D. Sette. — Effetti galvanomagnetici nel germanio- In corso di pubblicazione sul *Nuovo Cimento.*
2. G. Della Pergola, D. Sette. — Mass ratio and magnetoresistance. in *n-type* germanium. *Phys. Rev.*, **104**, 598, 1956.
3. G. Della Pergola, D. Sette. — Sulle modalità di attacchi chimici per monocristalli di germanio. *Alta Frequenza*, **24**, 499, 1955.
4. A. Ascoli, M. Asdente, E. Germagnoli. — On the atomic displacement produced by particles in germanium. In corso di pubblicazione sul *Nuovo Cimento.*
5. A. Ascoli, M. Asdente, E. Germagnoli. — On the atomic displacement mechanism by particles in germanium. In corso di pubblicazione su *Energia Nucleare.*

Décharges dans les gaz

A l'Institut de Physique de l'Université de Bologne les oscillations de relaxation d'un circuit constitué par un tube à gaz en parallèle avec un condensateur ont été étudiées, le circuit étant alimenté, à travers une résistance, par un générateur de force électromotrice constante. En faisant varier cette force électromotrice, la résistance et la capacité, quatre conditions d'oscillation ont été observées, à savoir :

— le comportement comme un compteur,

— les décharges de Townsend,
— les décharges du premier ordre,
— les décharges du second ordre.

Pour chacune des situations les conditions de mise en route et d'arrêt ont été étudiées en connexion avec les particularités et les caractéristiques du tube.

Aux laboratoires C.I.S.E. de Milan, une étude systématique du mécanisme de la décharge en couronne entre électrodes cylindriques dans l'Argon a été entreprise. Une émission de lumière ultra-violette accompagnant les avalanches de Townsend a été découverte ; ces photons sont responsables du déclanchement de la décharge en couronne. Le mécanisme de la production de tels photons a été investigué ; d'après leur durée de vie moyenne il a été déduit qu'ils proviennent de molécules A_2 excitées. L'action photoélectrique de ces photons sur la cathode a été également examinée. L'ensemble de ces processus détermine le départ d'une décharge en couronne dont les oscillations transitoires ont été étudiées. Les propriétés de ces décharges en couronne peuvent être utilisées pour réaliser un type simple de compteur proportionnel

BIBLIOGRAPHIE

1. D. Brini, P. Veronesi. — The decay of the space charges in inter mittent discharges in neon and argon. *Nuovo Cimento*, 10, 1662 (1953).

D. Brini, O. Rimondi, P. Veronesi. — On the dependence of the decay of space charges by the static characteristic in intermittent discharges. *Nuovo Cimento*, 12, 948 (1954).

D. Brini, O. Rimondi, P. Veronesi. — On intermittent discharges in air at low pressure. *Nuovo Cimento*, 12, 48 (1954).

D. Brini, O. Rimondi, P. Veronesi. — Formative Time of the cathodic space charge. *Nuovo Cimento*, 12, 915 (1954).

L. Ferretto, P. Veronesi. — Influenza del campo magnetico trasversale sulla tensione di innesco della scarica in un gas ad alta frequenza. *Nuovo Cimento*, serie X, 2, 639 (1955).

2. L. Colli, U. Facchini. — Discharge mechanism in argon counter. *Phys. Rev.*, 88, 987 (1952).

3. L. Colli.—Ultra-violet photons in the decay of metastable argon atoms. *Phys. Raw.*, 95, 892 (1954).

4. L. Colli, U. Fachini. — Secondary electron emission by photoelectric action and ion bombardment at the cathode in corona breakdown of argon. *Phys. Rew.*, 96, I (1954).

5. L. Colli, U. Facchini, E. Gatti, A. Persano. — Dynamics of corona discharge between cylindrical electrodes. *Jour. of Appl. Phys.*, 25, 429 (1954).

6. L. Colli, U. Facchini, E. Gatti. — Proportional counters in corona region. *Rew. Sci. Instr.*, 23, 621 (1952).

Japon

N° 203. — Rapport du Comité National à la Commission VII

(M. Kotani, T. Okabe, T. Muto, G. M. Hatoyama, Y. Koike, Y. Asami)

(*Traduction*)

I. — Emission électronique des cathodes

(T. Okabe, T. Muto)

Cathodes à oxydes

Les causes de vieillissement des cathodes à oxyde ont été examinées. L'importance de l'évaporation de l'oxyde de baryum a été mise en évidence et de nouvelles méthodes de construction ont été proposées dans le but de prolonger la vie des cathodes (1, 2). Un autre facteur a été considéré : celui de l'empoisonnement par les gaz occlus dans les différentes parties du tube (3, 4). La dissociation de l'oxyde de baryum par bombardement électronique a fait l'objet d'une étude quantitative basée sur l'utilisation des isotopes radioactifs (5). Quant à la couche cathodique interne, un appareil spécialement conçu a permis d'en mesurer la résistance. On a pu obtenir une relation entre cette résistance et la teneur en silicium du manchon (6). La distribution des résistivités dans la couche d'oxyde a été déterminée par une méthode de sonde ; des zones de haute résistivité ont été ainsi décelées dans la surface émissive (7).

Une étude a été consacrée à la naissance d'arcs dans les diodes redresseuses (8, 9). On a cherché à définir également l'influence de la densité de courant et de la nature du support sur l'émission

électronique (10, 11). La distribution des vitesses des électrons émis par diverses cathodes à oxydes a été déterminée par la méthode des champs retardateurs ; ces résultats sont en bon accord qualitatif avec l'hypothèse d'un mécanisme de conduction par les pores (12). D'autres expériences relatives à ce mode de conduction ont été aussi réalisées (13, 14).

La surface des couvertures d'oxyde a été examinée avec succès au microscope électronique. Le monoxyde de silicium a été utilisé pour obtenir des moulages de surfaces émissives (15).

Cathodes froides

Des cathodes de ce type ont été réalisées au moyen d'oxyde de baryum. Leur comportement en présence de décharges gazeuses a été étudié, ce qui a permis de mettre au point des méthodes pratiques pour leur construction (16, 17). La nature et la technologie de production de l'oxyde de baryum ont été analysées (18). Le pouvoir émissif total et la distribution d'énergie des électrons émis par l'oxyde de baryum en atmosphère inerte ont été calculés en s'appuyant sur la théorie de neutralisation d'Auger (19).

Cathodes à réserves

Le développement de cathodes en L s'est poursuivi. Des durées de vie supérieures à 10.000 heures à la température de 1000° C, et de plus de 7000 heures à 1100° C ont été obtenues (20). Quelques modifications apportées aux cathodes en L ont été signalées (21). Une nouvelle cathode appelée « émetteur à tungstène baryé » a été étudiée (22).

RÉFÉRENCES

1. S. Takada, S. Fuji. — Long-Life Oxide-Coated Cathode. *Le Vide*, n° 55, 1955, 336
2. T. Imai. — Oxide Cathode with Barium Supply. *Report* n° 630, *A.J.M.E.E.*, 1956.
3. K. Amakasu. — An Engineering Study of Oxide Coated Cathode. *Report of E.C.L.N.T.T.*, Vol. 4, n° 9, 1956, 8.
4. T. Imai. — Effect on the Contamination of Anode upon the Deterioration of Emission of Oxide Cathode. *Report of E.C.L.N.T.T.*, Vol. 3, n° 11, 1955, 16.

5. S. Yoshida *et al.* — Radioactive Isotope Study of the Dissociation of Barium Oxide under Electron Bombardment. *J. App. Phys.*, 27, 1956, 497.

6. T. Okabe *et al.* — Measurement of the Interface Resistance of Oxide Coated Cathodes. *Toshiba Rev.*, 10, 1955, 735.

7. T. Takamoto. — On the Resistance of Oxide Coated Cathodes. *J. Apply. Phys. Japan*, 25, 1956, 617.

8. B. Shigihara *et al.* — On the Sparking of the Oxide Coated Cathode. *Hitachi-Hyoron*, 38, 1956, 617.

9. T. Kômura *et al.* — Sparking of the Oxide Coated Cathode. *Report* nº 127, *A.M.I.E.C.E.*, 1956.

10. T. Imai. — Relation between the Cathode Current Density and the Deterioration of the Cathode. *Report* nº 107, *A.M.I.E.C.E.*, 1955.

11. K. Kitagawa. — Influence of Core Material on the Emission and Life of Tubes with Oxide Coated Cathode. *Hitachi-Hyoron*, 38, 1956, 955.

12. K. Nakamura. — Oxide-Coated Cathode Structure from the Viewpoint of Electron Velocity Dispersion Phenomena. *J.I.E.C.E.*, 39, 1956, 704.

13. T. Yabumoto *et al.* — Electric Conductivity and Electron Emission of Oxide Cathode. *E.C.L. Technical Journal*, Vol. 5, nº 2, 1956, 209.

14. Nakai *et al.* — On the Relations between Electron Emission Conduction and Noise of Oxide Coated Cathode. *J. Phys. Soc. Jap.*, 10, 1955, 437.

15. K. Yazawa. — A Study of the Oxide Coating of the Cathode by an Electron Microscope, Report nº 3, II, p. 3. *Joint Meeting of the Institutes of Applied Physics*, Japan, 1957.

16. T. Imai. — Cold Cathode Glow Discharge Tubes with Oxide Cathodes. *Monthly J. of E.C.L.N.T.T.*, 9, 1956, 452.

17. T. Imai *et al.* — Oxide Cathodes for Cold Cathode Glow-Discharge Tubes. *Monthly J. of E.C.L.N.T.T.*, 9, 1956, 463.

18. R. Sato *et al.* — Properties of the Crusty-Barium-Oxide-Coated Cathode for Glow-Discharge Tubes. *Toshiba Rev.*, 11, 1956, 1041 et 1249.

19. Y. Takeishi. — Auger Ejection of Electron from Barium Oxide by Inert Gas Ions and the Cathode in the Normal Glow Discharges. *J. Phys. Soc. Japan*, 11, 1956, 676.

20. T. Hashimoto. — Cavity Type Ba-W Cathode. *E.C.L. Technical Journal*, Vol. 5, nº 4, 1956, 381.

21. T. Hashimoto *et al.* — Molded Oxide Cathode. *Report* nº 629, *J.A.M.I.E.E.*, 1931 ; *Report* nº 128, *A.M.I.E.C.E.*, 1931.

22. Y. Koike *et al.* — Bariated Tungsten Emitter. *Sci. Rep. Tohoku Uni.*, 5, 1955, 67.

II. — Physique des semi-conducteurs

(George Hatoyama)

1) *Phénomènes de surface*

Le Laboratoire Electrotechnique, le Laboratoire des Communications Electriques, l'Institut de Physique Kobayashi, ainsi que la Tokyo Tsushin Kogyo Ltd, ont entrepris l'étude de la conduction de surface, de la vitesse de recombinaison superficielle et des effets de champ à la surface du germanium.

I. Nakada (Institut de Physique de Kobayashi) a étudié l'influence de l'ambiance sur la recombinaison en surface, la conductivité superficielle et les potentiels de contact (1) ; il a constaté qu'en ce qui concerne la molybdénite, le rapport de mobilité $\mu\ h/\mu e$ est très faible.

M. Kikuchi (ETL) a relevé la variation de φs quand une surface mordancée de germanium est exposée à l'air (2) ; il a pu confirmer l'augmentation du temps de relaxation avec l'épaississement de la couche d'oxyde sur l'échantillon de germanium.

M. Kikuchi et S. Iwata (Tokyo-Tsushin) ont observé que le maximum de recombinaison superficielle a lieu pour des valeurs de φs écartées du centre de la bande interdite (3) ; ces auteurs en ont conclu que, pour un collecteur donné, la section de capture n'était pas la même pour les électrons et les trous. Iwata a montré que la vitesse de recombinaison superficielle sur le silicium augmente par simple juxtaposition d'une feuille de mica sur la surface.

L'étude des surfaces propres de germanium se poursuit à l'Université de Hokkaïdo. D'après A. Kobayashi (4), la densité superficielle des états du germanium atteint 10^{12} V^{-1} ou $^{-2}$ quand la surface est propre. Cette constatation favorise l'hypothèse suivant laquelle il interviendrait un niveau du genre Tamm.

Les hétérogénéités du courant superficiel de fuite à la périphérie des jonctions *p-n* d'alliages de germanium ont été étudiées par M. Kibuchi (ETL) (5). Dans ces expériences, la périphérie de la jonction est balayée par un étroit faisceau lumineux ; la dépendance entre le courant photoélectrique produit la tension appliquée et l'intensité lumineuse de la plage exploratrice est enregistrée en chaque point. Les variations du courant photoélectrique en fonction de la tension appliquée peuvent être classées en deux types : le type ohmique et le type en avalanche.

2) *Technique des transistors*

Les fosses de capture à la surface du germanium sont étudiées à l'Université de Tokyo par R. Hashigushi et al. Ces chercheurs ont montré que pour les surfaces (100) et (111) les fosses s'alignent de préférence parallèlement à (110). Les fosses du type (110) sont difficilement observables, mais elles apparaissent très clairement après bombardement de la surface par des deutérons. Ce procédé a également permis d'augmenter considérablement les durées de vie, prouvant ainsi l'existence de phénomènes de durées de vie fictives.

Pour obtenir des jonctions planes et un gamma élevé, Kikuchi (ETL) (6) a utilisé un alliage Ga-Ge. Le Ge se liquéfie à une température plus basse que ne se fait l'alliage, ce qui rend possibles les jonctions planes. De plus, la constante de ségrégation de Ga est beaucoup plus forte que celle de In. Il en résulte une concentration plus élevée des trous dans la région p.

Iwata (Tokyo-Tsushin) a étudié la diode à pointe P-$n(-p)$ en tant qu'élément de commutation. Il a remarqué que lorsque des traces de cuivre sont introduites comme impuretés acceptrices, les conditions d'opération de la pointe sont stabilisées.

Les propriétés des diodes en alliages évaporés de germanium sont analysées du point de vue de leurs applications photoélectriques par Takeya et al. (Broadcast Corporation Research Institute). Entre autres, les caractéristiques spectrales de ces diodes ont été étudiées.

Kikushi (ETL) a pu montrer (7) l'efficacité des dislocations de la surface du germanium pour libérer les accepteurs thermiques de ce corps. Par conséquent, des échantillons à plus faible densité d'accepteurs thermiques peuvent être obtenus grâce à une préparation de la surface avant traitement thermique. L'influence d'un champ électrique appliqué au cours du processus de fusion est étudiée par Watanabe et Nishizawa (Université de Tohoku). Ces chercheurs ont montré qu'un contrôle de la teneur en impuretés est réalisable par cette méthode.

3) *Bruit dans les semi-conducteurs*

Le bruit inhérent aux transistors et ses relations avec d'autres propriétés de ces dispositifs ont fait l'objet des études de T. Niimi

et R. Shikama (8) (ECL), et de T. Yajima (9) (BCL). Ces auteurs ont constaté qu'un transistor détérioré, à niveau de bruit et de I_{co} élevés, récupère ses qualités premières lorsque sa surface est mordancée à nouveau. D'autres expériences ont porté sur la corrélation entre bruit et I_{co}.

Yajima (BCL) (10) a établi une relation entre le bruit et la valeur de α dans le cas d'une tétrode au germanium. Il a constaté la prédominance du bruit de partition. D'autre part, une corrélation entre bruit et vitesse de recombinaison superficielle a été établie.

T. Inuishi (11) (Université d'Osaka) a démontré que, dans les diodes à jonction au germanium, c'est le courant de fuite et non la composante saturée du courant inverse qui est à l'origine du bruit *1/f*.

4) *Structure des bandes dans les semi-conducteurs*

M. Shibuya (ETL) a déterminé la caractéristique courant tension des semi-conducteurs à surfaces isoénergétiques sphéroïdales. Il en a conclu qu'aux champs électriques intenses, la direction du vecteur-courant ne coïncide pas avec celle du vecteur-champ électrique. Un tel phénomène a été effectivement constaté par cet auteur et W. Sasaki (12), au cours de l'observation du champ électrique transversal sur un échantillon de germanium où les électrons ont été portés à une haute température par le passage d'impulsions intenses de courant.

Sasaki s'est également occupé des propriétés de ces électrons « chauds » dans le germanium. Ces électrons se comportent différemment des autres au point de vue de l'effet Hall et des propriétés magnéto-résistives.

Le germanium présente également un effet électro-acoustique (B). Une onde progressive ultrasonique d'une puissance d'environ 10 W/cm² se propageant dans une tige de germanium y produit une force électromotrice de l'ordre de 1 V/cm. On peut assimiler ce phénomène à un « freinage des phonons » et le considérer en fonction des données de la thermoélectricité.

Les propriétés du germanium et de l'antimoniure d'indium à basse température ont été étudiées par Sasaki (ETL) et Y. Kanai (ECL). Ces matériaux présentent tous deux des propriétés magnéto-résistives négatives si leur taux d'impuretés est correct.

5) *Recherches relatives à d'autres semi-conducteurs*

L'étude des composés du groupe IV-VI a été poursuivie. T. Okada et A. Okazaki (14) de l'Université de Kyushu ont entrepris des recherches systématiques concernant les propriétés physiques et électriques de ces composés.

RÉFÉRENCES

1, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14. — *Phys. Soc. Jap. Spring Meeting*, 1957.
2. Kikuchi. — *J. Phys. Soc. Jap.*, **12**, 1957, 436.
5. Kikuchi. — *J. Phys. Soc. Jap.*, **12**, 1957, 133.
6. *Inst. Elect. Comm. Eng. Jap. Spring Meeting*, 1957.
10. *Inst. Elect. Comm. Eng. Jap. Fall Meeting*, 1956.

III. — Electronique des Micro-ondes
(Y. Koike)

On s'occupera uniquement dans ce compte-rendu des travaux et des suggestions particulièrement intéressantes dans le domaine des tubes pour micro-ondes, parce que les développements récents des klystrons usuels, des tubes à ondes progressives, des magnétrons et des dispositifs pour ondes millimétriques ont déjà fait l'objet d'un rapport au Congrès International sur les Tubes pour micro-ondes, à Paris en 1956.

1) *Magnétrons pour ondes millimétriques*

Mito, Aoi, et d'autres, ont proposé un magnétron concentrique sans fentes travaillant sur le mode TE_{nio} (1) et un magnétron à harmoniques spatiales pourvu d'un nombre limité de fentes (2), de manière à réduire les difficultés inhérentes à la construction des magnétrons à cavités multiples dans le domaine millimétrique. Les données théoriques du problème ont déjà été établies et ces nouveaux magnétrons ont atteint le stade expérimental.

2) *Klystrons*

Fuzisawa a proposé un nouveau type de klystron dont l'élément de base est constitué par une cavité en forme de guide d'onde. L'accord est réalisé par un plongeur. Le milieu de la cavité est occupé par deux surfaces planes parallèles comprenant chacune

des fentes d'interaction. Ces fentes sont traversées par un faisceau électronique rectangulaire mince. Ce tube fonctionne à peu près comme un klystron à dérive flottante ; dans certaines conditions appropriées pour le temps de transit électronique entre deux fentes adjacentes, un groupement favorable des électrons se réalise et le tube oscille efficacement. Ce principe permet une construction simple, un plus grand domaine de fréquences et un couplage plus serré du faisceau. Il semble que le procédé soit utilisable en ondes millimétriques.

3) *Tubes à ondes progressives*

Un hélicoïde de grand diamètre donne lieu à 1) une onde progressive lorsque la longueur d'une spire est supérieure à la longueur d'onde, 2) une onde rétrograde ou régressive si cette longueur de spire est inférieure à la longueur d'onde.

L'étude théorique des caractéristiques harmoniques spatiales d'une telle hélice a été faite par Oyama (4). Elle a été appliquée à un amplificateur expérimental à ondes progressives sur 3615 Mc/s. L'hélice avait 25 mm de diamètre pour une longueur de 185 mm. Deux faisceaux d'électrons de 1,5 mA étaient focalisés dans le voisinage immédiat de l'hélice. Le gain total a été d'environ 20 db. D'autres expériences sur 24 Gc/s sont en cours.

4) *Multiplicateurs de fréquence*

Deux types de tube à ondes progressives ont été réalisés dans le but d'obtenir des ondes millimétriques par multiplication de fréquence.

Morita (5) a utilisé un multiplicateur à hélice dont l'intervalle modulateur d'entrée est analogue à l'électrode de groupement d'un klystron ordinaire. Les premiers essais ont montré que pour une longueur d'onde fondamentale de 7 cm, la sixième harmonique était difficilement obtenue.

Une autre méthode due à Matsuo (6) est basée sur l'emploi d'un guide d'onde chargé par un disque et agissant comme ralentisseur d'ondes. La possibilité théorique de génération d'harmoniques appartenant au domaine millimétrique a été établie.

Très originale est la proposition de Koike (7) : cet auteur suggère l'emploi d'un nouveau type de tube, qu'il nomme Peniotron, et

dont le fonctionnement peut être décrit comme suit. Un faisceau électronique modulé en paquets est injecté dans un champ magnétique uniforme où il décrit une orbite incurvée. Les paquets distribués sur cette orbite et associés à la fréquence de cyclotron peuvent servir à exciter une cavité ou un guide d'onde de sortie placé au point osculateur de l'orbite. Ce tube se comporte alors comme un multiplicateur de fréquence de rendement élevé et à faible impédance de sortie.

La théorie laisse prévoir un régime oscillant sur ondes submillimétriques. Les essais sont en cours.

Un autre multiplicateur à grande puissance a été réalisé par Uenohara (8). Ce multiplicateur fait usage de décharges sur micro-ondes dans les gaz raréfiés et fonctionne comme suit. Une cavité est pourvue de deux électrodes cylindriques de décharge, séparées par un petit intervalle, et placées dans un gaz à basse pression, voisine de 0,1 à 1 mm Hg. Cette cavité est insérée dans un guide d'onde et excitée par un magnétron à ondes entretenues sur 3000 Mc/s.

La décharge étant amorcée, on peut sélectionner des harmoniques à la sortie du système par des filtres passe-haut. On peut ainsi déceler d'intenses harmoniques d'ordre 2, 3 et 4, bien que les composantes harmoniques de l'onde incidente elle-même soient pratiquement inexistantes. Une puissance maximum de 10 mW à 9000 Mc/s a ainsi pu être obtenue pour une puissance d'entrée de 20 W sur 3000 Mc/s. Le mécanisme de ce phénomène n'a pas encore été éclairci.

5) *Oscillations de plasma*

Koike (9) a discuté la possibilité d'obtenir et d'amplifier des micro-ondes au moyen d'une fine couche de plasma traversée par un faisceau continu d'électrons. Comme l'a montré l'auteur, de l'énergie est empruntée au faisceau tombant orthogonalement sur la couche pour exciter dans celle-ci des oscillations de plasma. A leur tour, ces oscillations interagissent avec le faisceau et lui impriment une modulation de densité. Si le plasma est suffisamment dense, cette oscillation sur micro-ondes peut se propager le long du faisceau et s'amplifier alors à la manière habituelle.

Cette possibilité a été vérifiée expérimentalement. A cet effet,

l'auteur fit usage d'un tube spécial à vapeur de mercure, à cathode chaude, construit aux fins de créer une fine couche de plasma dans la décharge en arc. Les micro-ondes étaient détectées par une sonde le long du faisceau. Les résultats montrèrent une oscillation détectable sur 2000 Mc/s, dont la fréquence, toutefois, est légèrement plus élevée que la fréquence de plasma calculée pour la température et la densité observées.

6) *Bruit dans les faisceaux électroniques*

Les deux articles qui suivent seront discutés lors de la prochaine réunion de la Commission VII à Boulder. On n'en donnera ici qu'un aperçu général.

1. *Expériences sur le bruit des faisceaux électroniques sur micro-ondes* (Dr Masaharu Okochi, Institut de Technologie de Tokyo).

On a constaté que le bruit récolté par une cavité résonante sur 4000 Mc/s augmente avec l'intensité du faisceau électronique d'excitation. Les expériences ont été rigoureusement confinées au domaine de la charge d'espace et des précautions spéciales ont été prises pour éviter le bruit de partition. Les résultats obtenus sont en net désaccord avec la théorie de Rack-Lewellyn et seront discutés par la Commission.

2. *Théorie du bruit sur micro-ondes au voisinage d'une cathode virtuelle* (Dr Jiro Koyama, Laboratoire de Communications Electriques).

Cette étude a permis d'établir des formules exprimant le bruit de courant et le bruit de vitesse en une cathode virtuelle, en tenant compte de l'influence du temps de transit entre cathode virtuelle et cathode proprement dite, et du courant des électrons de retour.

RÉFÉRENCES

1. S. Mito, S. Aoi, Others. — *Report* n° 733, *A.J.M.E.E.*, 1957.
2. S. Mito, S. Aoi, Others. — *Report* n° 732, *A.J.M.E.E.*, 1957.
3. K. Fuzisawa. — *Report* n° 740, *A.J.M.E.E.*, 1957.
4. J. Oyama. — *Report* n° 747. *A.J.M.E.E.*, 1957.
5. K. Morita, M. Kawamura. — *Report* n° 745. *A.J.M.E.E.*, 1957.
6. K. Matsuo, M. Hara. — *Report* n° 760. *A.J.M.E.E.*, 1957.

7. Y. Koike. — *Report* n° 759. *A.J.M.E.E.*, 1957.
8. M. Uenohara. — Research Committee of Microwave Tubes, May 1957.
9. Y. Koike, K. Tsuchiya. — *Report* n° 763. *A.J.M.E.E.*, 1957.

Abréviation : *A.J.M.E.E* : *Réunion conjointe annuelle des quatre Instituts intéressés au Japon aux études radioélectroniques*

IV. — Electronique dans les gaz

(Y. Asami)

Fluctuations et Oscillations dans les décharges gazeuses

Les oscillations et fluctuations de courant dans les tubes fluorescents ont été étudiées par Matsudo, Otani, Ishidani, Miura et d'autres.

Matsuda et al. (1) se sont occupés en particulier du réamorçage des oscillations cathodiques. Ils ont montré que la forme de ces oscillations de réallumage correspond à une relaxation irrégulière, tandis que l'oscillation de relaxation régulière, apparaissant après le réamorçage, a un caractère différent, celui d'une oscillation jumelle, parce qu'elle se présente aussi bien en régime continu qu'en régime alternatif.

Miura (2) a observé le même phénomène de relaxation irrégulière à la fin de la seconde alternance de décharge, en plus des autres types d'oscillation déjà relevés dans les tubes fluorescents. Il a confirmé que la dernière des oscillations doubles trouvées par Steele (3) apparaît dans les décharges sans colonne positive, et que cette oscillation est difficile à provoquer et disparaît facilement. Il a également montré que les oscillations doubles correspondent à des relaxations dont la fréquence augmente avec le courant qui traverse le tube. Bien qu'il partage l'opinion de Culp sur l'origine des oscillations anodiques, Miura a établi quantitativement les conditions d'existence de ces oscillations qui, selon lui, n'apparaissent qu'au moment où la chute d'anode dépasse légèrement le potentiel d'ionisation du mercure.

Asami, Yatsumoto et Nishitsuji (5) se sont occupés des fluctuations et des oscillations qui apparaissent lors des décharges continues dans différents types de tubes, TY-65G, TY-66G, HV-967A, HX-966, tubes tunger, ainsi que dans des tubes à décharge spécialement construits, de type diode, triode et pentode. Ils ont considéré la tension aux bornes et sa forme en fonction

du courant de décharge, soit en présence d'un champ magnétique, soit sous l'influence d'une capacité extérieure parallèle ou d'une inductance série, ces différentes mesures étant faites pour diverses polarisations de grille. Ils ont établi que ces formes d'ondes observées, oscillations de relaxation pures ou irrégulières, oscillations sinusoïdales ou autres, pouvaient être contrôlées par un choix judicieux des conditions extérieures de fonctionnement.

Takayama et al. (6) ont étudié les oscillations et les rotations de la décharge en « boule de feu » qui se manifeste dans un tube diode cylindrique à cathode chaude. Ils ont constaté que la sphère lumineuse est animée d'un mouvement rotatif direct ou inverse suivant qu'elle est soumise à un champ magnétique transversal fort ou faible, la vitesse de rotation étant proportionnelle à l'intensité du champ. C'est en utilisant des tubes spécialement construits que Takayama a effectué ses recherches sur les décharges fluorescentes d'anode et « en boule de feu ». Ces tubes étaient des diodes à décharge, à électrodes planes ou cylindriques, en atmosphère d'Ar, Kr, Xe, sous des pressions de plusieurs millimètres de mercure. Dans ces oscillations d'anode, il a détecté des fréquences de 1 et 10 Mc/s superposées aux fluctuations de chute du courant de décharge, et associées aux fluctuations de la sphère lumineuse. Il a de plus prouvé que ces oscillations n'apparaissent que dans des gaz dont la caractéristique vitesse-fréquence de collisions présente un maximum. Elles n'apparaissent pas dans He, H_2, Ne, Hg, etc. Il en a conclu que ces oscillations sont du type Ramsauer-Townsend.

Yoshimoto et Sato (8) ont spécialement étudié l'intensité lumineuse des striations mobiles dans les décharges des tubes à cathode chaude sous atmosphère d'Ar ou de Hg. En faisant l'hypothèse que l'intensité lumineuse est égale au produit du champ électrique par la densité électronique, l'auteur considère qu'il peut assimiler le champ électrique d'une onde positive d'ions accompagnant la charge d'espace, tandis que la densité électronique peut être assimilée à une onde négative. L'amplitude relative de ces deux ondes détermine alors les différents modes observés pour les striations mobiles.

Il est finalement arrivé à la conclusion que les striations mobiles, considérées comme phénomènes visibles d'ondes, n'étaient pas provoquées par des variations de densité de charge d'espace.

Kojima, Kato et Hagiwara (9) ont détecté des oscillations de plasma dans les décharges contenues au sein de gaz à basse pression. Ils ont utilisé des tubes à décharge à cathode chaude contenant du mercure et une petite antenne connectée à un récepteur super-régénératif. Ces oscillations naissaient entre 680 et 1000 Mc/s pour des valeurs de courant comprises entre 15 et 80 mA. Il doit être observé que les oscillations intenses du plasma se manifestent dans la colonne positive du tube à décharge.

RÉFÉRENCES

1. Y. Otani, R. Itadani, Y. Shibatani. — *Report* n° 76. *A.M.E.E.J.*, April, 1956.
   T. Matuda, Y. Otani, R. Itadani. — *Inst. Ill. Eng. Japan*, 40, 1956, 502.
2. R. Miura. — *Report* n° 54, *A.M.E.E.J.*, May, 1956.
3. H. L. Steele. — *Ill. Eng.*, 49, 1954, 349.
4. J. W. Culp. — *Ill. Eng.*, 46, 1954, 37.
5. Y. Asami, A. Matumoto. — *Bull. Resear. Inst. Appl. Elect.*, 5, Sept., 1953, 90.
   Y. Asami, A. Matumoto. — *Inst. Elect. Eng. Japan*, 73, Aug., 1954, 804.
   Y. Asami, A. Matumoto. Pas encore publié.
   A. Nishituji. — *Report* n° 697, *A.J.M.E.E.*, April 1957.
6. K. Takayama, Others. — *Report* 8*V*, n° 10, *Phys. Soc. Japan*, May, 1956.
7. K. Takayama. — *Report* 2*Va*, n° 5, *Phys. Soc. Japan*, April 1957.
8. H. Yoshimoto, M. Sato. — *Report* 6 *IIIp*, n° 2, *Phys. Soc. Japan*, May, 1956.
9. S. Kojima, K. Kato, S. Hagiwara. — *Report* 2*Va*, n° 2, *Phys. Soc. Japan*, April, 1957.

Pays-Bas

N° 227. — Rapport sur l'activité du Comité national en radio-électronique 1954 - 1955 - 1956

I. — Physique de la cathode

Des propriétés des cathodes à oxydes qui ne sont pas bien comprises ont été étudiées, en particulier la répartition de vitesse

des électrons émis dans des conditions pulsatoires (1), l'évaporation (2, 3) et la conduction (4) des oxydes alcalino-terreux.

Les écarts dans le calcul de l'émission des électrons au moyen de la formule de Langmuir ont été étudiés par Walraven (5).

1. C. G. J. Jansen, R. Loosjes, K. Compaan. — The velocity distribution of electrons of thermionic emitters under pulsed operation. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 241-258 (1954).

2. I. Pelchowitch. — A study of the evaporation products of alkaline-earth oxides. *Philips Research Reports*. Vol. 9, pp. 42-79 (1954).

3. W. F. Niklas. — Die negative Ionenkomponente des Elektronenstrahles in Kathodenstrahlröhren, insbesondere Fernsehbildröhren. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 122-130 (1954).

4. A. Kestelyn-Loebenstein. — Emission and conduction measurements on oxide cathodes. *Applied Scientific Research*, Vol. B6, pp. 105-116, (1956-57).

5. P. L. Walraven. — Test of Langmuir's three-halves-power law, deviations due to β^2-factor and secondary emmission. *Applied Scientific Research*. Vol. B3, pp. 393-399 (1954).

II. — Physique des semi-conducteurs utilisés en radio

Un certain nombre de rapports qui sont partiellement théoriques (3, 5, 6, 8, 9, 14, 16, 17) et partiellement expérimentaux (1, 2, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 15) dans les domaines de la physique et de la technologie démontrent l'intérêt actuel scientifique et industriel dans les propriétés des semi-conducteurs.

1. F. van der Maesen, J. A. Breukman. — The solid solubility and the diffusion of nickel in germanium. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 225-230 (1954).

2. B. H. Schultz. — Analysis of the decay of photoconductance in germanium. *Philips Research Reports*, Vol. 90, pp. 337-348 (1955).

3. J. C. van Vessem. — The theory and construction of germanium diodes. *Philips Technical Review*. Vol. 16, pp. 213-224 (308 erratum) (1955).

4. J. Jager. — The application of pointcontact germanium diodes. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 225-232 (1955).

5. F. H. Stieltjes, L. J. Tummers. — Simple theory of the junction transistor. *Philips Technical Review*. Vol. 17, pp. 233-246 (1955).

6. F. H. Stieltjes, L. J. Tummers. — Behaviour of the transistor at hight current densities. *Philips Technical Review*. Vol. 18, pp. 61-68 (1956).

7. K. M. van Vliet, C. J. van Leeuwen, J. Blok, C. Ris. — Measurements on current noise in carbon resistors and in thermistors. *Physica*, Vol. 20, pp. 481-496 (1954).

8. R. Gevers. — The transport of injected electrons and holes in a semiconductor. *Physica*, Vol. 21, pp. 888-896 (1955).

9. D. ter Haar. — On the transport properties of metals and semiconductors. Vol. 22, pp. 1-13 (1956).

10. K. M. van Vliet, J. Blok. — Electronic noise in semi-conductors. *Physica*, Vol. 22, pp. 231-242 (1955).

11. K. M. van Vliet, J. Blok. — Electronic noise in photo-conducting insulators. *Physica*, Vol. 22, pp. 525-540 (1956).

12. A. van Wieringen, N. Warmoltz. — On the permeation of hydrogen and helium in single-crystal silicon and germanium at elevated temperatures. *Physica*, Vol. 22, pp. 849-865 (1956).

13. A. van Itterbeek, W. Duchateau. — Further measurements on the magnetic susceptibility of germanium down to liquid-helium tempetures. *Physica*, Vol. 22, pp. 649-656 (1956).

14. R. B. Dingle. — Pictorial kinetic methods in the theory of metals and semi-conductors. *Physica*, Vol. 22, pp. 671-680 (1956).

15. R. B. Dingle. — The anomalous skin effect and the optical absorptivity of semiconductors. I. *Physica*, Vol. 22, pp. 683-697 (1956).

16. R. B. Dingle, Doreen Arndt, S. K. Roy. — Semiconductor integrals. *Applied Scientific Research*, Vol. B6, pp. 144-164 (1956-57).

17. K. M. van Vliet, J. Blok, C. Ris, J. Steketee. — Measurements of noise and response to modulated light of cadmiumsulphide single crystals. *Applied Scientific Research*, Vol. 22, pp. 723-740 (1956).

III. — La source et la nature du souffle

Pendant de nombreuses années dans le passé, le souffle a été un sujet de recherches aux Pays-Bas. Au cours de ces trois dernières années, quelques études ont été publiées sur l'analyse théorique du souffle (1, 2, 4) et sur des mesures et recherches sur la source du souffle (3, 5).

1. A. G. Th. Becking, H. Groendijk, K. S. Knol. — The noise factor of four-terminal networks. *Philips Research Reports*. Vol. 10, pp. 349-357, (1955).

2. J. van Slooten. — Oscillations and noise. *Philips Research Reports*, Vol. 11, pp. 19-26 (1956).

3. F. L. H. M. Stumpers, N. van Hurck. — An automatic noise-figure indicator (brief report). *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 141-144 (1956).

4. H. Groendijk, K. S. Knol. — Characterization of the noise of tubes and transistors by four measurable quantities. *Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap*, Vol. 20, pp. 243-256 (1955).

5. A. van der Ziel. — Noise mechanisms in oxide coated cathodes. *Physica*, Vol. 20, pp. 327-336 (1954).

IV. — Phénomènes d'oscillation dans les décharges dans les gaz

Des mesures des indices de réfraction des gaz dans la région des hyperfréquences sont publiées par Heineken et Bruin (1). Kok a étudié les triodes à atmosphère gazeuse et a communiqué les résultats dans deux rapports (3, 4).

1. F. W. Heineken, F. Bruin. — Some measurements on refractive indices of gases in the microwave region. *Physica*, Vol. 20, pp. 350-360 (1954).

2. N. G. van Kampen. — On the theory of stationary waves in plasmas. *Physica*. Vol. 21, pp. 949-963 (1955).

3. J. A. Kok. — Experiments with gasfilled triodes. *Applied Scientific Research*. Vol. B5, pp. 445-453 (1955-56).

4. J. A. Kok. — Theory and probe measurements of Gabor's gas-filled triode. *Applied Scientific Research*. Vol. B6, pp. 207-221 (1956-57).

V. — Magnétisme

Un certain nombre de rapports traite des propriétés des matériaux magnétiques en général (19) et des matériaux magnétiques spéciaux comme les ferrites (2, 10, 15), ferroxcube (4, 12, 14), ferroxplana (13), ferroxdure (11) et ticonal (18). Il y a aussi des études publiées sur une recherche des propriétés conductrices (16, 17) et l'influence de la température (20) dans les matériaux magnétiques, d'autres traitent des corps antiferromagnétiques (6, 8).

1. H. G. Beljers. — Faraday effect in magnetic materials with travelling and standing waves. *Philips Research Reports*. Vol. 9, pp. 131-139 (1954).

2. K. F. Niessen. — Spontaneous magnetization as a function of temperature for mixed crystals of ferrites with several Curie temperatures. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 197-208 (1954).

3. E. W. Gorter. — Saturation magnetization and crystal chemistry of ferrimagnetic oxides. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 295-365, pp. 403-443 (1954).

4. F. K. DU PRÉ. — On the microwave Cotton-Mouton effect in ferroxcube. *Philips Research Reports*, Vol. 10, pp. 1-10 (1955).

5. J. SMIT, H. G. BELJERS. — Ferromagnetic resonance absorption in $BaFe_{12}O_{19}$, a highly anisotropic crystal. *Philips Research Reports*, Vol. 10, pp. 113-130 (1955).

6. K. F. NIESSEN. — Magnetic anisotropy and Van Vleck's relation for antiferromagnetics. *Philips Research Reports*, Vol. 10, pp. 131-140 (1955).

7. K. F. NIESSEN. — Condition for resonance in a nearly compensated ferrimagnetic. *Philips Research Reports*, Vol. 11, pp. 57-65 (1956).

8. K. F. NIESSEN. — Spontaneous magnetization and magnetic susceptibilities of an antiferromagnetic with foreign ions in only one sublattice. *Philips Research Reports*, Vol. 11, pp. 172-182 (1956).

9. F. K. LOTGERING. — On the ferrimagnetism of some sulphides and oxides. *Philips Research Reports*, Vol. 11, pp. 190-249, pp. 337-350, (1956).

10. H. P. J. WIJN, E. W. GORTER, C. J. ESVELTD, P. GELDERMANS. — Conditions for square hysteresis loops in ferrites. *Philips Technical Review*. Vol. 16, pp. 49-58 (1954).

11. A. L. STUIJTS, G. W. RATHENAU, G. H. WEBER. — Ferroxdure II and III, anisotropic permanent-magnet materials. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 141-147 (1954).

12. H. G. BELJERS. — Amplitude modulation of centimetre waves by means of ferroxcube. *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 82-86 (1956).

13. G. H. JONKER, H. P. J. WIJN, P. B. BRAUN. — Ferroxplana, hexagonal ferromagnetic ionoxide compounds for very high frequencies. *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 145-154 (1956).

14. H. G. BELJERS. — The application of ferroxcube in unidirectional waveguides and its bearing on the principle of reciprocity. *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 158-166 (1956).

15. J. SMIT. — The spontaneous Hall effect in ferromagnetics, I. *Physica*, Vol. 21, pp. 877-887 (1955).

16. G. W. RATHENAU, J. F. FAST. — Initial permeabilities of sintered ferrites. *Phisica*, Vol. 21, pp. 964-970 (1955).

17. G. H. JONKER. — Magnetic compounds with perovskite structure, IV. Conducting and non-conducting compounds. *Physica*, Vol. 22, pp. 707-722 (1956).

18. D. A. LOCKHORST, A. VAN ITTERBEEK, G. J. VAN DEN BERG. — Measurements on the coercive force of « Ticonal » down to liquid-helium temperatures. *Applied Scientific Research*, Vol. B3, pp. 451-455 (1954).

19. L. NÉEL. — Remarques sur la théorie des propriétés magnétiques des substances dures. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 13-24 (1954-55).

20. A. van Itterbeek, L. de Greve, W. Duchateau. — Magnetic susceptibility measurements on germanium between room temperatures and liquidhydrogen temperatures. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 300-308 (1954).

VI. — Tubes

Dans un pays ayant des usines de tubes électroniques, on peut s'attendre à trouver des publications relatives à l'emploi spécial ou au modèle des tubes.

Il y a des études sur les tubes pour ondes ultracourtes comme les magnétrons (1), klystrons (2, 8, 9) et dynatrons (19) ; d'autres publications traitent des tubes cathodiques (4, 5, 10) et les numéros 3, 6, 7, 14 des tubes pour caméras. Il est question des cellules photo-électriques dans les numéros 11, 15, 16, 17 et 18. Le numéro 12 parle des circuits compteurs rapides avec tubes à décades et le numéro 13 des tubes déclencheurs à cathode froide.

1. A. Versnel, J. L. H. Jonken. — A magnetless « magnetron ». *Philips Research Reports*, Vol. 9 pp. 458-459 (1954).
2. J. Bruijsten. — Graphical determination of reflex-klystron characteristics *Philips. Research Reports*, Vol. 10, pp. 81-96 (1955).
3. P. Schagen. — Limiting resolution due to charge leakage in the scenioscope, a new television-camera tube. *Philips Research Reports*, Vol. 10, pp. 231-238 (1955).
4. A. Bril, J. de Gier, H. A. Klasens. — A cathode ray tube for flying-spot scanning. *Philips Technical Review*, Vol. 15, pp. 233-237 (1954).
5. W. F. Niklas. — An improved ion-trap magnet. *Philips Technical Review*, Vol. 15, pp. 258-262 (1954).
6. L. Heijne, P. Schagen, H. Bruining. — An experimental photoconductive camera tube for television. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 23-25 (1954).
7. P. Schagen, J. R. Boerman, J. H. J. Maartens, T. W. van Rijssel. — The « Scenioscope », a new television camera tube. *Philips Technical Review*, Vol. 17, pp. 189-198 (1956).
8. F. Coeterier. — The multireflex klystron as a transmitting valve in beam transmitters. *Philips Technical Review*. Vol. 17, pp. 328-333 (1956).
9. B. B. van Iperen. — A reflex klystron for 4-mm waves (brief report). *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 51-52 (1956).
10. J. C. Francken, J. de Gier, W. F. Nienhuis. — A pentode gun for television picture tubes. *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 73-81 (1956).

11. R. Champeix, H. Dormobt, E. Morilleau. — A photo-multiplier tubes for scintillation counting. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 250-257 (1955).

12. E. J. van Barneveld. — Fast counter circuits with decade scaler tubes. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 360-370 (1955).

13. C. H. Tosswill. — Cold-cathode trigger tubes. *Philips Technical Review*, Vol. 18, pp. 128-141 (1956).

14. L. Heyne. — Operation and characteristics of the « vidicon ». *Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap*, Vol. 20, pp. 1-10 (1955).

15. F. Boeschoten, J. M. W. Milatz, C. Smit. — The application of (R.C.A., 1, P 28) photomuliplier tubes to the detection of weak light intensities. *Physica*, Vol. 20, pp. 139-156 (1954).

16. A. Kelen. — On the theory of photoelectric compensators and their accuracy. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 278-284 (1954-55).

17. A. Kelen. — A photoelectric compensator with good zero stability. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 285-288 (1954-55).

18. J. M. W. Milatz, H. J. J. van Boort, J. van Laar, C. T. J. Alkemade. — A photoelectric relay for measuring voltages of low frequency. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 447-456 (1954-55).

19. G. Diemer. — Transit-time functions of a dynatron oscillator. *Applied Scientific Research*. Vol. B4, pp. 457-463 (1954-55).

VII. — Divers

Parmi la diversité de sujets dans les rapports de cette section il y en a cinq sur l'émission secondaire (1, 2, 5, 7, 8), deux qui traitent de la constante diélectrique (9, 11), deux sur les manomètres (3, 12) et deux sur l'effet pelliculaire (6, 10).

1. J. L. H. Jonker. — The similarity law of secondary emission. *Philips Research Reports*, Vol. 9, pp. 391-402 (1954).

2. J. de Gier, A. C. Kleisma, J. Peper. — Secondary emission from the screen of a picture tube. *Philips Technical Review*, Vol. 16, pp. 26-32 (1954).

3. E. Bouwmeester, N. Warmoltz. — A simple and reliable ionization manometer. *Philips Technical Review*. Vol. 17, pp. 121-125 (1955).

4. G. H. Jonker. — Capacitor materials with high dielectric constant. *Philips Technical Review*, Vol. 17, pp. 129-137 (1955).

5. J. L. H. Jonker. — Secondary emission. *Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap*. Vol. 19, pp. 267-281 (1954).

6. C. W. Benthem, R. Kronig. — The anomalous skin effect and the relectivity of metals. *Physica*, Vol. 20, pp. 293-300 (1954).

7. A. J. Dekker. — On the escape mechanism of secondary electron from insulators. *Physica*, Vol. 21, pp. 29-38 (1955).

8. A. J. Dekker. — The possible occurrence of exciton-enhanced secondary emission. *Physica*, Vol. 22, 361-366 (1956).

9. H. Fröhlych. — Remark on the calculation of the static dielectric constant. *Physica*, Vol. 22, pp. 898-904 (1956).

10. A. N. Gordon, E. H. Sondheimer. — The evaluation of the surface impedance in the theory of the anomalous skin effect in metals. *Applied Scientific Research*, Vol. B3 pp. 297-304 (1954).

11. J. Ph. Poley. — The computation of the complex dielectric constant from microwave impedance measurements. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 173-176 (1954).

12. J. J. Opstelten, N. Warmoltz. — A double-sided micromanometer, Vol. B4, pp. 329-336 (1954).

13. J. Ph. Poley. — Microwave dispersion of some polar liquids. *Applied Scientific Research*, Vol. B4, pp. 337-387 (1954).

Pologne

N° 208 — Rapport du Comité National à la Commission VII

I. — Semi-conducteurs

Laboratoire d'Electrique, Institut des Problèmes techniques fondamentaux, Académie Polonaise des Sciences, Varsovie.

1. Les recherches entreprises furent consacrées pour la plupart aux méthodes d'obtention de germanium et de silicium ayant les caractéristiques désirées (1-4) et à la détermination des conditions influençant les propriétés des éléments semi-conducteurs (5-9). Une étude des matériaux thermistors a été également entreprise (10).

Institut de Radiotechnique de l'Ecole Polytechnique de Varsovie.

2. Une méthode a été développée en vue d'obtenir de l'antimoine à un degré extrême de pureté (11) ; des recherches ont été faites concernant la durée de vie moyenne des porteurs minoritaires dans le germanium (12).

II. — Electronique dans le vide

Institut de Radiotechnique de l'Ecole Polytechnique de Varsovie.

3. Des études ont été entreprises sur la théorie et les méthodes simplifiées d'investigation de la charge d'espace dans la diode

(13-14) ; une recherche des propriétés émissives des cathodes thoriées a été faite (15).

RÉFÉRENCES

1. B. Paszkowski, Z. Soltys, A. Gajda. — Vacuum Melting of Silicon. *Arch. Elektrot.* II, 3/4, 1953, p. 323.
2. Z. Majewski. — Vacuum Technology of Germanium. *Arch. Elektrot.* V, 4, 1956, p. 769.
3. Z. Majewski, A. Brochocki, J. Klamka. — The Influence of Zone Purifying of Germanium on Inverse Voltage in the Ge-W-Contact. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 394.
4. Z. Majewski, J. Klamka. — Local Electrolytic Etching of Ge. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 379.
5. W. Rosinski, J. Groszkowski. — Experimental Point-Transistors, Model TP. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 381.
6. W. Rosinski, J. Pultorak. — The Influence of Forming on the Critical Frequency of Point-Transistors. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 385.
7. J. Pultirak, W. Rosinski. — The Influence of Forming on the α-Coefficient and Resitance τ_K of Point-Transistors. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 390.
8. T. Niemyjski, W. Rosinski. — Obtaining Junctions and Junction-Transistors of the P-N-P Type. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 392.
9. A. Brochocki, J. Klamka, Z. Majewski. — Obtaining Germanium-Indium Flat Junctions with Detecting Properties. *Arch. Elektrot.* IV, 2, 1955, p. 396.
10. B. Schmidt, K. Mikke, Z. Soltys. — On some Electrical Properties of Frits of the Oxides of Manganese, Nickel and Copper. *Arch. Elektrot.* IV, 4, 1955, p. 621.
11. B. Paszkowski, W. Wolinski. — Obtaining extremely High-Purity Antimony. *Elektronika*, 3, 7, 1957.
12. A. Swit. — Measuring the Lifetime of Minority Carriers in Germanium by the Method of Travelling Light Line. Scientific Papers of the Warsaw Polytechnic School. *Elektryka*, 15, 1957.
13. B. Paszkowski. — Flow of Electron Current in Diodes. *Elektronika*, 2, 12, 1956, pp. 432-451.
14. B. Paszkowski. — A Simplified Method of Calculating the Characteristics of Diodes with Oxide-coated Cathode. *Elektronika*, 2/3, 1957, pp. 83-92.
15. K. Lewenstein. — Thoria Cathodes, Scientific Papers of the Warsaw Polytechnic School. *Elektryka*, 17, 1957.

Royaume-Uni

N° 138 — Rapport du Comité National à la Commission VII

(C. W. Oatley)

(*Traduction*)

I. — Introduction

Le domaine examiné par la Commission VII et le nombre de publications originales dans ce domaine au cours de la dernière période triennale sont trop étendus pour qu'une revue générale puisse indiquer autre chose que les grandes lignes du progrès des travaux. Référence à des recherches bien caractérisées ne peut être faite qu'exceptionnellement ; toutefois, l'adjonction d'une liste ordonnée des travaux publiés doit remédier à ce défaut.

2. — Emission thermoionique, émission secondaire et émission dans un champ

De nombreuses investigations ont porté sur les cathodes à oxyde, y compris les nouvelles cathodes à réserve, dans le vide et dans les décharges gazeuses. Pour une bonne part, les travaux se rapportent à l'émission dans un champ et à la décharge électrique dans le vide.

Les progrès dans l'explication des phénomènes d'émission secondaire ont été surtout théoriques, bien qu'une étude expérimentale de la libération d'électrons par les surfaces métalliques sous l'influence des ions à basse énergie ait été faite.

3. — Conductivité électrique des gaz

Plusieurs investigations ont porté sur les phénomènes fondamentaux de l'ionisation (mesures d'ionisation et de dissociation par impact électronique, transferts de charge, détachement d'électrons à partir d'ions négatifs).

Des applications possibles, en relation avec les phénomènes thermonucléaires, ont conduit à quelques études des décharges gazeuses intenses et des limitations auxquelles elles sont soumises. Des mesures portant sur ces décharges ont été également effectuées, à d'autres points de vue. D'autres recherches concernent la tech-

nique des mesures de sondes, les propriétés des décharges gazeuses aux hautes fréquences, les étincelles, les décharges sans électrodes, les striations mobiles et les phénomènes de contact à la rupture du courant. L'utilisation des tubes à décharge comme interrupteurs pour micro-ondes a été également examinée.

4. — Semi-conducteurs — Germanium et Silicium

Comme dans les autres pays, la période passée a été marquée par un déplacement d'intérêt vers les dispositifs à jonction. Néanmoins, l'intérêt porté aux dispositifs à contacts ponctuels subsiste et plusieurs contributions publiées ont trait aux phénomènes complexes qu'ils impliquent.

La recherche de redresseurs et de transistors capables de fonctionner à des températures élevées a attiré l'attention vers le silicium, et les efforts ont été consacrés pour une bonne part à la purification de ce matériau et à l'obtention de monocristaux. Une autre voie d'accès au domaine des températures élevées a consisté dans la construction de transistors au germanium, dans lesquels la densité des porteurs minoritaires est maintenue faible par l'application d'un champ électrique.

De nouvelles techniques ont été mises au point afin de permettre la mesure des diverses propriétés du silicium et du germanium, et beaucoup de ces mesures ont été publiées. En particulier, une certaine attention a été portée aux mesures des durées de vie dans le silicium, qui se sont montrées moins simples que les mesures correspondantes dans le germanium.

Les propriétés de surface du germanium ont été investiguées, ainsi que leurs modifications par les champs électriques intenses. L'application d'un champ électrique extérieur s'est montrée utile pour réduire l'absorption des micro-ondes par le germanium-*n*.

5. — Semi-conducteurs en général

Pendant la période triennale, de nouveaux types de matériaux semi-conducteurs ont été investigués (composés d'éléments du groupe III et du groupe V). Beaucoup d'études ont trait aux propriétés et à l'utilisation de l'antimoniure d'indium et de nombreux autres composés.

Plusieurs publications se sont rapportées aux effets des impuretés

dans les semi-conducteurs, sur la détection de ces impuretés et sur les moyens de les extraire. La théorie des semi-conducteurs, elle aussi, a été perfectionnée. Quelques travaux sur les propriétés diverses des solides, autres que les semi-conducteurs, figurent à la liste bibliographique.

6. — Photoconductivité et Luminescence

Bien que la plupart des travaux concernant la luminescence soient de nature technologique, certains d'entre eux se rapportent à la luminescence de cristaux isolés. Des résultats de recherches sur les corps électroluminescents ont été également enregistrés.

Des mesures de photoconductivité ont été effectuées également sur des matériaux divers.

7. — Tubes à vide

Divers problèmes fondamentaux de l'optique électronique ont été l'objet d'un effort considérable. Des méthodes ont été établies en vue de construire les trajectoires électroniques ; les propriétés des lentilles électroniques ont été mises en tableaux. Des progrès ont été enregistrés dans l'étude de l'influence des charges d'espace, et certains travaux se rapportent aux faisceaux électroniques dans les champs magnétiques axiaux.

Plusieurs publications ont été faites concernant les klystrons et certains aspects de la théorie des magnétrons ; une attention considérable a été portée aux durées de vie des triodes et pentodes conventionnelles.

8. — Bruit de fluctuation

Quelques recherches fondamentales ont été faites durant la période, mais la plupart des travaux sur le sujet concernent la mesure et la réduction du bruit des circuits électroniques, en particulier des semi-conducteurs. Quelques résultats concernant le bruit des décharges gazeuses en présence d'une cathode chaude ont été publiés.

9. — Ferrites

De nombreuses études sur les propriétés des ferrites et leurs applications à la technique radioélectrique et électronique ont été faites. Une conférence internationale sur les ferrites a été organisée

par l'Institute of Electrical Engineers vers la fin de l'année 1956 ; la liste des contributions présentée à cette conférence par les auteurs britanniques est incluse dans la bibliographie.

RÉFÉRENCES

Emission thermoionique, Emission secondaire et Emission dans un champ

Barrington, A. E. — A High-Temperature Cantilever-Cathode for Noise Investigations of 8 mm. C. W. Magnetron. *J. Electronics*, Vol. I, p. 421.

Barrington, A. E. — Ionic Bombardment Heating of Magnetron Cathodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 96, 1955.

Brodie, I., Jenkins, R. O. — The Evaporation of Barium from « L » Cathodes. *J. Electronics*, Vol. II, p. 33, 1956.

Brodie, I., Jenkins, R. O. — Evaporation of Barium from Impregnated Cathodes. *J. Electronics*, Vol. II, p. 457.

Brodie, I., Jenkins, R. O. — Mixed Monolayers of Barium and Calcium on Tungsten. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1343, 1956.

Brodie, I., Jenkins, R. O. — The Nature of the Emitting Surface of Barium Dispenser Cathodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 27, 1957.

Calvert, W. J. R. — Pre-Breakdown Current and Vacuum Breakdown. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 651, 1956.

Cayless, M. A., Watts, B. N. — Reactions Occurring during Decomposition of Alkaline Earth Carbonates on Tungsten. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 351, 1956.

Champion, J. A. — The Suppression of Screen Grid Emission by Carbon. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 395, 1956.

Clarke, W. W. H., Jacob, L. — Some Anomalous Emission Effects in Low Energy Electron Beams. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 805, 1955.

Dehn, R. — The Mechanism of Pulse Temperature Rise on the Surface of Thermoionic Cathodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 210, 1956.

Fetz, H. — Electron Liberation by Low Energy Ions at Metal Surfaces and in Gases. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 288, 1955.

Flynn, P. T. G. — The Discharge Mechanism in the High-Vacuum Cold-Cathode Pulsed X-ray Tube. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 748, 1956.

Frohlich, H. — Theory of Secondary Electron Emission from Solids. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 657, 1955.

Harwood, M. G., Fry, N. — Growth of the Barium Orthosilicate Interface of Oxide-Coated Cathodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 62,1955.

HERBST, L. J., HOULDIN, J. E. — The Resistance of the Oxide-Coated Cathode at Ultra High Frequencies. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 236, 1955.

JACOB, L. — The Electron Bombardment of Thin Barium Films. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 235, 1957.

LEWIS, T. J. — The Mechanism of High-Field Electron Emission from Tarnished Metal Surfaces. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 504,1955.

LEWIS, T. J. — Some Factors Influencing Field Emission and the Fowler-Nordheim Law. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 938, 1955.

MORANT, M. J. — Interpretation of Experiments on Electron Emission in Spark Gaps. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 513, 1955.

MORANT, M. J., HOUSE, H. — The Work Function and Patch Field of an Irregular Metal Surface. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 14, 1956.

PENGELLY, A. E., WRIGHT, D. A. — The Emission from Hot Cathodes in Gas Discharges. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 5, p. 391, 1954.

PENGELLY, A. E. — Heat Transfer through Oxide-Cathode Materials. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 18, 1955.

ROOKSBY, H. P. — Changes in the Structure of Oxide Cathodes at High Temperatures. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 272, 1955.

SILLARS, R. W. — The Effect of Field Emission on the Behaviour of Semiconductor Contacts. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 881, 1955.

STRATTON, R. — Field Emission from Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 746, 1955.

CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE DANS LES GAZ

AKED, A. BRUCE, F. M., TEDFORD, D. J. — Time-lag Data for Spark Discharges in Uniform Field Gaps. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 233, 1955.

ALLEN, J. E., CRAGGS, J. D. — High Current Spark Channels. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 5, p. 446, 1954.

ALLEN, J. E., THONEMANN, P. C. — Current Limitation in the Low-Pressure Mercury Arc. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 768, 1954.

ALLEN, J. E. — An Elementary Theory of the Transient Pinched Discharge. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 24, 1957.

ALLEN, J. E., BOYD, R. L. F., REYNOLDS, P. — The Collection of Positive Ions by a Probe Immersed in a Plasma. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 297, 1957.

ALLEN, T. K., BAILEY, R. A., EMELEUS, K. G. — The Appearance of Some Oscillating Discharges. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 320, 1955.

BERZ, F. — On the Theory of Plasma Waves. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 939, 1956.

BICKERTON, R. J., VON ENGEL, A. — The Positive Column in a Longitudinal Magnetic Field. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 468, 1956.

Bickerton, R. J. — The Lateral Diffusion of an Electron Swarm in a Magnetic Field. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 305, 1957.

Bishop, D. O. — A Method of Determining the Dynamic Characteristics of Electric Arcs. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 101, Pt. IV, p. 18, 1954.

Bright, A. W., Huang, H. C. — Formative Time-Lag Studies with High-Frequency Discharges. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. C, p. 42, 1955.

Broadbent, T. E., Wood, J. K. — A Thermally Triggered Spark Gap. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 368, 1955.

Broadbent, T. E. — The Breakdown Mechanism of Certain Triggered Spark Gaps. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 37, 1957.

Carruthers, R., Davenport, P. A. — Observations of the Instability of Constricted Gaseous Discharges. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 49, 1957.

Champion, K. S. W. — High Power Discharges in an Intense Longitudinal Field. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 212, 1957.

Crompton, R. W., Dutton, J., Haydon, S. C. — Precision Measurements of Ionization Coefficients in Uniform Static Fields. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 2, 1956.

Daly, N. R., Emeleus, K. G. — Initiation of Hot-Cathode Discharges. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 370, 1955.

Dillon, T. J. — Low-Frequency Dynamic Response of Photosensitive Neon Discharge Tubes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 138, 1955.

Emeleus, K. G., Bailey, R. A. — High-frequency Plasma-electron Oscillations. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 127, 1955.

Farris, V. D. — Note on Moving Striations. *J. Electronics*, Vol. I, p. 60.

Foulds, K. W. H. — Resonant-Cavity Measurements of the Relative Permittivity of a D. C. Discharge. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. C, p. 203, 1955.

Foulds, K. W. H. — Moving Striations in Low Pressure Mercury Vapour. *J. Electronics*, Vol. II, p. 270, 1956.

Fowler, R. G. — Constriction of the Positive Column of a Glow Discharge at High Pressure. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 130, 1955.

Francis, G. — The Growth of Electrodeless Discharges in Hydrogen. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 137, 1955.

Francis, G. — The Growth of an Electron Avalanche Retarded by its Own Space Charge. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 369, 1955.

Frost, D. C., McDowell, C. A. — Studies of the Ionization of Molecules by Electron Impact. *Proc. Roy. Soc.*, 232, p. 227, 1955.

Gambling, W. A., Edels, H. — The Properties of High-Pressure Steady-State Discharges in Hydrogen. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 376, 1956.

HALL, B. I. H. — Experimental Investigation of the Motions of Electrons in a Gas in the Presence of a Magnetic Field. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 334, 1955.

HASTED, J. B., SMITH, R. A. — The Detachment of Electrons from Negative Ions. *Proc. Roy. Soc.*, 235, p. 349, 1956.

HASTED, J. B., SMITH, R. A. — Partial Charge Transfer of Doubly Charged Ions. *Proc. Roy. Soc.*, 235, p. 354, 1956.

HOPWOOD, W., PEACOCK, N. J., WILKES, A. — A Study of Ionization Coefficients and Electrical Breakdown in Hydrogen. *Proc. Roy. Soc.*, 235, p. 334, 1956.

JOHNSTON, A. R. — The Display of Logarithmic Langmuir Probe Characteristics on a Cathode-Ray Oscillograph. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 266, 1956.

KELHAM, W. O. — The Recovery of Electric Strength of an Arc-Discharge Column following Rapid Interruption of the Current. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 101, Pt. II, p. 321, 1954.

MANSFIELD, W. K., FORTESCUE, R. L. — Pre-breakdown Conduction between Electrodes in Continuously-Pumped Vacuum Systems. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 73, 1957.

MARRIOTT, J., CRAGGS, J. D. — Ionization and Dissociation by Electron Impact : I Trifluoromethyl Halides. *J. Electronics*, Vol. I, p. 405.

PEASE, R. S. — Equilibrium Characteristics of a Pinched Gas Discharge Cooled by Bremsstrahlung Radiation. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 11, 1957.

PRINGLE, D. H., FARVIS, W. E. J. — Screened Probe Measurements in the Helium Negative Glow. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 836, 1955.

PRINGLE, D. H., BRADLEY, E. M. — Some New Microwave Control Valves Employing the Negative Glow Discharge. *J. Electronics*, Vol. I, p. 389.

PROWSE, W. A., LANE, P. E. — The Breakdown of Gases subject to Crossed Electric Fields. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 33, 1956.

RIDDLESTONE, J. — The Variation with Current and Inductance of Metal Transfer between Platinum Contacts. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. C, p. 29, 1955.

RIDDLESTONE, J. — Short Duration Discharges between Separating Contacts in a 6V Circuit. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 105, 1957.

SAXE, R. F., LEWIS, T. J. — Measurement of the Statistical Time Lag of Breakdown in Gases and Liquids. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 211, 1955.

SAXE, R. F., MEEK, J. M. — The Initiation Mechanism of Long Sparks in Point-Plane Gaps. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. C, p. 221, 1955.

SOMERVILLE, J. M., GRAINGER, C. T. — Multiplicity in the Anode Marks of Sparks. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 400, 1956.

VON BERTELE, H. — Cathode-Spot Behaviour and the Thermal Control of the Emission Zone in Mercury-Rectifiers. *Proc. Instn. Elect., Engrs*, Vol. 101, Pt. II, p. 493, 1954.

WALSH, D. — The Electron Affinity of Hydrogen in a Microwave Gas Discharge. *J. Electronics*, Vol. I, p. 444.

WALSH, D., BRIGHT, A. W., BRIDGES, T. J. — Electrode Deterioration in « Keep-Alive » Discharges in Transmit-Receive Switches. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 31, 1956.

WHITE, O. M., EMELEUS, K. G. — An Anomalous Periodic Flicker Effect. *J. Electronics*, Vol. II, p. 358, 1957.

YUSSUF, S. E., PRESCOTT, J. C. — The A. C. Impedance of Plasma Discharges in Mercury Vapour. *Proc. Instn. Elect. Engrs.* Vol. 102, Pt. C, p. 13, 1955.

SEMI-CONDUCTEURS GERMANIUM ET SILICIUM

ALLEN, J. W., SMITH, K. C. A. — Electron Microscopy of Etched Germanium Surfaces. *J. Electronics*, Vol. I, p. 439.

ALLEN, J. W. — The Electrical Properties of Dislocations in Germanium. *J. Electronics*, Vol. I, p. 580.

ARTHUR, J. B., BARDSLEY, W., BROWN, M. A. C. S., GIBSON, A. F. — Carrier Extraction in Germanium. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, p. 43, 1955.

ARTHUR, J. B., BARDSLEY, W., GIBSON, A. F., HOGARTH, C. A. — On the Measurement of Minority Carrier Lifetime in a *n*-Type Silicon. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, p. 121, 1955.

ARTHUR, J. B., GIBSON, A. F., GRANVILLE, J. W. — The Effect of High Electric Fields on the Absorption of Germanium at Microwave Frequencies. *J. Electronics*, Vol. II, p. 145, 1956.

ARTHUR, J. B., GIBSON, A. F., GUNN, J. B. — Carrier Accumulation in Germanium. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, p. 697, 1956.

ARTHUR, J. B., GIBSON, A. F., GUNN, J. B. — Current Gain at L-H Junctions in Germanium. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, p. 705, 1956.

AVERY, D. G., GUNN, J. B. — The Use of a Modulated Light Spot in Semiconductor Measurements. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, p. 918, 1955.

BANBURY, P. C., HOUGHTON, J. — Measurement of Injection Ratio of Point Contacts on Germanium. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, p. 17, 1955.

BILLIG, E. — Growth of Monocrystals of Germanium from an Undercooled Melt. *Proc. Roy. Soc.*, 229, p. 364, 1955.

BILLIG, E. — Some Defects in Crystals Grown from the Melt. Defects caused by Thermal Stresses. *Proc. Roy. Soc.*, 235, p. 37, 1956.

BILLIG, E. — Defects in Germanium Crystals Grown from the Melt. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 375, 1956.

BRADSHAW, S. E., MLAVSKY, A. I. — The Evaporation of Impurities from Silicon. *J. Electronics*, Vol. II, p. 134, 1956.

BURGESS, R. E. — The Turnover Phenomenon in Thermistors and in Point-Contact Germanium Rectifiers. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, p. 908, 1955.

BURGESS, R. E. — A Millisecond Relaxation Process in the Reverse Current of Germanium Point-Contact Diodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 62, 1957.

BUTTERWORTH, J. — Surface Recombination and the « light-disc » Method of Measuring Bulk-Lifetime in Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 293.

CREAMER, R. H. — The Measurement of the Electrical Resistivity of Silicon. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 149, 1956.

CUSSINS, W. D. — Effects Produced by the Ionic Bombardment of Germanium. *Proc. Phys. Soc* , Vol. 68, p. 213, 1955.

DONOVAN, B., MARCH, N. H. — High Frequency Conductivity in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 528, 1956.

EVANS, D. M. — Measurements on Alloy-Type Germanium Transistors and their Relation to Theory. *J. Electronics*, Vol. I, p. 461.

FRANKS, J., GEACH, G. A., CHURCHMAN, A. T. — Lamellar Defects in Single Crystals of Silicon. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 111, 1955.

GIBSON, A. F., GRANVILLE, J. W., BARDSLEY, W. — A Germanium Point-Contact Transistor to Operate at High Ambient Temperatures. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 251, 1955.

GIBSON, A. F., GRANVILLE, J. W. — The Measurement of Drift Mobility in Germanium at High Electric Fields. *J. Electronics*, Vol. II, p. 259, 1956.

GOODMAN, C. H. L. — Bond Relationships in Diamond-Type Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 115.

GRANVILLE, J. W. BARDSLEY, W. GIBSON, A. F. — Forming Procedures for Silicon Point-Contact Transistors. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 206, 1955.

GUNN, J. B. — The Field-Dependence of Electron Mobility in Germanium *J. Electronics*, Vol. II, p. 87, 1956.

GUNN, J. B. — Avalanche Injection in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 781, 1956.

HANEMAN, D. — Current Gain in Formed Point Contact *n*-type Germanium Transistors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 712, 1956.

HENISCH, H. K., REYNOLDS, W. N. — Surface Recombination in Germanium in the Presence of Strong Electric Fields. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 353, 1955.

HODGKINSON, R. J. — Thermal Acceptors in Germanium. *Phil. Mag.*, 46, p. 410, 1955.

HOGARTH, C. A. — On the Measurement of Minority Carrier Lifetimes in Silicon. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 791, 1956.

KYTE, D. J. — Anomalous Characteristics of Silicon Point Contact Rectifiers. *J. Electronics*, Vol. II, p. 247, 1956.

LANDSBERG, P. T. — The Effect of Field-Dependent Mobilities on the Diffusion Theory of Rectification. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 366, 1955.

LEES, J., WALTON, S. — The influence of Pressure on Metal-Germanium Contacts. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 922, 1955.

LINHART, J. G., TEMPLETON, I. M., DUNSMUIR, R. — A Microwave Resonant Cavity Method for Measuring the Resistivity of Semi-Conducting Materials. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 36, 1956.

LOW, G. G. E. — Modulation of the Surface Conductance of Germanium and Silicon by External Electric Fields. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 10, 1955.

LOW, G. G. E. — Carrier Concentration Disturbances in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 310, 1955.

LOW, G. G. E. — A Pulse Method for Measuring the Injection Ratio of Metal-Semiconductor Contacts. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 447, 1955.

LOW, G. G. E. — A Method of Evaluating Surface State Parameters from Conductance Measurements on Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1331, 1956.

PAIGE, E. G. S. — The Isothermal Reverse Voltage-Current Characteristics of Small Area Alloy Contacts on Germanium. *J. Electronics*, Vol. II, p. 378, 1957.

PLUMMER, A. R. F. — Observations on the Growth of Excess Current in Germanium *p-n* Junctions. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 539, 1956.

RANSOM, P., ROSE, F. W. G. — Trap Activation Energies in N-type Germanium. *J. Electronics*, Vol. I, p. 625.

ROSE, F. W. G., SANDIFORD, D. J. — An Easy Derivation of the Hole Lifetime in an *n*-type Semiconductor with Acceptor Traps. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 894, 1955.

STRATTON, R. — Surface Barriers at Semiconductor Contacts. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 513, 1956.

STUART-MONTEITH, G. — The Determination of the Dynamic Properties of Crystal Diodes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 254, 1955.

SEMI-CONDUCTEURS. — GÉNÉRALITÉS

AINSWORTH, L. — Single Crystal Bismuth Telluride. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 606, 1956.

ALLEN, J. W., MACKINTOSH, I. M. — Some Implications of the Small Energy Gap and Small Effective Electron Mass in InSb. *J. Electronics*, Vol. I, p. 138.

AVERY, D. G., GOODWIN, D. W., LAWSON, W. D., MOSS, T. S. — Optical and Photo-Electrical Properties of Indium Antimonide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 761, 1954.

AVERY, D. G., JENKINS, D. P. — Measurements of Diffusion Length in Indium Antimonide. *J. Electronics*, Vol. I, p. 145.

BARRIE, R., EDMOND, J. T. — A Study of the Conduction Band of InSb. *J. Electronics*, Vol. I, p. 161.

BROOM, R. F., ROSE-INNES, A. C. — A Pulse Method for Measurement of Hall Coefficient at Low Temperatures : Some Results on Indium Antimonide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1269, 1956.

CHAMPNESS, C. H. — The Statistics of Divalent Impurity Centres in a Semiconductor. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 1335, 1956.

COOPER, R., WALLACE, A. A. — The Influence on Electric Strength of Mechanical Deformation caused by Application of Voltage to Potassium Chloride Crystals. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1287, 1956.

COOPER, R., GROSSART, D. T., WALLACE, A. A. — Directional Effects in the Electric Breakdown of Single Crystals of KCl and NaCl. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 169, 1957.

CROSS, L. E., NICHOLSON, B. J. — The Optical and Electrical Properties of Single Crystals of Sodium Niobate. *Phil. Mag.*, 46, p. 453, 1955.

DRABBLE, J. R., WOLFE, R. — Anisotropic Galvanomagnetic Effects in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1101, 1956.

ELCOCK, E. W., LANDSBERG, P. T. — Temperature Dependent Energy Levels in Statistical Mechanics. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 161, 1957.

FIRMIN, J. C., OATLEY, C. W. — Effects Produced by Metal Electrodes in Studies of Electron Bombardment Conductivity. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 620, 1955.

FOCHS, P. D. — The Measurement of the Energy Gap of Semiconductors from their Diffuse Reflection Spectra. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 70, 1956.

FRANCOMBE, M. H., LEWIS, B. — Structure and Phase Transitions of Ferroelectric Sodium-Lead Niobates and of other Sodium Niobate Type Ceramics. *J. Electronics*, Vol. II, p. 387, 1957.

FROHLICH, H. PARANJAPE, B. V. — Dielectric Breakdown in Solids. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 21, 1956.

GOLDSMID, H. J. — Thermoelectric Applications of Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 218.

GOLDSMID, H. J. — The Thermal Conductivity of Bismuth Telluride. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 203, 1956.

HARPER, P. G. — Effect of the Electron-Lattice Interaction on Phonon Frequencies. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1095, 1956.

HARPUR, W. W., MOSS, R. L. UBBELOHDE, A. R. — Electrical Conductance Mechanisms in solid Caesium Chloride. *Proc. Roy. Soc.*, 232, p. 196, 1955.

HARPUR, W. W., UBBELOHDE, A. R. — Conductance Mechanisms and the Thermal Transition in Caesium Chloride. *Proc. Roy. Soc.*, 232, p. 310, 1955.

HERMAN, F. — Speculations on the Energy Band Structure of Zinc-Blende-Type Crystals. *J. Electronics*, Vol. I, p. 103.

HILSUM, C., OLIVER, D. J., RICKAYZEN, G. — The Photoelectricmagnetic effect in Indium Antimonide. *J. Electronics*, Vol. I, p. 134.

HODGKINSON, R. J. — The Stoichiometry of Intermetallic Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 612.

HOLMES, P. J. — A Scanning X-ray Camera for the Detection of Crystal Imperfections. *J. Electronics*, Vol. I, p. 324.

HOWARTH, D. J., JONES, R. H., PUTLEY, E. H. — The Dependence of the Hall Coefficient of a Mixed Semiconductor upon Magnetic Induction as exemplified by Indium Antimonide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 124, 1957.

HULME, K. F. — On the Distribution of Impurity in Crystals Grown from Impure Unstirred Melts. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 393, 1955.

JONSCHER, A. K. — Drift of Minority Carriers in the Presence of Trapping. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 223, 1957.

JONSCHER, A. K. — Diffusion of Minority Carriers in the Presence of Trapping. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 230, 1957.

JULL, G. W. — An Experimental Investigation of Characteristic Electron Energy Losses in Solids. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1237, 1956.

KEYES, R. W. — Elastoresistance and Magnetoresistance in Multivalley Semiconductors with an Axis of Symetry. *J. Electronics*, Vol. II, p. 279, 1956.

KROGER, F. A., DENOBEL, D. — Preparation and Electrical Properties of CdTe Single Crystals. *J. Electronics*, Vol. I, p. 190.

LANDSBERG, P. T., MOSS, T. S. — Recombination Theory for Indium Antimonide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 661, 1956.

LANDSBERG, P. T. — A Contribution to the Recombination Statistics of Excess Carriers in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 282, 1957.

LEWIS, B., WHITE, E. A. D. — Structure and Phase Transitions of Ferroelectric Sodium-cadmium Niobates. *J. Electronics*, Vol. I, p. 646.

LIDDIARD, A. B. — Impurity Diffusion in Polar Crystals. *Phil. Mag.*, 46, p. 815, 1955.

LIDDIARD, A. B. — Impurity Diffusion in Crystals (mainly Ionic Crystals with the Sodium Chloride Structure). *Phil. Mag.*, 46, p. 1218, 1955.

MacKintosh, I. M. — Effects at High-Angle Grain Boundaries in Indium Antimonide. *J. Electronics*, Vol. I, p. 554.

MacKintosh, I. M., Allen, J. W. — The Lifetime of Added Carriers in InSb. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 985, 1955.

Mansfield, R. — Impurity Scattering in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 76, 1956.

Moss, T. S. — The Interpretation of the Properties of Indium Antimonide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 775, 1954.

Moss, T. S. — Measurements on *p-n* Junctions in Lead Sulphide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 697, 1955.

Mooser, E., Pearson, W. B. — The Chemical Bond in Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 629.

Nutkins, M. A. E. — The Density of Electronic States in Body-Centred Cubic Crystals. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 619, 1956.

Plessner, K. W. — Ageing of the Dielectric Properties of Barium Titanate Ceramics. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1261, 1956.

Putley, E. H. — The Hall Coefficient, Electrical conductivity and Magneto-Resistance Effect of Lead Sulphide, Selenide and Telluride. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 22, 1955.

Putley, E. H. — Thermoelectric and Galvanomagnetic effects in Lead Selenide and Telluride. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 35, 1955.

Rickayzen, G. — The Validity of the Hydrogen-like Approximation for Impurity Levels. *J. Electronics*, Vol. I, p. 122.

Roberts, V., Quarrington, J. E. — Accurate Measurements of Absorption in Indium Antimonide and Gallium Antimonide. *J. Electronics*, Vol. I, p. 152.

Rollin, B. V., Petford, A. D. — The Electrical Properties of Indium Antimonide at Low Temperatures. *J. Electronics*, Vol. I, p. 171.

Ross, I. M., Saker, E. W. — Applications of Indium Antimonide. *J. Electronics*, Vol. I, p. 223.

Saker, E. W., Cunnell, F. A., Edmond, J. T. — Indium Antimonide as a Fluxmeter Material. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 217, 1955.

Smales, A. A. — A Comparison of Some Methods for the Determination of Trace Impurities in Semiconductors. *J. Electronics*, Vol. I, p. 327.

Spear, W. E. — Electron Bombardment Effects in Thin Dielectric Layers. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 991, 1955.

Talley, R., Stern, F. — On the Degeneracy Effect in InAs. *J. Electronics*, Vol. I, p. 186.

Van den Boomgaard, J., Kroger, F. A., Vink, H. J. — Zone Melting of Decomposing Solids. *J., Electronics*, Vol. I, p. 212.

Welker, H. — Optical and Electrical Properties of GaAs, InP and GaP. *J. Electronics*, Vol. I, p. 181.

WOOLLEY, J. C., SMITH, B. A., LEES, D. G. — Solid Solution in the GaSb-InSb System. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1339, 1956.

PHOTO-CONDUCTIVITÉ ET LUMINESCENCE

ALFREY, G. F., TAYLOR, J. B. — Electroluminescence in Single Crystals of Zinc Sulphide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 775.

AUSTIN, I. G., WOLFE, R. — Electrical and Optical Properties of a Semiconducting Diamond. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 329, 1956.

BIRKS, J. B., BROOKS, F. D. — Scintillation Response of Anthracene to 6-30 keV Photoelectrons. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 721, 1956.

BROWNE, P. F. — Infra-Red Luminescence of Zinc and Cadmium Sulphide Phosphors. *J. Electronics*, Vol. II, p. 1, 1956.

BROWNE, P. F. — Luminescence of the Sulphide Phosphors. *J. Electronics*, Vol. II, p. 154, 1956.

COOK, J. R., MAHMOUD, K. A. — Luminescence Characteristics of Some Scintillating Crystals. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 817, 1954.

COOK, J. R. — Photoconductivitity in Calcium Tungstate. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 148, 1955.

FOWLER, J. F. — X-ray Induced Conductivity in Insulating Materials. *Proc. Roy. Soc.*, 236, p. 464, 1956.

HALPERIN, A., GARLICK, G. F. J. — The Absorption Spectrum of Excited Crystals of Cadmium Sulphide. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 758, 1955.

HYMAN, R. A. — The Electrical Conductivity of Hexagonal Selenium. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 743, 1956.

INCE, A. N. — The Effect of Intense Magnetic Fields on Electroluminescent Powder Phosphors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 870, 1954.

INCE, A. N., OATLEY, C. W. — The Electrical Properties of Electroluminescent Phosphors. *Phil. Mag.*, 46, p. 1081, 1955.

MOSS, T. S. — Photovoltaic and Photoconductive Theory applied to InSb. *J. Electronics*, Vol. I, p. 126.

SAKSENA, B. D., PANT, L. M. — Cathodo-luminescence of MgO. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 67, p. 811, 1954.

SPEAR, W. E. — Volume Generated Currents and Secondary Effects in Amorphous Selenium Films. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1139, 1956.

TOMLINSON, T. B. — Luminescence in ZnS : Cu, Cl Phosphors at High Cu Concentration. *J. Electronics*, Vol. II, p. 166, 1956.

TOMLINSON, T. B. — Luminescence in ZnS : Cu, Cl Single Crystals. *J. Electronics*, Vol. II, p. 293, 1956.

WOOD, C. — Some Observations on the Theory of Photoconductivity in the Lead Sulphide Group of Compounds. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 613, 1956.

Woods, J. — Changes in Conductivity resulting from Breakdown in Cadmium Sulphide Single Crystals. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 975, 1956.

DISPOSITIFS A TUBES A VIDE

Archard, G. D. — Two New Simplified Systems for the Correction of Spherical Aberration in Electron Lenses. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 156, 1955.

Archard, G. D. — A Possible Chromatic Correction System for Electron Lenses. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 817, 1955.

Archard, G. D. — Focal Properties and Chromatic and Spherical Aberrations of the Three-Electrode Electron Lens. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 330, 1956.

Archard, G. D. — Properties of Two-Aperture Electron Lenses. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 127, 1957.

Barnard, G. P. — Recent Research with an Experimental Mass Spectrometer. *J. Electronics*, Vol. I, p. 78.

Beck, A. H. W. — High Order Space Charge Waves in Klystrons. *J. Electronics*, Vol. II, p. 489.

Bell, D. A., Berktay, H. O. — The Cylindrical Diode. *J. Electronics*, Vol. II, p. 425.

Bloomer, R. N. — Barium Getters and Oxygen. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 8, p. 40, 1957.

Buneman, O. — Comments on Magnetron Theory, with Particular Reference to some Recent Publications. *J. Electronics*, Vol. I, p. 314.

Chalk, G. O., Manley, B. W., Norris, V. J. — A Five Cavity X-Band Klystron Amplifier. *J. Electronics*, Vol. II, p. 50, 1956.

Clarke, W. W. H. — The Influence of Cathode Standing Waves on Valve Stability. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 433, 1955.

Cockroft, H. S., Pickin, J. R. — X-band Klystrons for High Power C. W. operation. *J. Electronics*, Vol. I, p. 359.

Dain, J. — Factors in the Design of Power Amplifiers for Ultra High Frequencies. *J. Electronics*, Vol. I, p. 35.

Daykin, P. N. — Electrode Shapes for a Cylindrical Electron Beam. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 248, 1955.

Dolder, K. T., Klemperer, O. — High Frequency Oscillations in the Space Charge of Some Electron Emission Systems. *J. Electronics*, Vol. I, p. 601.

Edwards, A. G. — Some Properties of a Simple Omegatron-Type Mass Spectrometer. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 44, 1955.

Farrands, J. L. — The Generation of Millimetre Waves. *Proc. Instn. Elect. Engrs.*, Vol. 102, Pt. C, p. 98, 1955.

Fulop, W. — The Rubber Membrane and the Solution of Laplace's Equation. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 21, 1955.

GABOR, D., SIMS, G. D. — Theory of the Preoscillating Magnetron. *J. Electronics*, Vol. I, p. 25.

JENNINGS, J. C. E., PRATT, R. G. — Numerical Ray Tracings in Electron Lenses. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 526, 1955.

LAWSON, J. D. — Experiments on a Cylindrical Electron Beam constrained by a Magnetic Field. *J. Electronics*, Vol. I, p. 43.

LAWSON, J. D. ,BARTON, R. S., GUBBINS, T. F. ,MILLAR, W., ROGERS, P. S. — The Design and Performance of a High Power Demountable Klystron Amplifier for X-band. *J. Electronics*, Vol. I, p. 333.

LIEBMANN, G. — A Unified Representation of Magnetic Electron Lens Properties. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 737, 1955.

MANLEY, B. W. — On the Effect of the Transition Region upon an Electron Beam constrained by Brillouin Flow. *J. Electronics*, Vol. II, p. 241, 1956.

MATHIAS, L. E. S. — The Space Charge Distribution in the Pre-oscillation Magnetron. *J. Electronics*, Vol. I, p. 8.

MELTZER, B. — On the Solution of an Equation of Electron Optics. *J. Electronics*, Vol. I, p. 53.

METLZER, B. — Single-Component Stationary Electron Flow under Space-Charge Conditions. *J. Electronics*, Vol. II, p. 118, 1958.

MOULLIN, E. B. — On the Amplification Factor of a Triode. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 104, Pt. C, p. 222, 1957.

NEWTON, R. H. C. — On Space Charge Waves. *J. Electronics*, Vol. II, p. 441.

NORRIS, V. J. — The Frequency-Multiplier Klystron. *J. Electronics*, Vol. I, p. 477.

PIZER, H. I., YATES, J. G., SANDER, K. F. — An Automatic Electron Trajectory Tracer. *J. Electronics*, Vol. II, p. 65, 1956.

SIMS, G. D., GABOR, D. — Theory of the Preoscillating Magnetron : II Perturbations of a Double Stream Steady State. *J. Electronics*, Vol. I, p. 231.

STOLL, S. J. — Origin and Analysis of Gas in Electron Tubes. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 94, 1956.

THORP, J. S. — An X-Ray Method for Studying Radial Current Distributions in Electron Beams. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 366, 1955.

TURK, W. E. — Tracer Experiments in Photocells. *J. Electronics*, Vol. II, p. 267, 1956.

TWISS, R. Q. — Initial Space Charge Distribution in a Cylindrical Magnetron Diode. *J. Electronics*, Vol. I, p. 1.

VAUGHAN, J. R. M. — Klystron Modulation and Schlomitch Series. *J. Electronics*, Vol. I, p. 430.

WALSH, D. — The Measurement of Space Charge Wavelength in an Electron Beam. *J. Electronics*, Vol. II, p. 436.

Bruit de fluctuation

Barber, D. — Measurements of Current Noise in Lead Sulphide at Audio Frequencies. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 898, 1955.

Bell, D. A. — Thermal Fluctuations in Space Charge Controlled Diodes. *J. Electronics*, Vol. II, p. 477.

Bell, D. A. — Phenomenological Approach to « Current Noise ». *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 284, 1955.

Bell, R. L. — Klystron Oscillator Noise Theory. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 7, p. 262, 1956.

Burgess, R. E. — Electrical Oscillations in Thermistors and Germanium Point-Contact Rectifiers. *J. Electronics*, Vol. I, p. 459.

Burgess, R. E. — Electronic Fluctuations in Semiconductors. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 185, 1955.

Burgess, R. E. — Reduction of Noise in Photoconductive Cells. *Brit. J. Appl. Phys.*, Vol. 6, p. 385, 1955.

Burgess, R. E. — Fluctuations of the Numbers of Electrons and Holes in a Semiconductor. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 68, B, p. 661, 1955.

Burgess, R. E. — The Statistics of Charge Carrier Fluctuations in Semiconductors. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 1020, 1956.

Glass, R. C., Sims, G. D., Stainsby, A. G. — Noise in Cut-off Magnetrons. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. B, p. 81, 1955.

Hyde, F. J. — Measurement of Noise Spectra of a Germanium *p-n* Junction Diode. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 69, B, p. 231, 1956.

Kibblewhite, A. C. — Noise Generation in Crystals and in Ceramic Forms of Barium Titanate when subjected to Electric Stress. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. B, p. 59, 1955.

Nicoll, G. R. — Noise in Silicon Microwave Diodes. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 101, Pt. III, p. 317, 1954.

Scaife, B. K. P. — Dipole Moment Fluctuations of a Dielectric Body. *Proc. Phys. Soc.*, Vol. 70, B, p. 314, 1957.

Stephenson, W. L. — Measurements of Junction-Transistor Noise in the Frequency Range 7-50 kc/s. *Proc. Instn. Elect. Engrs*, Vol. 102, Pt. B, p. 753, 1955.

Thong Saw Pak. — Noise from Hot-cathode Discharges. *Proc. Phys. Soc.* Vol. 68, B, p. 292, 1955.

Thong Saw Pak, Martin, H. — Electron Temperature and Noise in Hot Cathode Discharges. *J. Electronics*, Vol. II, p. 128, 1956.

Ferrites

Blackman, L. C. F. — A Review of the Structure and Some Magnetic Properties of Ferrites. J. *Electronics*, Vol. I, p. 64.

BLACKMAN, L. C. F., SHERRY, N. P. R. — Note on an Investigation of the Anomalous Time-Constant of Certain Iron Deficient Magnesium Manganese Ferrites. *J. Electronics*, Vol. I, p. 385.

BLACKMAN, L. C. F. — Low Loss Magnesium Manganese Ferrites. *J. Electronics*, Vol. II, p. 451.

The following papers by British authors were read at the Convention on Ferrites and will be published shortly in the *I.E.E. Proceedings*, Vol. 104, Pt. B.

BAMBROUGH, B. — A Digital Computer Based on Magnetic Circuits.

BATES, L. F., CHRISTOFFEL, D. A. — Heat Changes Accompanying Magnetization Processes in Ferrites.

BIRKS, J. B. — Magnetic Spectra.

BORONSKI, S. — Some Properties and Applications of Ferrites at 3 cm Wavelength.

CLARRICOATS, P. J. B. — Some Properties of Circular Waveguides containing Ferrites.

CLARRICOATS, P. J. B., HAYES, A. G., HARVEY, A. F. — A Survey of the Theory and Applications of Ferrites at Microwave Frequencies.

DERRY, R. — Microwave Faraday Effect and Conductivity in Nickel Ferrites and Ferrite-Aluminates.

GLOVER, W. F., BUCKLEY, S. E. — Ferrites Applied to Carrier Frequency Equipment.

GODFREY, R. M., HUMPHREYS, B. L., ALLIN, P. E. V., MOTT, G. — Applications of Ferrites at 3 cm Wavelength.

HARVEY, A. F. — Ferrite Structures for Millimetre Wavelengths.

LAVERICK, E., RIVETT-CARNAC, A. — Some Measurements and Applications of the Microwave Properties of a Magnesium-Magnanese Ferrite in the 8-9 mm Waveband.

MACBEAN, I. G. — The Measurement of Complex Permittivity and Complex Tensor Permeability of Ferrite Materials at Microwave Frequencies.

MORRIS, A. LANGLEY. — The 45° Faraday-Rotation Ferrite Isolator.

OSMOND, W. P. — Magnetic Exchange Mechanisms in Magnesium-Manganese Ferrites.

QUARTLY, C. J., CAIN, A. L., CLARKE, R. W. — A Matrix Store for Data Rate Conversion.

RENWICK, W. — A Magnetic Core Matrix Store with Direct Selection using a Magnetic Core Switch Matrix.

RIDLER, D. S., GRIMMOND, R. — The Magnetic Cell : A New Circuit-Element.

ROBERTS, J., SRIVASTAVA, C. M. — Measurement of Ferrite Properties in a Rectangular Cavity at 10.000 Mc/s.

STANDLEY, K. J., PETERS, J. — Ferrimagnetic Resonance in a Magnesium-Manganese Ferrite.

TOMBS, N. C., WATKINS, J. — The Physical and Chemical Properties of some Nickel-Zinc Ferrite Compounds.

WALDRON, R. A. — Theory of the Measurement of the Elements of the Permeability Tensor of a Ferrite by means of a Resonant Cavity.

WILLIS, D. W. — A Ferrite-Core Switch-Matrix for Magnetic-Recording-Head Selection.

WRIGHT, E. P. G. — The Application of Square-Loop Ferrite Material in Data-Processing Systems.

Suède

N° 219. — Rapport du Comité National à la Commission VII

(Henry WALLMAN)

(*Traduction*)

Ce rapport est basé sur les contributions présentées à la conférence radioscientifique RVK-57 en Suède.

Le Prof. O. E. H. Rydbeck, de l'Université Technologique Chalmers (Gœteborg) a envisagé d'appliquer l'équation des télégraphistes au problème du couplage entre un résonateur sur micro-ondes et un faiseau électronique, ce couplage étant utilisé aux fins de modulation et de démodulation. Il a en outre procédé à l'étude du concept des modes d'onde de plasma engendrés dans les faisceaux électroniques à section non uniforme.

M. L. Torstensson (Compagnie Suédoise des Tubes Électroniques, Stockholm) a étudié des klystrons conçus en vue de bonnes performances de modulation. Une investigation des conditions théoriques de modulation linéaire a été faite ; ce travail comporte également l'étude de l'influence de la charge et celle des méthodes de calcul des klystrons reflex à modulation linéaire.

Mr. B. Agdur (Institut Royal de Technologie, Stockholm) a consacré plusieurs années à l'étude théorique et expérimentale du strophotron, et plus généralement à celle des échanges d'énergie entre électrons et champs de micro-ondes. Ce travail a constitué récemment le sujet d'une thèse de doctorat.

D'autres travaux expérimentaux sur le strophotron ont été

effectués par MM. H. Haggblom et S. Tomner (Compagnie Suédoise des Tubes Electroniques) à 1000, 2000, 3000 et 5000 Mc/s. Un intérêt spécial a été porté aux caractéristiques de modulation de ces tubes.

Le Professeur H. Alfvén (Institut Royal de Technologie, Stockholm) a étudié le mouvement des électrons dans des champs magnétiques quadripolaires de type spécial. Les trajectoires électroniques s'y distribuant en méandres ont conduit à concevoir un nouveau tube, le « tube à méandres ».

Des expériences sur les tubes à méandres ont été conduites par M. T. Hanaas (Institut Royal de Technologie) qui les a utilisés dans des oscillations d'environ 30 W sur 10 cm de longueur d'onde.

M. E. Aström (Institut Royal de Technologie) a étudié la question de savoir comment il convient de distribuer le champ magnétique dans un tube à méandres pour obtenir les résultats optimum.

M. S. Olving (Université Technologique Chalmers) a étudié la représentation des constantes complexes de propagation dans les tubes à ondes progressives. Ces constantes sont affectées d'une manière compliquée par la structure et les paramètres du tube comme la densité de courant, le rayon et la vitesse du faisceau électronique, le rayon et le pas de l'hélice, et la fréquence. A l'opposé des théories plus simples, cette interprétation n'est pas limitée au cas spécial de la faible densité de courant. M. Olving a également établi une relation de phase approchée pour les ondes de plasma dans un tube électronique où la vitesse transversale des électrons est continûment variable.

M. K. N. Nygård (Université Technologique Chalmers) a effectué l'étude théorique des nœuds de courant dans les ondes de plasma. Des mesures expérimentales d'ondes de plasma d'un faisceau électronique en présence d'une discontinuité de potentiel ont été faites par M. O. Steinstö (Université Technologique Chalmers).

En relation avec le résonateur à plasma, M. A. Dattner (Institut Royal de Technologie, Stockholm) a investigué théoriquement et expérimentalement la résonance entre une onde électromagnétique et une oscillation d'une colonne de plasma. Des mesures de bruit et de l'influence des champs magnétiques extérieurs sur un résonateur à plasma ont également été faites.

Laboratoire d'Electronique,
Université Technologique Chalmers

Les études d'interaction entre faisceaux électroniques et ondes électromagnétiques ont été poursuivies. Des études théoriques de la réflexion d'ondes électromagnétiques par un faisceau électronique en présence d'un champ magnétique focalisateur arbitraire ont été complétées, de même que l'étude théorique de l'interaction de faisceaux en collision, compte tenu des termes de Lorentz et des corrections relativistes. Une étude du comportement d'oscillateurs à Spin électronique aux micro-ondes a été faite.

L'amplification fournie par les tubes à ondes progressives aux densités de courant élevées a été étudiée théoriquement. L'équation des télégraphistes a été appliquée au faisceau électronique en vue d'étudier le couplage entre faisceaux électroniques et cavités résonantes, et le couplage entre ondes de charge d'espace et ondes électromagnétiques dans les plasmas résonants (en vue d'applications à la radiation des oscillateurs à plasma).

Les études expérimentales de l'interaction (aux micro-ondes) entre faisceaux électroniques en collision sont poursuivies. Une abondante série d'investigations expérimentales sur 10 cm concernant les charges d'espace dans les intervalles finis de vitesse vient d'être complétée.

Le problème de la stabilité du courant auroral annulaire extraterrestre a été discuté et étudié théoriquement.

Un nouveau type de tube électronique, le Rotatron, a été imaginé. Ce tube convient surtout pour les fréquences modulées (avec ou sans multiplication simultanée). La variation de fréquence s'obtient d'une manière pratiquement idéale. On se propose d'utiliser un tel tube comme oscillateur dans les récepteurs radioastronomiques de la famille de l'hydrogène. Des tubes de ce type pourraient être utiles dans les communications radioélectriques à canaux multiples.

RÉFÉRENCES

Les contributions suivantes ont été publiées, ou sont en cours de publication, dans des revues techniques ou scientifiques :

1. S. Olving. — Amplification of the travelling wave tube at high beam current, I : *Trans. Chalmers Univ. of Techn.*, n° 157, 1955.

2. H. Wilhelmsson. — On the reflection of electromagnetic waves from a dielectric cylinder. *Trans. Chalmers Univ. of Techn.*, nº 168, 1955.

3. S. Olving. — A new method for space charge wave interaction studies. *Trans. Chalmers Univ. of Techn.*, nº 178, 1956.

4. N. Wax. — On the ring current hypothesis. *Trans. Chalmers Univ. of Technology*, nº 171, 1956.

5. V. Westberg. — Measurements of noise radiation at 10 cm from glow lamps. *Trans. Chalmers Univ. of Techn.*, nº 180, 1956.

6. G. H. Joshi. — The electromagnetic interaction between two crossing electron streams, I. *Trans. Chalmers Univ. of Techn.*, nº 183, 1957.

7. H. Wilhelmsson. — The interaction between an obliquely incident plane electromagnetic wave and an electron beam, II (en cours de publication).

8. G. H. Joshi. — The electromagnetic interaction between two crossing electron streams (with Lorentz term), II (en cours de publication).

9. O. Steinstö. — An experimental investigation of space charge waves in a finite velocity gap (en cours de publication).

10. S. Olving. — Space charge waves in an electron beam with variable velocity (en cours de publication).

Sommaire. — En liaison avec les études expérimentales des propriétés des ondes de charge d'espace dans les faisceaux électroniques non homogènes, il a paru désirable, au Laboratoire de recherches électroniques, d'étudier l'influence de la forme transversale du faisceau sur les longueurs d'onde de plasma des différents modes d'ondes de charge d'espace. La présente contribution envisage deux faisceaux qui peuvent être étudiés par des méthodes exactes ; le faisceau plan exponentiel, et le faisceau circulaire dont la densité de courant est représenté par $i_o = i_o\,(a)a/s$ en fonction du rayon ρ. On montre que dans chacun des cas les longueurs d'onde de charge d'espace peuvent être calculées assez simplement pour les modes les plus élevés, et qu'elles peuvent être mises en relation assez simple avec la densité électronique moyenne du faisceau. Pour les modes inférieurs, cependant, la théorie devient beaucoup plus compliquée et l'on doit recourir aux fonctions d'onde exactes pour une détermination précise des valeurs propres. La variation générale des longueurs d'onde de plasma avec le rayon effectif du faisceau (ou du tube) est néanmoins à peu près la même que dans le cas du faisceau homogène, bien que le facteur d'échelle puisse différer considérablement.

Finalement, l'application des méthodes de l'intégrale de phase à l'étude des propriétés des modes supérieurs dans un faisceau quelconque (dont la densité électronique décroît uniformément) est démontrée sur un exemple typique où l'influence des paramètres apparaît clairement.

La présente étude ressortit au programme de recherches entrepris sous les auspices du Bureau Suédois de Recherches Techniques.

13. O. E. H. Rydbeck. — Electromagnetic wave reflexion and space charge wave propagation in electron streams (with applications to the ionosphere and the solar corona) (en cours de publication).

14. O. E. H. Rydbeck. — The « telegraph » equation of the electron stream, with applications (en cours de publication).

15. O. E. H. Rydbeck. — The Rotatron, a new frequency shift and multiplier tube (en cours de publication).

Suisse

N° 144. — Rapport du Comité National à la Commission VII

Dr Schaetti

1. — La physique de la cathode

A l'Institut de physique technique de l'Ecole Polytechnique Fédérale (EPF), l'activité dans le domaine des cathodes photo-électriques s'est poursuivie.

La réalisation la plus importante est un photomultiplicateur à cathode Cs-Sb de 26 cm de diamètre utile. Ce tube trouve son application dans la physique nucléaire (1, 2).

2. — La physique des semi-conducteurs

Dans le domaine des semi-conducteurs, plusieurs laboratoires de l'EPF et de diverses universités ont poursuivi leur activité dans ce domaine, notamment :

L'Institut de physique de l'EPF (Prof. Busch et ses collaborateurs), l'Institut de physique technique de l'EPF (Dr Baumgartner), l'Institut d'électronique supérieure de l'EPF (Prof. Strutt), l'Institut de physique technique de l'université de Bâle (Prof. Baldinger), l'Institut de physique de Neuchâtel (Prof. Rossel).

Dans ce domaine, il faut signaler, en outre, une activité de plus en plus importante au sein des laboratoires industriels de Suisse.

En ce qui concerne les recherches du Prof. Busch et de ses collaborateurs, citons : recherches sur diverses combinaisons intermétalliques, telles que Ca_2Si, Ca_2Sn, Ca_2Rb, ZnSb, Mg_3Sb_2, InSb, Mg_2Si, Mg_2Ge, Mg_2Sn, Mg_2Pb.

Ces recherches se rapportent à la tension thermo-électrique, à la conductibilité thermique, aux propriétés magnétiques de ces corps, etc... Un des travaux consiste à déterminer, par des mesures électriques, les données caractéristiques d'un semi-conducteur non dégénéré (3-17).

A l'Institut de physique technique de l'EPF (Prof. Baumann), des recherches ont été entreprises à la suite des travaux effectués dans le domaine des photoconducteurs (Dr Baumgartner).

Au cours de ces travaux, la question du bruit de fond associé au courant des semi-conducteurs, a été étudiée (18).

Dans le domaine des transistors, des recherches ont été effectuées à l'Institut de physique technique de l'Université de Bâle (Prof. Baldinger) — voir rapport de la Commission VI — (19, 21). L'application de ces éléments de construction a été étudiée également à l'Institut d'électrotechnique de l'EPF (Prof. Strutt) (22, 24).

3. — La source et la nature du bruit dans les faisceaux électroniques

Dans ce domaine M. F. Haffter (25) a publié un exposé « Ueber das Rauschen von Elektronenstrahlen », se basant sur des travaux effectués à l'Institut des hautes fréquences de l'EPF. Le carré de la fluctuation du courant le long d'un faisceau électronique cylindrique est traité comme solution d'un problème marginal de la théorie de Maxwell-Lorentz. Le calcul montre que les minima de l'onde stationnaire résultante sont différents de zéro par principe et qu'il n'existe pas de périodicité exacte pour les valeurs extrêmes. Le résultat a été vérifié et confirmé par des expériences. M. G. Weibel a étudié les travelling wave-tubes (26).

LITTÉRATURE

1. N. Schaetti. — Les photocathodes utilisées dans les photomultiplicateurs. *Electronica Acta*, 1, 25, Avril 1956.
2. D. Maeder, R. Mueller. — Gammaspektrometer mit Antikoinzidenz-Abschirmung. *Helv. Phys. Acta*, 29, 446, 1956.
3. U. Winkler. — Bestimmung der charakteristischen Daten eines nicht entarteten Eigenhalbleiters aus elektrischen Messungen. *Hlev. Phys. Acta*, 27, 192, 1954.
4. G. Busch, P. Junod, U. Katz, U. Winkler. — Conductibilité électrique des combinaisons intermétalliques Ca_2Si, Ca_2Sn, Ca_2Pb, ZnSb. *Helv. Phys. Acta*, 27, 193, 1954.

5. G. Busch, F. Hulliger, U. Winkler. — Elektrische Leitfaehigkeit und Thermospannung der intermetallischen Verbindung $Mg_3 Sb_2$. *Helv. Phys. Acta*, 27, 195, 1954.

6. G. Busch, M. Schneider. — Waermeleitfaehigkeit der intermetallischen Verbindung InSb. *Helv. Phys. Acta*, 27, 196, 1954.

7. Ch. Enz. — Thermische Elektronenstreuung in Halbleitern. *Helv. Phys. Acta*, 27, 299, 1954.

8. G. Busch, O. Vogt. — Aenderung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften von Sb und InSb am Schmelzpunkt. *Helv. Phys. Acta*, 27, 241, 1954.

9. G. Busch, F. Hulliger, U. Winkler. — Die elektrischen Eigenschaften der intermetallischen Verbindung Mg_3Sb_2. *Helv. Phys. Acta*, 27, 249, 1954.

10. U. Winkler. — Die elektrischen Eigenschaften der intermetallischen Verbindungen Mg_2Si, Mg_2Ge, Mg_2Sn und Mg_2Pb. *Helv. Phys. Acta*, 28, 633, 1955.

11. G. Busch. — Graphische Behandlung der Entartung eines Eigenhalbleiters. *Helv. Phys. Acta*, 28, 320, 1955.

12. G. Busch, R. Jaggi, R. Kern. — Eigen-Halleffekt von InSb. *Helv. Phys. Acta*, 28, 452, 1955.

13. G. Busch, N. Helfer, O. Vogt. — Untersuchungen des Einflusses von Gitterbaufehlern auf die magnetische Suszeptibilitaet von Germanium. *Helv. Phys. Acta*, 29, 188, 1956.

14. G. Busch, R. Kern. — Die magnetische Suszeptibilitaet von Silizium und intermetallischen Verbindungen. *Helv. Phys. Acta*, 29, 189, 1956.

15. G. Busch, E. Mooser, W. B. Pearson. — Neue halbleitende Verbindungen mit diamantaehnlicher Struktur. *Helv. Phys. Acta*, 29, 192, 1956.

16. P. Junod, E. Mooser. — Zur Frage der Halbleitung in Verbindungen der I bis III. Gruppe des periodischen Systemes. *Helv. Phys. Acta*, 29, 194, 1956.

17. G. Busch. — Bemerkungen zum Metall-Eigenhalbleiter-Kontakt. *Helv. Phys. Acta*, 29, 196, 1956.

18. W. Baumgartner, H. U. Thoma. — Zum Stromrauschen von Halbleitern. *Z.A.M.P.*, 6, 66, 1956.

19. E. Baldinger, F. Leuenberger. — Zur Messung des Rauschens von Transistoren. *Z.A.M.P.*, 6, 420, 1956.

20. E. Baldiner, W. Czaja, M. Nicolet. — Ueber das Impulsverhalten von Flaechentransistoren. *Z.A.M.P.*, 7, 355, 1956.

21. E. Baldinger, W. Czaja, M. Nicolet. — Der Einfluss nichtidealer Emitteruebergaenge auf das Verhalten von Flaechentransistoren. *Helv. Phys. Acta*, 29, 428, 1956.

22. M. J. O. Strutt. — Transistoren in Endverstärkerstufen. *Scientia Electrica*, 1, 2, 1953.

23. W. Guggenbühl, M. J. O. Strutt. — Transistoren in Niederfrequenz-Anfangsstufen. *Scientia Electrica*, II, Heft 2, 2, 1956.

24. W. Guggenbühl, M. J. O. Strutt. — Transistoren in Hochfrequenz-Verstärkerstufen. *Scientia Electrica* II, Heft 3, 3, 1956.

25. F. H. Haffter. — Ueber das Rauschen von Elektronenstrahlen. Diss. ETH Zurich, 1956,

26. G. E. Weibel. — Studien ueber Travelling-Wave-Tubes. Mitt. aus dem Institut für Hochfrequenztechnik an der ETH, Verlag Lehmann, Zurich, 1956.

Rapport du Président de la Commission

à la Séance Plénière d'Ouverture

Une correspondance extensive entre membres de la Commission VII a fait beaucoup pour décider des sujets qui devront être discutés à Boulder et de la forme la plus utile à donner à nos Réunions. Nous avons fixé, il y a huit mois, quatre sujets ; cette décision fut prise afin de mettre les Présidents nationaux de la Commission VII en mesure de commencer à rassembler les informations sur les travaux effectués dans leurs pays respectifs. Les Membres ont décidé ultérieurement qu'une seule contribution formelle serait exposée à chacune des séances et que le reste du temps serait consacré à la lecture des rapports nationaux et à une discussion publique des titres.

Les développements récents, et très importants, de l'Electronique nous ont conduits à modifier quelque peu nos plans. Une cinquième réunion a été ajoutée pour nous permettre d'examiner une série de contributions sur le Maser ; je reviendrai plus loin sur le sujet.

Les réunions de la Commission VII bénéficieront certainement du fait que la XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. se tient aux Etats-Unis d'Amérique, où de si importantes recherches en Electronique sont effectuées pour le moment. Ainsi, des contacts nombreux avec des personnalités aptes à nous aider dans nos travaux seront facilement réalisables. Grâce à la courtoisie du Comité National Américain de l'U.R.S.I. et à l'aide incessante de notre Président d'Honneur, le Dr Dellinger, nous avons pu inviter d'éminents spécialistes américains à présider certaines de nos séances et à y exposer leurs travaux, même lorsque ces spécialistes n'étaient pas délégués officiels de l'U.R.S.I.

Les titres des cinq réunions ont été établis comme suit :

Phénomènes oscillatoires dans les décharges gazeuses	Prof. P. W. Allis, Massachusetts Ins. of Technology, Cambridge, Mass.	Prof. J. Lh. Jonker, Université technique, Eindhoven, Aalsterweg, 391 Eindhoven, Pays-Bas	Jeudi 29 août 9 h. 30
Physique de la cathode	Dr L. S. Nergaard, Radio Corporation of America, R.C.A. Laboratories, Princeton, N.J.	Prof. W. G. Shepherd, Dept. of Elect. Eng. Inst. of Technology, Univ. of Minnesota, Minneapolis, 14, Minn.	Vendredi 30 août 9 h. 30
Source et nature du bruit dans les faisceaux électroniques	Dr J. R. Pierce, Murray Hill Labs. Bell Telephone Labs, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Prof. A. Blanc-Lapierre, Faculté des Sciences, Université d'Alger, Alger	Lundi 2 sept. 9 h. 30
Physique des Semiconducteurs en vue des applications radioélectriques	Dr Wm. Shockley, Shockley Semi-conductor Laboratory, Beckman Instruments Ltd, 391, S. San Antonio Rd, Mountain View, Calif.	Dr M. Tannenbaum Murray Hill Labs., Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Mardi 3 sept. 9 h. 30
Le Maser (conjointement avec la Commission V)	Prof. C. H. Townes, Columbia University, New-York, N.Y.	Dr R. C. Fletcher, Murray Hills Labs. Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Mercredi 4 sept. 14 h. 00

Notre décision de consacrer deux séances à la Physique de l'Etat Solide reflète les grands progrès qui ont été accomplis récemment dans ce domaine ; ces progrès sont de la plus haute importance pour tous ceux qui s'intéressent aux problèmes instrumentaux radioélectriques. Je voudrais encore souligner l'importance de la

séance consacrée au Maser, séance organisée un peu plus tard que les autres et qui, de ce fait, n'a pu recevoir autant de publicité. Le Maser est un amplificateur quantomécanique sur micro-ondes qui, s'il remplit ses promesses, aura un facteur de bruit tellement bas que beaucoup d'applications radioélectriques en seront affectées. La réunion sur le Maser sera tenue conjointement avec la Commission V de Radio-Astronomie. Je tiens à remercier les Présidents des six autres Commissions de l'U.R.S.I., qui ont bien voulu fixer les dates de leurs réunions de manière qu'elles ne coïncident pas avec celle consacrée au Masser ; ainsi, tous ceux qui le désirent pourront y assister.

Dans le même ordre d'idées, les membres de la Commission VII ont pensé que certains sujets de nos discussions pourraient intéresser d'autres membres de l'U.R.S.I. s'occupant directement ou non d'électronique. Ceux-ci sont cordialement invités à examiner notre programme et à participer à nos travaux s'ils le jugent utile.

Je voudrais, pour conclure, souligner l'effort accompli par les présidents des cinq séances pour l'organisation de ces réunions, et adresser spécialement mes remerciements au Dr Shepherd, président de la Commission VII, des Etats-Unis pour ses nombreuses idées et contributions.

Compte Rendu des Séances

SÉANCE ADMINISTRATIVE DU 26 AOUT, A 14 H.

La Commission VII a tenu sa séance administrative le lundi 26 août à 14 h ; les Pays officiellement représentés comprenaient : le Canada (BURGESS), l'Italie (TIBERIO), l'Allemagne (ROTHE), le Japon (ASAMI), les Pays-Bas (JONKER), la Suède (ROHDIN), la Suisse (TANK), le Royaume-Uni (OATLEY), l'U.R.S.S. (STELMACH) et les Etats-Unis (SHEPHERD).

D'autres délégués à la Commission furent invités à participer à la première partie de la séance, consacrée à l'arrangement des réunions techniques. Cinq réunions ont été organisées ; leurs sujets et particularités sont mentionnés dans la liste suivante :

Phénomènes oscillatoires dans les décharges gazeuses	Prof. P. W. ALLIS, Massachusetts Ins. of Technology, Cambridge, Mass.	Prof. J. Lh. JONKER Université technique, Eindhoven, Aalsterweg, 391 Eindhoven, Pays-Bas	Jeudi 29 août 9 h. 30
Physique de la cathode	Dr L. S. NERGAARD, Radio Corporation of America, R.C.A. Laboratories, Princeton, N.J.	Prof. W. G. SHEPHERD, Dept. of Elect. Eng. Inst. of Technology, Univ. of Minnesota, Minneapolis, 14, Minn.	Vendredi 30 août 9 h. 30
Source et nature du bruit dans les faisceaux électroniques	Dr J. R. PIERCE, Murray Hill Labs. Bell Telephone Labs, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Prof. A. BLANC-LAPIERRE, Faculté des Sciences, Université d'Alger, Alger	Lundi 2 sept. 9 h. 30

Physique des Semiconducteurs en vue des applications radioélectriques	Dr Wm. SHOCKLEY, Shockley Semi-conductor Laboratory, Beckman Instruments Ltd, 391, S. San Antonio Rd, Mountain View, Calif.	Dr M. TANNENBAUM Murray Hill Labs., Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Mardi 3 sept. 9 h. 30
Le Maser (conjointement avec la Commission V)	Prof. C. H. TOWNES, Columbia University, New-York, N.Y.	Dr R. C. FLETCHER, Murray Hills Labs. Bell Telephone Laboratories, Inc., Murray Hill, New Jersey, U.S.A.	Mercredi 3 sept. 14 h. 00

La seconde partie de la séance a été consacrée à l'examen de questions administratives. Le Prof. WOONTON, Président actuel de la Commission VII, y expose ses recommandations au Comité Exécutif concernant les candidatures à la Présidence suivante. A son avis, le nouveau président de la Commission VII devra être choisi parmi les personnalités qui ont participé activement aux travaux de cette Commission et qui sont familiarisées avec ses activités. Les candidatures du Dr BLANC-LAPIERRE (France), du Dr JONKER (Pays-Bas), et du Dr SHEPHERD (Etats-Unis) sont à retenir. Cependant, le Dr JONKER se désiste eu égard à ses nombreuses occupations dans l'organisation du département d'Electricité du nouvel Institut Technologique à Eindhoven, occupations qui l'empêcheraient d'assumer efficacement la Présidence de la Commission.

Le Dr JONKER est proposé par le Dr W. G. SHEPHERD comme Vice-Président de la Commission ; cette proposition est appuyée par C. OATLEY et acceptée à l'unanimité par la Commission. L'élection d'un Secrétaire est reportée après celle du nouveau Président pour réserver l'avantage d'une proximité géographique entre le Secrétaire et le Président. M. CHODOROW (Etats-Unis) est désigné comme Secrétaire provisoire pour cette Assemblée.

Les rapporteurs officiels des diverses séances de la Commission sont désignés comme suit. :

Langue anglaise

Phénomènes oscillatoires : Emeleus.
Physique de la Cathode : Oatley.
Bruit dans les faisceaux d'électrons : Chodorow.
Semi-Conducteurs : Oatley.
Maser : Burgess.

Langue française

Toutes les séances : Blanc-Lapierre.

Séance consacrée aux « Phénomènes oscillatoires dans la Dynamique des Gaz »

(*Président* : Prof. P. W. Allis)
le 29 août à 9 h. 30 et 14 h.

Les communications à cette séance se rapportent toutes, au sens large, au sujet fixé.

L'introduction, due à P. W. Allis, a pour titre « Les phénomènes oscillatoires dans les décharges gazeuses ». Celle-ci constitue une revue critique des travaux effectués dans le domaine encore controversé de la mécanique statistique des plasmas, traversés ou non par des faisceaux de particules chargées. Deux points spécialement intéressants, ressortant de l'exposé concernent *a*) le fait que la fréquence dite de Langmuir était connue de Rayleigh dès 1906, *b*) l'établissement soudain d'oscillations à quelques millimètres d'une cathode chaude, oscillations explicables par la théorie du klystron modifiée.

K. G. Emeleus (R. U.) décrit brièvement les travaux effectués par Gabor à Londres et dans son propre laboratoire à Belfast. Les travaux de Gabor concernent les oscillations des gaines, vestiges des plasmas électroniques aux très hautes fréquences, les oscillations des faisceaux électroniques, les oscillations « ioniques » de divers types à plus basse fréquence (particulièrement les stratifications mobiles) et le bruit à des décharges à basse pression, aux fréquences inférieures à 100 Mc/s.

I. B. Bernstein (E. U.) présente une communication sur les « ondes stationnaires dans un plasma » où le problème unidimensionnel non linéaire d'une onde électrostatique de plasma en l'absence de collisions est traité vigoureusement par des méthodes élémentaires. Dans cette solution, une onde progressive essentiellement quelconque peut être construite à partir d'un nombre approprié de particules emprisonnées dans les creux d'énergie potentielle. L'analyse, bien qu'incomplète étant donné certains facteurs pratiques, met en évidence l'importance de l'amortissement de Landau.

W. A. Newcomb (E. U.) présente une communication sur « les oscillations de plasma en présence d'un champ magnétique ». La théorie ancienne négligeant le champ magnétique est étendue au cas d'un champ fini, compte tenu des vitesses thermiques des électrons. L'analyse se complique du fait que les tensions électroniques ne sont pas isotropes. L'intérêt particulier de cette communication est qu'elle met en lumière la transition des ondes lumineuses aux ondes de plasma.

Y. Asami (Japon), dans son résumé des travaux effectués au Japon, attire notamment l'attention sur une publication antérieure de Y. Asami et M. Saito intitulée « Phénomènes de résonance dans les gaz ionisés et leurs effets sur les caractéristiques de propagation des ondes électromagnétiques » (Nippon Electrical Communication Engineering, n° 15, 1939). Les recherches ultérieures terminées ou en cours, se rapportent aux stries mobiles, à la décharge en « boule de feu » dans un champ magnétique, et aux fluctuations dans les décharges.

A. Blanc-Lapierre (France) présente une communication sur « les phénomènes d'interférence dans les décharges gazeuses », et y décrit les expériences de M. Cloupeau (Paris) qui prolongent celles du Prof. Laporte. Dans certaines conditions favorables, l'analyse d'une décharge apériodique de condensateur dans un tube à xénon par la méthode du miroir tournant révèle des oscillations mécaniques. Celles-ci peuvent être attribuées aux réflexions multiples d'ondes de choc créées dans le canal de la décharge, sur les parois du tube. Cette communication fut la seule attirant l'attention sur les effets électro-acoustiques qui interviennent certainement dans de nombreuses décharges.

L. G. H. Huxley (Australie) décrit de nouvelles expériences du type de Townsend sur le « mouvement des électrons libres dans l'azote ». Ces expériences, rigoureusement analysées, fournissent des informations sur la fréquence de collision aux énergies quasi-thermiques, domaine particulièrement important pour l'ionosphère.

R. W. Gould (E.U.) présente une contribution de L. N. Field, G. Boyd et R. W. Gould sur « l'amplification des ondes dans les les plasmas ». Un faisceau électronique traversant un plasma de haute densité permet d'obtenir une forte amplification aux fréquences inférieures et légèrement supérieures à la fréquence de plasma ; ce phénomène pourrait intervenir pour certains types de bruits radioélectriques solaires. Un modèle de laboratoire illustrant le phénomène et fonctionnant avec succès est décrit. Ces expériences furent effectuées de 2000 à 4000 Mc/s avec des gains de 20 à 40 db/cm et une réflexion sur plusieurs fréquences.

J. Feinstein (E. U.), dans une communication sur la «propagation des oscillations de plasma», signale l'absence de ces oscillations, excepté dans le voisinage du faisceau excitateur. Il attribue cette absence à l'amortissement par collisions, quand la loi de dispersion du milieu fait intervenir une vitesse de groupe pour les ondes électroniques de plasma.

L. D. Smullin (E. U.) discute la propagation dans les guides d'onde chargés d'ions en présence d'un champ magnétique axial permanent. L'auteur examine particulièrement le mode TM_{OI}. En général ce problème est d'une haute complexité, mais susceptible d'hypothèses simplificatrices. Les résultats obtenus ainsi indiquent l'existence de certaines bandes passantes.

E. Gordon (E. U.) présente une communication sur la « génération des oscillations de plasma », où il discute l'origine des gaines de Gabor et décrit une série d'expériences nouvelles sur la génération des oscillations par les faisceaux. Ces dernières expériences étendent considérablement celles de Merrill et Webb, et de Allen et Emeleus. Une analyse théorique des résultats est faite. Une remarque importante est l'apparente nécessité d'un feed-back (au sens large, comme dans un klystron reflex) pour maintenir des oscillations sur certaines fréquences ; en l'absence de celui-ci, l'expérience indique que des sauts de modes tendent à se produire.

Séance consacrée a la physique de la cathode

(*Président* : Prof. W. G. Shepherd)

le 30 août à 9 h. 30

La séance est ouverte par L. S. Nergaard, qui avait été invité à parler des frontières actuelles de la physique de la cathode. A cet effet, l'orateur se propose de discuter les quatre propositions suivantes :

a) toute cathode est un agent réducteur ;

b) toute cathode est en équilibre avec son voisinage ;

c) toute cathode est une cathode à réservoir ;

d) les cathodes monocouches n'existent pas.

De nombreux résultats apparaissent en faveur de ces propositions, et beaucoup d'idées anciennes apparaissent ainsi sous un nouveau jour.

La validité de ces propositions est analysée dans un article de E. S. Rittner (présenté par A. van der Ziel) qui donne des détails expérimentaux sur les cathodes en L.

W. E. Danforth indique ensuite, au sujet des cathodes thoriées à réservoir, quelques données qu'il croit compatibles avec la théorie de la monocouche.

Les expériences de W. G. Shepherd, D. E. Anderson et D. R. Palmer, ont permis de préciser séparément le rôle des actions chimiques et celui des actions électrolytiques dans l'activation des cathodes à oxyde. Ces expériences sont décrites par W. G. Shepherd. L'activité de la cathode est déterminée en mesurant son émission en régime impulsif, et l'influence des agents réducteurs dans le métal de base est clairement démontrée. La désactivation sous l'effet du courant cathodique est également examinée.

La dimension des cristaux du revêtement d'oxyde exerce une influence sur l'activité des cathodes. Des observations au microscope électronique effectuées par K. M. Yazawa et H. Yako sont décrits par M. Hatoyama. Celui-ci donne également certains détails sur les travaux de H. Kawamura, lequel a examiné d'autres facteurs affectant l'activité des cathodes (en particulier, l'influence de la pression ambiante de l'oxygène).

Une contribution de P. A. Redhead et C. R. Cromwell sur les propriétés des cathodes dans les conditions limitées par la charge d'espace est présentée par R. E. Burgess. Ce travail examine la possibilité de déterminer le courant de saturation d'après la position du point d'inflexion de la courbe de saturation. Les perturbations exercées par la charge d'espace au voisinage de la cathode sont également discutées.

V. L. Stout décrit les expériences qu'il fit avec J. E. Beggs sur l'emploi du titane comme matériau constitutif des anodes. Ce métal a la propriété de dissoudre son propre oxyde et de conserver ainsi une surface propre. Dans ces conditions, le comportement de la cathode demeure inaltéré. Ces expériences montrent ainsi l'importance des interactions entre anode et cathode.

Finalement A. van der Ziel montre comment l'étude du bruit de scintillation permet d'obtenir des informations sur le mécanisme de la conduction dans les revêtements d'oxyde. La théorie indique que la conduction par grains est plus bruyante que la conduction par pores, et les deux mécanismes peuvent être ainsi dissociés.

Séance consacrée aux « Source et Nature du Bruit dans les Faisceaux Electroniques »

(*Président* : Prof. A. Blanc-Lapierre)

le 2 septembre à 9 h. 30

Le Dr J. R. Pierce (E. U.) introduit le sujet en indiquant les progrès récents dans la mesure et la compréhension du bruit de granularité des faisceaux électroniques, et leurs applications à la technique des amplificateurs. Dans la période triennale écoulée, les connaissances à ce sujet ont beaucoup progressé, et bien qu'il subsiste toujours des faits inexpliqués, ceux-ci sont moins importants que précédemment. Simultanément, on a pu améliorer nettement le facteur de bruit des amplificateurs. Les autres contributions discutent, avec plus de détails, des aspects expérimentaux et théoriques de ces questions. Le programme suivi est indiqué ci-après ; les titres des contributions indiquent clairement leur nature.

1. J. R. Pierce (E.U.). — Source et nature du bruit dans les faisceaux électroniques.

2. Jiro-Koyama (présenté par Hatoyama) (Japon). — Bruit sur micro-ondes au minimum de potentiel.
3. Seiyo Okochi (présenté par Hatoyama) (Japon). — Bruit sur micro-ondes à la première anode dans un faisceau électronique.
4. E. V. Kornelsen, R. F. C. Vessot, G. A. Woonton (Canada). — Fluctuation de courant et de vitesse à l'anode d'un canon à électrons.
5. P. Grivet (France). — Résultats expérimentaux sur le bruit des faisceaux.
6. W. W. Rigod (E.U.). — Croissance du bruit dans les courants électroniques dérivants.
7. L. J. Chu, H. A. Haus (E.U.). — Le théorème de la puissance cinétique dans les faisceaux électroniques longitudinaux.
8. H. A. Haus (E.U.). — Sur le facteur de bruit minimum des amplificateurs à faisceaux pour micro-ondes.
9. Saito (Japon), Smullin (E.U.). — La mesure des corrélations entre courants et vitesses au potentiel minimum.
10. J. R. Whinnery (E.U.). — Sur certains effets de bruit tridimensionnels importants pour les amplificateurs à ondes rétrogrades.
11. W. E. Danielson (E.U.). — Le tube à ondes progressives envisagé comme un dispositif pratique à faible bruit.
12. J. R. Pierce (E.U.). — Conclusions.

Séance consacrée a la « Physique des Semi-Conducteurs en vue des Applications Radioélectriques »

(*Président* : Dr Tannenbaum)

le 3 septembre à 9 h. 30

La séance est ouverte par le Dr Shockley ; dans son introduction, l'orateur discute quelques problèmes intervenant dans la réduction du format des transistors afin qu'ils puissent fonctionner à de plus hautes fréquences. Les lois d'homothétie auxquelles on peut s'attendre en vertu de considérations élémentaires sont tout d'abord établies. Ces lois suggèrent que la fréquence maximum d'opération d'un transistor doit être inversement proportionnelle au carré de ses dimensions linéaires. Toutefois, la chose n'est vraie que si la mobilité des porteurs reste constante ; en fait la mobilité est fonction du champ électrique aux hautes intensités de champ. Les lois d'homothétie doivent encore être modifiées quand les dimensions du transistor deviennent très petites, car la couche de base peut atteindre alors une épaisseur de l'ordre du libre parcours moyen des porteurs.

Vu ces complications, il n'a pas encore été possible de déterminer la limite supérieure des fréquences sur lesquelles un transistor peut fonctionner.

A. VAN DER ZIEL résume ensuite certains travaux théoriques sur le bruit des diodes et des transistors, et explique pourquoi ses formules (qui négligent l'effet de scintillation) sont indépendantes du mécanisme par lequel la recombinaison s'effectue. De telles théories sont toutefois mises en défaut par l'effet de charge d'espace ou des hautes densités de capture.

Le résultat des mesures du bruit électronique dans la majorité des semi-conducteurs sont exposés par K. M. VAN VLIET ; ces résultats sont en bon accord avec la théorie. De bons cristaux modernes ont un bruit très faible variant en raison inverse de la fréquence.

R. E. BURGESS discute ensuite certains aspects théoriques du calcul du bruit, en faisant la distinction entre les fluctuations dépendant du temps et celles dépendant des coordonnées d'espace.

Un compte-rendu des mesures effectuées par N. N. NIFONTOFF sur le bruit de scintillation est fait par A. BLANC-LAPIERRE. Les systèmes étudiés comprennent les contacts à pointes, les redresseurs à jonction et à couche d'arrêt, les cellules photo-électriques à jonction et à couche d'arrêt.

Une nouvelle méthode pour mesurer les variations du potentiel sur une jonction *p-n* au moyen d'une exploration au microscope électronique est décrite par C. W. OATLEY.

Une communication de W. SASAKI sur certaines mesures de l'effet acoustico-électrique est présentée par G. M. HATOYAMA. Les résultats obtenus montrent que cet effet est indépendant de la fréquence sur la gamme de 20 à 80 kc/s.

H. SALOW décrit un nouveau type de transistor commutateur aisé à construire, de haute sensibilité et pouvant être utilisé à des vitesses élevées. Des temps de montée de l'ordre de 0.02 μs ont pu être obtenus.

La réunion se termine par une communication de A. D. MACPHERSON sur les mélangeurs pour micro-ondes à cristaux à pointes. Dans ce travail, le problème de la prédiction des performances sur micro-ondes à partir des mesures de basse fréquence est discuté.

Séance consacrée au Maser

(*Président* : Dr R. C. Fletcher)

le 3 septembre à 14 h. 00

1. Le Président, Dr R. C. Fletcher (Bell Telephone Laboratories), ouvre la séance en décrivant brièvement l'histoire, le principe et les applications du Maser, et introduit la contribution principale.

2. Le Prof. C. M. Townes (Columbia University) fait une communication sur les « Propriétés du Maser, sa théorie et l'expérience actuelle ».

Les arguments pour l'utilisation des résonances atomiques et moléculaires (spécialement aux longueurs d'onde de quelques millimètres) dans les filtres, les amplificateurs et les oscillateurs sont développés. Le principe général consistant à détruire l'équilibre thermique entre les différents niveaux d'énergie et à provoquer des transitions au moyen de radiations sur micro-ondes fournit une possibilité d'amplification. Dans une cavité, l'onde peut être amenée à traverser plusieurs fois la substance utilisée et un feedback peut également être introduit. Pour compenser les pertes dans la cavité, le moment dipolaire p doit être élevé, ainsi que le temps de relaxation spin-spin T_2 qui détermine la largeur de bande moléculaire. Le gaz ammoniac ou les solides paramagnétiques communément utilisés donnent des largeurs de bande de quelques kc/s ou de quelques Mc/s respectivement. Bien que le Maser à l'ammonium fournisse une puissance de sortie de l'ordre de 10^{-9} watt, ce dispositif est capable d'une stabilité en fréquence de l'ordre de 10^{-12}. En tant qu'amplificateur, le bruit de fond est très faible et provient de la nature discrète des photons et des émissions spontanées. Plusieurs aspects pratiques du principe du Maser furent décrits, avec la discussion des schémas à niveaux multiples, des méthodes d'excitation et des facteurs déterminant la bande passante.

Gordon, Zeiger, Townes. — *Phys. Rev.*, **99**, 1264-1274 (1955).
Shimoda, Wang, Townes. — *Phys. Rev.*, **102**, 1308-1321 (1956).
Shimoda, Takahasi, Townes. — *J. Phys. Soc. Jap.*, **12**, 686-700 (1957).
Combrisson, Honig, Townes. — *C. R.*, **242**, 2451-2453 (1956).

3. Le Dr H. E. D. Scovil (Bell Telephone Laboratories) fait une communication sur le « Maser à l'état solide à trois niveaux ».

L'importance du rapport du réseau de spin et du temps de relaxation spin-spin T_2 est mise en évidence ; ce rapport est usuellement de l'ordre de 10^4 ; l'auteur montre que le schéma à trois niveaux peut être arrangé de manière à donner une température « négative » entre les paires rapprochées d'états. Les problèmes pratiques rencontrés sont : l'ébullition de l'hélium par la puissance de pompage (ordinairement 40 mW), la nécessité d'obtenir un bon facteur de remplissage, et le bruit résultant en majorité des pertes d'insertion. Un amplificateur typique pompant sur 11 GMz et opérant à 6 GMz fournit un gain de 20 db avec une bande passante de 100 kc/s et une température effective de bruit de 150° K.

Bloembergen. — *Phys. Rev.*, **104**, 324 (1956).
Feher, Scovil, — *Phys. Rev.*, **105**, 760-2 (1957).
Scovil, Feher, Seidel. — *Phys. Rev.*, **105**, 762-3 (1957).

4. A. M. Prokhorov (Lebedev Institut) fait ensuite quelques « remarques sur le Maser à trois niveaux ». Dans le calcul des transitions entre niveaux, on peut utiliser le schéma des fonctions-psi. Le circuit équivalent du système consiste en un réseau L. R. C. où la capacité est complexe. Si le pompage est intense, le Maser peut fonctionner comme amplificateur sur deux fréquences simultanées, et une oscillation peut être obtenue à plus d'une fréquence. Cependant, un tel système n'est pas intéressant pour les oscillateurs à haute stabilité.

Basov, Prokhorov. — *Dokl. Akad. Nauk*, **101**, 47 (1945).
Basov, Prokhorov. — *Zh.Eksp. Teor. Fiz.*, **28**, 249-250 (1955).

5. H. Takahasi (Université de Tokyo) parle ensuite de « l'amplification des hautes fréquences au moyen d'éléments réactifs non linéaires ».

Il existe plusieurs exemples d'amplificateurs paramétriques, un exemple important étant l'amplificateur diélectrique au titanate de baryum. Plusieurs théorèmes généraux concernent les relations de puissance dans une réactance non linéaire sans pertes. Par exemple, si l'application de deux fréquences f_1 et f_2 à l'entrée du système fournit un signal de sortie à la fréquence $f_0 = f_1 + f_2$, alors $P_1/f_1 = P_2/f_2 = P_0/f_0$. Cette propriété est l'analogue classique de la loi quantique d'addition ; elle peut être étendue au cas d'un signal de sortie à la différence des fréquences. De tels systèmes

sont analogues au Maser à trois niveaux dans lequel $P_o^{'}$ correspond à l'introduction d'énergie à la fréquence de pompage. En régime linéaire, ils peuvent être représentés par une matrice d'impédance (non symétrique) à partir de laquelle les conditions d'oscillation sont aisément déterminées. Un amplificateur ferromagnétique utilisant des noyaux de ferrite munis d'un certain nombre d'enroulements couplés d'une manière appropriée est décrit en détail.

MANLEY, ROWE. — *Proc. I.R.E.*, **44**, 904-913 (1956).

6. H. SUHL (Bell Telephone Laboratories) discute de « l'amplification sur micro-ondes au moyen de matériaux ferromagnétiques ».

Des possibilités intéressantes ont été mises en évidence par les expériences de Bloembergen concernant les anomalies d'absorption des matériaux ferromagnétiques aux puissances élevées sur micro-ondes. Théoriquement, on peut utiliser la méthode de KITTEL pour déterminer les modes du vecteur de polarisation magnétique M en fonction du champ H spécifié dans le temps et dans l'espace. Aux basses fréquences, où les dimensions géométriques sont faibles comparativement à la longueur d'onde, on observe des modes « magnétostatiques » (cf. résultats de L. H. WALKER). Le problème est linéaire aux champs infinitésimaux seulement ; aux champs finis, le problème devient non linéaire et un couplage des modes intervient ; les modes magnétostatiques s'épanouissent alors en un continuum tandis que les modes électromagnétiques restent discrets. Un circuit équivalent à un tel système peut être établi quand sont présentes deux fréquences f_1 et f_2 dont la somme est égale à la fréquence de précession f_p de M ; celui-ci consiste en deux circuits à résonance série (à f_1 et f_2) dont l'impédance commune est modulée à f_p. Des effets notables sont alors constatés, et une amplification devient possible ; dans un des systèmes expérimentés, un gain en tension de 30 avec une largeur de bande de 1 Mc/s a été obtenu.

SUHL. — *Proc. I.R.E.*, **44**, 1270-84 (1956) ; *Phys. Rev.*, **101**, 1437-8 (1956) ; *Phys. Rev.*, **106**, 384 (1957).

7. J. G. BOLTON (Observatoires du Mt Wilson et du Mt Palomar) envisage « l'importance future de l'amplification à faible bruit de fond pour la radio-astronomie et la propagation des ondes ».

Aux fréquences supérieures à 500 Mc/s le fond continu galactique

(ainsi que le sol et l'atmosphère) fournit des températures d'antennes de l'ordre de 10° K, et par conséquent un récepteur à faible température effective de bruit devient indispensable. Les limites mécanique et financières pour l'établissement de grandes antennes imposent d'ailleurs la construction de tels récepteurs. Les sujets d'étude radioastronomique à ces fréquences sont : le fond continu galactique, les autres galaxies (spécialement M 31), la raie de l'hydrogène interstellaire sur 1420 Mc/s, et l'absorption dans l'atmosphère d'hydrogène des radiosources. Les travaux sur la raie de l'hydrogène sont considérés comme très importants car cette raie fournit la seule possibilité d'observer la « matière première » de l'univers. Un pouvoir séparateur (spectroscopique) de 5 kc/s est nécessaire vu les vitesses radiales. Dans les observations des galaxies, des températures de l'ordre de 30° K pour la nébuleuse d'Andromède et de 5° K pour la galaxie qui la suit dans l'ordre des distances sont prévues. La construction de Masers de fréquence, de gain et de largeur de bande convenables favorisera considérablement ce programme observationnel.

8. P. Grivet présente les idées de Abragam, Solomon et Combrisson (Saclay) sur « un Maser à l'état liquide pour la mesure des champs magnétiques faibles ».

Les champs magnétiques faibles peuvent être mesurés avec grande précision en observant la résonance magnétique protonique de l'eau, laquelle résonance, en présence du champ magnétique terrestre, s'effectue sur une fréquence de l'ordre de 2 kc/s ; la largeur naturelle de la raie correspond à environ 10^{-5} gauss et le temps de relaxation T_1 est de l'ordre de 3 secondes. Un système du type Maser peut être utilisé pour observer le faible signal donné par la précession du proton. L'ion de sulfonate de potassium dans l'eau fournit trois niveaux, et une accentuation considérable du signal de résonance résulte de l'effet Overhauser.

9. G. M. Hatoyama présente le travail de K. Shimoda (Université de Tokyo) sur « les caractéristiques du Maser à faisceau ». Dans le Maser à faisceau d'ammonium la raie 3-3 de $N^{14}H_3$ à 23.870 Mc/s est habituellement utilisée. A cause de la séparation quadrupolaire la fréquence de sortie et la puissance varient avec la tension de focalisation. Ces effets indésirables peuvent être évités en utilisant la raie 3-2, pour laquelle l'énergie de couplage quadrupolaire est nulle ; la fréquence de cette raie est 22.834 Mc/s.

Une autre possibilité est fournie par l'isotope N^{15}, pour lequel une réduction des effets quadripolaires est également observée.

Séance administrative du 4 septembre

Le procès-verbal de la séance tenue par la Commission VII le 26 août est lu par le Secrétaire, M. Chodorow, sur la proposition de Shepherd (E. U.) appuyée par Oatley (R. U) ; ce procès-verbal est accepté sans modifications. La proposition de Oatley (R. U.) appuyée par Jonker (Pays-Bas), selon laquelle le nouveau Président de la Commission VII serait autorisé à nommer les Secrétaires, est acceptée à l'unanimité. Il est proposé par Shepherd (E. U.) qu'un Vice-Président de plus soit désigné pour la Commission VII ; cette Vice-Présidence serait occupée par le Président sortant et permettrait la continuité du fonctionnement de la Commission. Cette proposition est appuyée par Oatley (R. U.) et acceptée à l'unanimité. Les pays représentés à cette réunion comprennent tous ceux présents à la séance du 26 août, à l'exception de l'Italie, et avec addition de la France, représentée par Blanc-Lapierre.

La nature des réunions futures de la Commission est discutée. Etant donné le fonctionnement satisfaisant à cette Assemblée Générale, la Commission accepte la procédure suivante : (1) la même forme devrait être conservée pour les réunions ; cette forme consiste en une présentation extensive du sujet par un chef de discussion, suivie d'une présentation de communications dans le même domaine par d'autres orateurs ; (2) la communication d'introduction et les résumés des autres communications devraient être reproduits et distribués au préalable aux personnes assistant aux réunions ; (3) les propositions de contributions aux séances devraient être adressées par écrit aux Présidents nationaux de la Commission VII dans les divers pays, afin d'être distribuées aux chercheurs intéressés et également au délégué officiel de la Commission à la réunion de l'U.R.S.I., si celui-ci n'est pas le Président national.

Les sujets proposés pour l'Assemblée Générale suivante et pour des symposia éventuels avant la dite Assemblée, comprennent :

les phénomènes de fluctuation,

les phénomènes de plasma,

les amplificateurs moléculaires,
les propriétés des ferrites aux micro-ondes,
la dynamique de l'électron,
les semi-conducteurs,
l'émission électronique (primaire, secondaire),
la résonance paramagnétique,
les phénomènes de luminescence,
le rayonnement de l'électron.

Au cours de la discussion du rapport de la Commission VII, qui sera publié dans les Comptes-rendus officiels de l'U.R.S.I., il a été proposé par SHEPHERD (E. U.), appuyé par JONKER (Pays-Bas), qu'une demande soit adressée au Comité Exécutif de l'U.R.S.I. afin d'inclure la bibliographie dans les rapports nationaux, ou omettre complètement ces rapports, si la chose n'est pas possible, parce qu'il fut ressenti que, sans la bibliographie, de tels rapports n'auraient pas grande valeur.

Aperçu sur l'Activité de la Commission

présenté à la Séance Plénière de Clôture

La Commission VII sur la Radioélectronique a tenu huit séances d'une demi-journée pendant la XIIe Assemblée Générale. Des délégués et des observateurs appartenant à onze nationalités ont participé et coopéré à ces séances et les ont rendues très utiles pour l'échange d'informations scientifiques sur le plan international. Le nombre des participants aux sept premières réunions fut en moyenne de l'ordre de cinquante. A la huitième séance plus générale consacrée au Maser, tenue conjointement avec la Commission V de Radioastronomie, la participation fut de l'ordre de 250 personnes.

La méthode consistant à établir une unité de discussion, par le moyen d'une communication introductive faite par le président de séance, s'est montrée efficace. Dans la plupart des cas, les diverses contributions qui suivirent portèrent sur des sujets en relation étroite avec la communication d'introduction.

Dans l'ensemble des cas, la communication de synthèse et les communications suivantes entrainèrent de précieuses discussions par les personnalités présentes. A la séance finale administrative, le principe des « chefs de discussion » fut adopté, et l'on a recommandé qu'il soit appliqué par la Commission VII à la prochaine Assemblée Générale.

Jugée d'un point de vue d'intérêt général, la réunion consacrée au Maser fut très fructueuse. Les membres présents de la Commission de Radioastronomie exprimèrent leur vif intérêt au sujet de ces nouveaux dispositifs, et recommandèrent que des Masers soient disponibles pour des applications, à bref délai. Il est intéressant de signaler qu'à cette séance le Dr Scovil, des Laboratoires de la Bell Telephone Co, a fait rapport pour la première fois sur les paramètres mesurés du bruit des Masers à trois niveaux. Dans ces expériences la température de bruit mesurée s'éleva à 150° K dont la totalité, sauf 13° K, peut s'expliquer par les pertes d'insertion de circuits extérieurs.

A la séance finale de la Commission, une liste des sujets sur lesquels les travaux pourraient se concentrer pendant la prochaine période triennale fut établie. On suppose que cette liste permettra de choisir les questions qui seront discutées à la prochaine Assemblée Générale. Cette liste comprend les phénomènes électroniques fondamentaux dans les solides, les gaz et le vide, les phénomènes de fluctuation, les phénomènes de plasma, et l'utilisation des résonances atomiques et moléculaires dans les processus radio-électriques.

UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

U.R.S.I.

Compte Rendu
de la XIIe Assemblée Générale

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.
du 22 août au 5 septembre 1957

VOLUME XI

Fascicule 8

Administration et Activités diverses

Publié avec l'appui financier de l'UNESCO,
par le Secrétaire Général de l'U. R. S. I.
7, Place Émile Danco
Bruxelles 18 — Belgique

1957 VOLUME XI - Fascicule 8 1957

Union Radio Scientifique Internationale

XIIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

tenue à Boulder, Colorado, E. U. A.,
du 22 août au 5 septembre 1957

Administration et Activités diverses

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION

Remerciements 7
Présidents d'Honneur 7
Bureau de l'Union 8
Comité Organisateur 8
Participation des Comités Nationaux 9
Comité Exécutif 9
Présidents et Secrétaires des Comités Nationaux 10

SÉANCE PLÉNIÈRE D'OUVERTURE :

Allocution d'ouverture par le Président du Comité National des E. U. A. 15

Allocution du Président de l'Université de Colorado 16

Allocution du Directeur des Laboratoires de Boulder du National Bureau of Standards 18

Discours de bienvenue du Président de la National Academy of Sciences et du Rockfeller Institute ... 19

Discours du Président de l'U.R.S.I. 24

Rapport du Secrétaire Général de l'U.R.S.I. 32

Aperçus sur les programmes scientifiques des Commissions 36

Liste des rapports et communications présentés a l'Assemblée Générale 37

Séance Plénière de Clôture :

Compte rendu 59

Discours de clôture du Président sortant 60

Discours du nouveau Président 63

Rapport du Comité de l'U.R.S.I. pour les travaux du C.C.I.R. 67

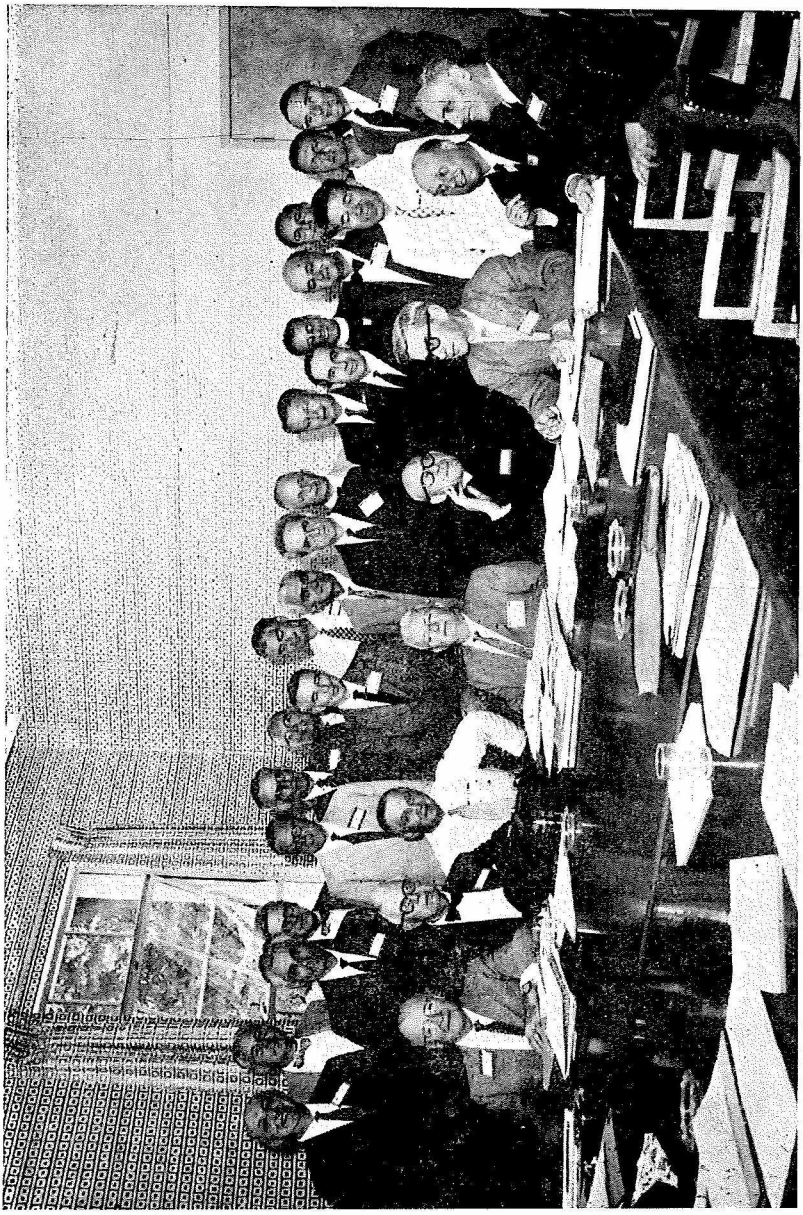
Rapport du Comité des Publications 69

Résolutions et Recommandations adoptées par l'Assemblée Générale 73

Finances 102

Ursigrammes 116

L'U.R.S.I. et l'A.G.I. 131



Comité Exécutif de l'U.R.S.I. à la XIIe Assemblée Générale.

Introduction

Remerciements

Au commencement de ce huitième et dernier fascicule qui clôture le Compte Rendu de la XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I., nous adressons nos remerciements :

— à l'*Unesco* dont l'appui financier et moral a permis la participation à notre réunion d'un grand nombre de chercheurs intéressés dans les divers domaines de notre activité, et de procéder à la publication de ce Compte Rendu ;

— au *Conseil International des Unions Scientifiques* dont les initiatives ont conduit à un plus grand développement de nos activités ;

— aux *Autorités Gouvernementales des Etats-Unis d'Amérique*, et particulièrement au *National Bureau of Standards* qui nous a accordé une aide efficace dans la préparation et l'organisation de l'Assemblée Générale ;

— au *Comité National Américain* et au *Comité Organisateur* dont les efforts ont assuré le grand succès atteint par cette réunion ;

— aux nombreuses *Firmes Commerciales et Industrielles Américaines* qui ont fourni les possibilités matérielles au Comité National des Etats-Unis.

Présidents d'Honneur de l'U.R.S.I.

S. M. Albert Ier, Roi des Belges (1914-1934).

Dr W. E. Eccles, Royaume-Uni (1934).

Dr A. E. Kennelly, E. U. A. (1934-1939).

Prof. R. Mesny, France (1946-1950).

Dr E. H. Rayner, Royaume-Uni (1946).
M. R. Bureau, France (1948).
Sir Edward V. Appleton, Royaume-Uni (1952).
Dr J. H. Dellinger, E. U. A. (1952).
Prof. Dr B. van der Pol, Pays-Bas (1952).

Bureau de l'Union

Président : Dr L. V. Berkner (E. U. A.).

Président sortant : Rév. Père P. Lejay (France) (†).

Vice-Présidents : Dr I. Koga (Japon),
Dr R. L. Smith-Rose (R. U.),
Dr G. A. Woonton (Canada).

Trésorier : Prof. Ch. Manneback (Belgique).

Secrétaire Général : Ing. E. Herbays (Belgique).

Comité Organisateur du Comité National Américain

Président : Dr J. Howard Dellinger.

Trésorerie : Dr L. V. Berkner.

Organisation locale : MM. K. A. Norton, A. H. Shapley.

Organisation pour l'étranger : Prof. W. E. Gordon, H. W. Wells.

Programme technique : M. F. H. Dickson, Prof. A. H. Waynick.

Programme des Dames : Mrs Kenneth A. Norton.

Membres d'Honneur : Dr W. W. Atwood Jr, Dr F. W. Brown,
M. Quigg Newton.

Participation des Comités Nationaux à l'Assemblée Générale

Les Comités Nationaux des pays cités ci-après étaient représentés à l'Assemblée Générale : Allemagne (République Fédérale), Australie, Autriche, Belgique, Canada, Danemark, Espagne, Etats-Unis d'Amérique, Finlande, France, Inde, Italie, Japon, Maroc, Norvège, Nouvelle Zélande, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie et U.R.S.S.

Composition du Comité Exécutif à l'Assemblée Générale

Président : R. P. LEJAY *Secrétaire* : E. HERBAYS

Pays	*Membres*
Allemagne	Dr W. DIEMINGER.
Australie	Dr D. F. MARTYN.
Autriche	M. O. BURKARD.
Belgique	Prof. Ch. MANNEBACK.
Canada	Dr D. W. R. MCKINLEY.
Danemark	Prof. J. RYBNER.
Espagne	Rév. Père GALDON.
E. U. A.	M. H. W. WELLS.
Finlande	Ing. P. MATTILA.
France	M. B. DECAUX.
Inde	Dr MITRA.
Italie	Prof. G. RIGHINI.
Japon	Prof. I. KOGA.
Maroc	Dr A. BENABUD.
Norvège	Prof. L. HARANG.
Nouvelle-Zélande	Dr C. D. ELLYETT.
Pays-Bas	Prof. B. D. H. TELLEGEN.
Royaume-Uni	M. J. A. RATCLIFFE.
Suède	Dr STERKY.
Suisse	Prof. D. TANK.
Tchécoslovaquie	Ing. P. BECKMANN.
U. R. S. S.	Prof. V. B. ILYIN.

Assistaient également aux réunions, mais sans droit de vote :

Présidents d'Honneur : Sir Edward V. APPLETON,
Dr J. H. DELLINGER,
Prof. Dr B. VAN DER POL.

Vice-Présidents : Dr L. V. BERKNER,
Dr C. R. BURROWS,
Dr R. L. SMITH-ROSE.

Présidents et Secrétaires des Comités Nationaux

Allemagne :

Président : Dr W. DIEMINGER, Direktor, Institut für Ionosphärenforschung in der Max Planck Gesellschaft, Lindau über Northeim, 5 (Hannover).

Secrétaire : Dr Ing. H. T. FLEISCHER, Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost, Rheinstrasse, 110, Darmstadt.

Australie :

Président : Sir John P. V. MADSEN, Radio Research Board, c/o Electrical Engineering Department ,The University, Sidney N.S.W.

Secrétaire : Dr D. F. MARTYN, Radio Research Laboratories, Camden, N.S.W.

Autriche :

Président : Prof. Dr Ferdinand STEINHAUSER, Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien XIX, Hohe Warte, 38.

Secrétaire : Prof. Dr Otto BURKARD, Institut für Meteorologie und Geophysik Universität Graz, 1, Halbärtgasse.

Belgique :

Président : M. le Prof. DACOS, 196, rue des Vennes, Liège.

Secrétaire : M. le Prof. A. DORSIMONT, Laboratoire des Télécommunications, Ecole Royale Militaire, Bruxelles.

Canada :

Président : Dr J. S. MARSCHALL, Physics Department Mc Gill University, Montreal, 2, Qu.

Secrétaire : Dr D. W. R. MCKINLEY, Radio and Electrical Engineering Division National Research Council, Ottawa, Ontario.

Danemark :

Président : Professor J. RYBNER, Professor of Telecommunications, Royal Technical University of Denmark, Oster Voldgade, 10, opg. G., Copenhagen K.

Secrétaire : Eng. F. HEEGAARD, Statsradiofonien Radiohuset Rosenorns Allé, 22, Copenhagen V.

Espagne :

Président : Général du Génie Excm. Sr. D. Carlos MARIN de Bernardo, Chef de Transmission de l'Armée.

Secrétaire : M. J. M. TORROJA, Serrano, 123, Madrid.

Etats-Unis :

Président : Dr W. E. GORDON, School of Electrical Engineering Cornell University, Ithaca, New York.

Secrétaire : Dr S. SILVER, Division of Electrical Engineering University of California, Berkeley 4, California.

Secrétaire Exécutive : Mrs Helen E. HART, U. S. A. National Committee of U.R.S.I. National Research Council, 2101, Constitution Avenue N. W., Washington, 25, D. C.

Finlande :

Président : Prof. V. YLOSTALO, Professor of Radio Technique, Finland Institute of Technology, Helsinki.

Secrétaire : Dr P. MATTILA, The State Institute for Technical Research, Albertinkatu, 40-42, Helsinki.

France :

Président : Général A. ANGOT, 92, rue Brillat-Savarin, Paris 13e.

Secrétaire : M. J. VOGE, Ingénieur au Laboratoire National de Radioélectricité, 196, rue de Paris, Bagneux (Seine).

Grèce :

Président : M. le Prof. Michel ANASTASSIADÈS, Directeur de l'Institut Ionosphérique de l'Observatoire d'Athènes, Ministère des Communications et Travaux Publics, rue Voulis, 4, Athènes.

Inde :

Président : Sir K. S. KRISHNAN, Director, National Physical Laboratory of India, New Delhi 12.

Secrétaire : Shri M. H. ZINJANI, Under Secretary, Department of Scientific Research and Technical Education, Ministry of Education and Scientific Research, New Delhi.

Italie :

Président : M. le Prof. M. BOELLA, Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris », Corso Massimo d'Azeglio, 42, Turin, 308.

Secrétaire Trésorier : Dr Alvaro DONADIO, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Piazzale delle Scienze, 7, Rome.

Japon :

Président : Dr Issac KOGA, Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Tokyo, Tokyo.

Maroc :

Président : M. Jacques SABBAH, Directeur de Cabinet au Ministère des P.T.T., Rabat.

Secrétaire : M. BERRADA, Chef du Service Technique de la Radiodiffusion Marocaine, Rabat.

Norvège :

Président : Dr Leiv HARANG, Norwegian Defence Research Establishment, Division of Telecommunications, Kjeller near Oslo.

Secrétaire : Eng. F. LIED, Secretary, Norwegian Defence Research Establishment, Kjeller near Oslo.

Nouvelle-Zélande :

Président : Dr M. A. F. BARNETT.

Secrétaire : M. G. J. BURTT, Secretary, Radio Research Committee, Dominion Physical Laboratory Private Bag, Lower Hutt.

Pays-Bas :

Président : Prof. Ir. B. D. H. TELLEGEN, Geulberg, 1, Nuenen.

Secrétaire : Ir. P. L. M. VAN BERKEL, Dr Neher Laboratorium, P. T. T., Leidschendam (Z. H.).

Pologne :

Président : Dr Janusz GROSZKOWSKI, Vice-Président de l'Académie des Sciences ,Varsovie.

Secrétaire : M. l'Ing. K. BOCHENEK, Polska Akademia Nauk, Palaz Kultury i Nauki, Varsovie.

Portugal :

M. le Prof. H. AMORIM FERREIRA, Serviço Meteorologico Nacional, Largo de Santa Isabel, Lisbonne.

Royaume-Uni :

Président : M. J. A. RATCLIFFE, Cavendish Laboratory, Free School Lane, Cambridge.

Secrétaire : Dr D. C. MARTIN, Assistant Secretary, The Royal Society, Burlington House, London, W.1.

Suède :

Président : Dr H. STERKY, Director General, Royal Board of Swedish Telecommunications, Stockholm.

Secrétaire : Eng. S. GEJER, Director of Department, Royal Board of Swedish Telecommunications, Brunkebergstorg, 2, Stockholm, 16.

Suisse :

Président : Dr W. GERBER, Direction Générale des P. T. T., Speichergasse, 6, Berne.

Secrétaire : Dr N. SCHAETTI, c/o Paillard, YVERDON.

Tchécoslovaquie :

Président : M. le Prof. Dr Ing. J. STRANSKY, Narodni Komitét pro vedeckou radiotechniku pri narodni rade badatelské, Ecole Polytechnique, Husova, 5, Prague I.

Union Sud-Africaine :

The Secretary-Treasurer, South African Council for Scientific and Industrial Research, P. O. Box 395, Pretoria, Tvl.

U.R.S.S. :

Président : Académicien A. I. BERG, Comité de Radiophysique et Radiotechnique scientifique, Radio Soviet de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., 11, rue de Mochovaja, Moscou, K.9.

Yougoslavie :

Secrétaire : M. le Prof. Ing. Al. DAMIANOVITCH, 6, Stevana Sremca, Beograd.

Séance Plénière d'Ouverture
Le 26 août 1957

Ouverture de l'Assemblée Générale
par M. H. W. Wells,
Président du Comité National des E. U. A.

(*Traduction*)

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

Au nom du Comité National des Etats-Unis, il m'appartient d'ouvrir cette XIIe Assemblée Générale de l'Union Radio Scientifique Internationale.

Nous avons l'honneur d'avoir parmi nous plusieurs hôtes de distinction.

Ce sont :

— Le Dr W. W. Atwood, Jr., Directeur du Bureau des Relations Internationales du Conseil National de Recherches Scientifiques.

— Le Dr John T. Henderson, Président de l'« Institute of Radio Engineers » et également membre de la délégation canadienne.

— Le Dr E. Metzler, Directeur du C.C.I.R.

— Le Dr Ray Zwemer, qui représente le Directeur Général de l'Unesco.

Avant de donner la parole aux orateurs dont les noms figurent au programme de ce matin, je tiens à présenter et à remercier ces hôtes qui assistent à cette séance d'ouverture.

Je suis certain que vous réalisez tous que les préparations pour une entreprise de cette nature nécessitent des quantités considé-

rables de locaux, de main d'œuvre et d'argent. Le temps fait défaut pour remercier individuellement les nombreux concours dans ces trois catégories de besoins, concours qui ont permis les arrangements étendus et heureux pour cette réunion. J'attire en particulier votre attention sur le témoignage de reconnaissance se trouvant au dos de votre programme officiel rouge.

Nous avons été particulièrement favorisés en pouvant disposer de l'aide du Dr J. H. Dellinger, qui assure les fonctions de Président du Comité Organisateur.

Son zèle personnel et ses conseils à ceux qui ont travaillé avec lui ont été un facteur prédominant pour assurer le succès de la réunion.

M. le Dr Dellinger, veuillez avoir l'obligeance de vous lever ? (Applaudissements).

Ici aussi, à Boulder, le Comité Organisateur Local fonctionnant sous la présidence de M. K. A. Norton, a organisé les nombreux détails nécessaires à la préparation de la réunion. Il a disposé du généreux concours de nombreuses personnes dans ce travail.

M. Norton puis-je vous prier de vous lever ? (Applaudissements).

Nous pouvons maintenant donner la parole aux orateurs inscrits au programme.

Allocation prononcée par M. Quigg Newton

Président de l'Université de Colorado

(*Traduction*)

Mesdames et Messieurs,

Je considère comme un grand honneur d'être invité à vous souhaiter la bienvenue à Boulder, et de vous présenter les salutations cordiales et les bons souhaits de l'Université de Colorado que j'ai l'honneur de représenter.

Depuis plusieurs mois nous avons attendu avec impatience votre arrivée. Si je ne m'abuse, la première réunion du comité organisateur local s'est tenue ici il y a plus de deux ans, et je suis certain que le Comité Organisateur, sous la direction remarquablement éclairée du Dr Dellinger, a été au travail depuis beaucoup plus longtemps pour mettre au point les arrangements complexes et détaillés de cette grande assemblée internationale.

Je crois qu'il n'y a pas de moment convenant mieux pour exprimer au Dr Dellinger, à M. Shapley et aux autres membres du Comité Organisateur, ainsi qu'au Dr Brown et à son dévoué personnel des Laboratoires de Boulder du National Bureau of Standards, l'admiration de l'Université de Colorado et de la réelle admiration de Boulder pour les magnifiques efforts qu'ils ont réalisés pour l'organisation locale de cette Assemblée, et je tiens à leur dire que nous leur en sommes profondément reconnaissants.

J'aimerais aussi vous dire, à vous, délégués et observateurs à cette Assemblée, combien nous apprécions votre présence. Vous êtes venus à Boulder de toutes les parties du monde pour participer à des discussions de grande valeur scientifique. En venant ici, vous avez montré au monde entier que notre communauté était un remarquable centre scientifique.

Comme cette Assemblée est d'une importance capitale pour le monde entier, j'estime que chaque instant de vos délibérations est précieux et je ne prendrai pas plus de votre temps.

Je tiens simplement à ajouter, en terminant, que nous vous accueillons à Boulder et à l'Université de Colorado, non seulement comme des savants distingués dont nous apprécions hautement la bonne volonté, mais aussi comme des amis et des voisins dans le monde.

J'espère que votre séjour ici sera des plus agréables et profitables et que lorsque vous partirez, pour rentrer chez vous, vous emporterez un souvenir agréable de l'Université de Colorado et de la ville de Boulder.

* * *

M. Leo C. Riethmayer, Maire de la ville de Boulder souhaite la bienvenue aux participants à la XIIe Assemblée Générale et espère que leur séjour à Boulder sera fructueux au point de vue scientifique et que les excursions projetées leur permettront d'apprécier les beautés de la région.

Allocution prononcée par le Dr F. W. Brown,

Directeur, Boulder Laboratories, National Bureau of Standards

(*Traduction*)

Dr Lejay, Mesdames et Messieurs,

M. Riethmayer et M. Newton ont exprimé les sentiments éprouvés par les hôtes. Au nom du Directeur, le Dr Astin, pour le National Bureau of Standards, et plus particulièrement en tant que représentant du personnel de la partie du Bureau établi ici à Boulder, je tiens à souhaiter la bienvenue la plus chaleureuse aux délégués et à leurs familles à l'occasion de cette XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. Il est superflu de dire que les membres du personnel du Central Propagation Laboratory et du Radio Standards Laboratory, ont attendu et préparé cette rencontre pendant les deux ans et demi qui viennent de s'écouler.

L'étude des ondes radioélectriques constitue l'une des sciences où il est absolument essentiel que le scientifique aborde la connaissance de la terre et de son atmosphère, ainsi que les effets de ces moyens dans la propagation radioélectrique, sur une base mondiale et non pas seulement à l'intérieur de ses propres frontières nationales. Dès lors, la coopération internationale et les rencontres internationales, telles que la présente, constituent « l'âme » du progrès dans la science radioélectrique.

Lorsque je vins travailler ici, il y a à peu près 3 ans et demi, l'une des choses qui m'impressionnèrent le plus fut l'étendue des mesures et autres informations réunissant à l'échelle mondiale les activités nécessaires pour remplir notre tâche, ainsi que le pourcentage élevé au sein de notre personnel de voyageurs parcourant le monde. Certains d'entre eux sont effectivement de perpétuels voyageurs.

A l'heure présente, une grande partie des représentants de la science radioélectrique du monde sont venus à Boulder pour assister à cette réunion et nous sommes fiers de ce fait. Nos chercheurs de la science radioélectrique trouveront une inspiration inappréciable dans leur association avec ce groupe qui rassemble les radiophysiciens les plus éminents du monde. De même, la présence ici de nombreux membres de leurs familles augmentera le plaisir de cette rencontre. Nous, tous, apporterons notre contribution en

faisant tout ce qui est en notre pouvoir pour aider la population de Boulder à rendre votre séjour agréable et profitable, en ayant conscience que les efforts demandés à cet effet seront largement récompensés.

Discours de bienvenue de Detlev H. Bronk,

Président, National Academy of Sciences et Rockfeller Institute

(*Traduction*)

C'est un agréable devoir de souhaiter la bienvenue, au nom de l'Académie Nationale des Sciences des Etats-Unis, à tant de nos amis et collègues de si nombreux autres pays. Nous vous sommes reconnaissants d'être venus de si loin pour partager avec nous votre amitié et vos connaissances, et nous apprécions l'honneur que vous nous avez fait en venant pendant cette importante année de coopération internationale pour l'approfondissement des connaissances géophysiques.

Si nous parvenons à rendre votre visite profitable au point de vue scientifique et agréable au point de vue social, ce sera un faible symbole de notre grande reconnaissance pour votre hospitalité et amitié d'autres années, en d'autres endroits, des idéaux que nous avons en commun, du bénéfice retiré des connaissances partagées.

Je souhaiterais pouvoir exprimer en termes suffisamment éloquents les raisons pour lesquelles les relations amicales faites au cours de réunions internationales telles que celle-ci procurent tant de plaisir aux Américains. Je crois que c'est en partie parce que nous sommes venus récemment de vos pays nataux. Notre nation a été constituée par ceux qui furent les frères de vos pères. C'est à vos pays que nous devons Alexanderson et Pupin, Steinmetz, Tesla et Zworykin, pour ne mentionner qu'un petit nombre de ceux que vous connaissez le mieux. Vos ancêtres sont aussi nos ancêtres.

Je pense en outre que nos sentiments de relations amicales sont dus partiellement à notre héritage culturel commun. La première

visite d'un Américain dans votre ou vos pays est une expérience remarquable, car il a le sentiment étrange d'avoir déjà été là auparavant ; et il y a déjà été en effet, grâce aux yeux et aux mots de ceux qui ont fait la littérature de notre pays, littérature qui fut celle de nos pères et d'après laquelle, nous aussi, avons été élevés.

Une autre raison, profondément enracinée, de notre sentiment d'association étroite avec vous réside dans la récente évolution de la science dans ce pays, à partir du germe apporté par nos professeurs qui firent leurs études dans vos pays. A l'époque où la recherche scientifique n'en était ici qu'à ses débuts, Benjamin Franklin fut encouragé par son élection à la Société Royale de Londres, à l'Académie Royale des Sciences de Göttingen et aux Académies des Sciences de Paris, de Padoue et de Saint-Pétersbourg. Depuis cette époque de Franklin jusqu'à ce jour, nous avons contracté une dette de gratitude profonde à votre égard, car vous avez donné leur formation première à ceux qui, par la suite, développèrent la science ici.

C'est pourquoi je dis que la chaleureuse bienvenue que nous vous souhaitons possède des racines naturelles dans les traditions et les relations fraternelles ; nous espérons que vous, qui venez de nos mères patries, êtes à même de le comprendre.

Etant donné que le scientifique est nécessairement le partenaire de nombreux autres, nos prédécesseurs organisèrent des associations telles que les vôtres en vue de l'échange d'informations, de la catalyse des idées et d'un effort coopératif. Dès le début de l'ère scientifique moderne, il fut compris que, dans le domaine de la science, être isolationniste portait atteinte aux efforts déployés. C'est ainsi que l'ancêtre le plus éloigné de notre Académie, l'Academia dei Lincei, de Rome, dressa des plans, dès 1609, pour « instituer des monastères scientifiques, non-cléricaux, en vue de la coopération scientifique. Chaque établissement devait communiquer sans délai toute observation et toute découverte à l'établissement central et à tous les établissements frères ».

C'est à partir de cette aspiration à apprendre au contact des autres et à leur communiquer pensées et observations que se développa l'esprit scientifique international. Semblables aux négociants de marchandises rares, les scientifiques ont tendu à des idées nouvelles ainsi qu'aux connaissances nouvellement découvertes, partout où elles pouvaient être trouvées. Ces objectifs furent

proclamés par Francis Bacon dans sa description du « Temple de Salomon ». Il proposait que douze savants attachés à ce Temple se rendent de pays en pays pour procéder à l'échange des connaissances découlant de recherches expérimentales. De manière significative, Bacon déclara que ces douze savants devaient être appelés « Marchands de Lumière ».

Dans la mise en œuvre de cet idéal de Bacon, vous êtes les « Marchands de Lumière » modernes. Je ne dis pas cela à la légère. Dans ces sombres journées de discorde mondiale où des barrières entravent la libre communication, tout rassemblement tel que celui-ci crée une brèche importante dans le mur de silence qui sépare les hommes de bonne volonté. S'ils le pouvaient, les hommes se trouveraient unis par des connaissances communes et la compréhension mutuelle. Les réunions telles que celle-ci montrent aux hommes d'Etat qu'à travers la science, les nations peuvent acquérir dans la paix les bienfaits matériels qu'ils ont vainement tenté de conquérir par la guerre.

La science ne possède pas le pouvoir de créer un monde plus pacifique. Mais, par le passé, la science a affranchi les hommes de la domination non-contrôlée des forces naturelles, de l'ignorance et des superstitions. En accroissant leur bien-être intellectuel et matériel, elle promet de libérer les hommes du contrôle de la violence humaine et des nécessités imaginées pour provoquer l'avidité et les conflits. Si cela est le but des hommes de science du monde entier, l'effort scientifique doit alors jouir d'une liberté non restreinte par les frontières des nations et non limitée par les intérêts nationaux égoïstes.

Cette année a été choisie comme Année Géophysique Internationale pour des raisons scientifiques, de caractère solaire. Mais cela est également opportun pour des raisons d'ordre international. L'exemple des chercheurs de nombreuses nations, qui travaillent ensemble, liés par une cordiale collaboration et pour des buts communs, constitue un exemple encourageant de ce qui pourrait être un modèle plus généralement adopté d'amitié internationale.

Les nations ont souvent collaboré pour mobiliser leurs ressources, en vue d'attaquer d'autres nations ou de se défendre contre l'agression. Mais jamais jusqu'ici, toutes les grandes nations du monde n'ont mobilisé leurs ressources dans le cadre d'une entreprise commune et dans l'intérêt pacifique de tous. Je pense que la portée

de cette coopération amicale égalera la plus grande découverte scientifique qui puisse être faite au cours de cette année importante.

Les scientifiques sont unis pour convaincre leurs concitoyens que le savoir partagé augmente les ressources intellectuelles de chaque nation et atténue la nécessité de lutter pour les ressources matérielles. Une découverte de valeur humaine dépend ordinairement de recherches effectuées au préalable dans de nombreux autres pays ; elle est profitable pour les peuples de tous les pays. Comme vous le savez, les observations de Galilée, de Copernic et de Newton ont élargi les horizons scientifiques de chaque nation. Mais la recrudescence actuelle du nationalisme égoïste est en contradiction avec cet esprit de la science.

Le large point de vue d'un grand homme d'Etat fut énoncé il y a 40 ans par Lord Bryce, alors ambassadeur de Grande-Bretagne dans ce pays, qui déclara :

« L'un des côtés les plus admirables de la science consiste en ce qu'elle ne connaît pas d'obéissance à la nationalité. La science est une république où la grandeur n'exige pas de passeport, mais bien du dévouement et du génie. C'est une république dont chacun est citoyen et où chacun jouit de droits égaux dans toutes les parties du monde... C'est avec vénération que je m'incline devant votre esprit digne et désintéressé. Je crains l'énorme puissance que vous exercez ».

Cette énorme puissance que Lord Bryce craignait a été prostituée en effet par ceux qui usent des fruits de la science au profit de leurs buts égoïstes. La science confère à l'homme un pouvoir terrible sur le genre humain aussi bien que sur la nature.

Cette grande puissance sur le genre humain et la nature conférée par la science, exige des connaissances et une sagesse plus grandes, pour que nous puissions contrôler et user de notre grand pouvoir en faveur du bien-être humain. La science nous fournit les pierres angulaires d'un monde meilleur, mais le monde sera tel que nous aurons choisi de le faire.

C'est d'une manière unique que vous, membres de cette Union, diffusez le savoir et, de ce fait, développez la sagesse nécessaire à l'édification d'un monde meilleur. La radioélectricité a grandement augmenté l'étendue de l'esprit humain ainsi que la gamme de ses sensations. Elle stimule l'esprit d'émulation et offre des possibilités encore non développées pour les relations entre les peuples et pour

leur meilleure compréhension de la science, qui réforme rapidement le monde où nous vivons. Mais, vous avez également permis à quelques-uns de dominer l'esprit de nombreux. Vous avez fait don au genre humain d'une possibilité et d'une revendication. Si le pouvoir bienfaisant que vous avez procuré n'est pas utilisé avec sagesse, les peuples du monde seront divisés entre ceux qui savent et ceux qui ne savent pas. Il n'est pas de nation et il n'est pas de culture qui puisse survivre longtemps à moitié libre de savoir, à moitié esclave de l'ignorance et de la superstition.

Chaque civilisation a été le produit de l'intelligence des hommes. Et plus nombreux étaient ceux qui possédaient le don d'admirer et le désir de savoir et de comprendre, plus vitale était la civilisation.

Je crains parfois que la connaissance scientifique et ses applications évoluent si rapidement que l'imagination s'en trouve endormie et que l'aptitude des hommes à s'émerveiller et à s'étonner faiblit avec leur fatigue devant les miracles scientifiques. En tant que scientifiques, il est de notre devoir de sauvegarder l'esprit d'aventure scientifique. Si la science se révèle une grande odyssée de l'esprit humain, la compréhension de l'homme s'en trouvera accrue et son âme vivifiée. La curiosité et la capacité de s'étonner stimulent l'intelligence de l'homme et le poussent en avant, vers sa destinée divine.

Votre modestie et la nature de votre travail quotidien peuvent dissimuler à vos yeux les prodiges de vos réalisations. Mais moi-même, en tant que biologiste, je suis à même d'admirer la façon dont vous avez multiplié la gamme de la parole, de l'audition et de la vision humaines normales. Par la radio, vous avez rendu possible une transmission rapide, au-delà de la célérité des oiseaux. Ce sont là des réalisations qui devraient stimuler la curiosité chez tous ceux qui admirent avec humilité la capacité de l'homme à accroître sa puissance et sa taille d'une manière illimitée.

Les avantages pratiques de ces réalisations ont transformé la vie et les habitudes de l'homme. Mais la portée de vos réalisations est bien plus grande. C'est à vous qu'il a appartenu de vivre une grande aventure de l'esprit humain, sur les frontières de la science.

Discours du R. P. Lejay,

Président de l'U.R.S.I.

Monsieur le Président,

La décision que vous avez bien voulu prendre de venir à Boulder présider l'Ouverture de notre Douzième Assemblée Générale constitue une marque d'estime à laquelle l'Union Internationale de Radioélectricité Scientifique sera très sensible. C'est pour moi un très agréable devoir de vous adresser, à vous-même, et à l'Académie Nationale des Sciences, au nom de tous mes collègues, l'expression de notre gratitude.

S'il est arrivé que de hautes autorités d'une Nation apportent à une Union scientifique un tel témoignage d'intérêt, nous apprécions aujourd'hui qu'il nous soit donné par un homme de science de grand renom, représentant une Institution dont l'autorité est universellement reconnue. Que, chargé des responsabilités les plus étendues pour le développement de la Science dans ce pays, vous ayez jugé bon de nous consacrer une part de votre temps est pour nous extrêmement flatteur ; comme nous est sensible la présence du Président Newton auquel nous devons la précieuse hospitalité de cette magnifique Université et du Dr Brown, Directeur des Laboratoires de Boulder du National Bureau of Standards, du Professeur Riethmayer, Maire de Boulder.

L'intérêt que nous portent tant de notabilités est, je pense, un singulier encouragement pour que l'U.R.S.I. poursuive ses efforts dans la ligne qu'elle s'est tracée.

« Développer sur des *bases internationales* les études *scientifiques* se rapportant à la Radioélectricité ; susciter et organiser les *recherches nécessitant une coopération internationale* », tels sont les buts essentiels, on pourrait dire l'unique raison d'être de notre Union.

Sans doute, à une époque où tant de bouleversements se produisent dans l'évolution des techniques — (et la technique radioélectrique n'est pas certes la dernière à en être affectée) — devant l'extraordinaire fécondité de domaines hier encore réputés incultes, devant l'accroissement exponentiel du nombre de spécialistes s'intéressant à nos problèmes, y aura-t-il lieu d'examiner si nos formes d'activité traditionnelles répondent encore exactement aux besoins de notre temps et s'il ne conviendrait pas de procéder à des adaptations. Mais pour qu'une telle évolution s'opère sans

compromettre la continuité de l'œuvre déjà accomplie, il importe que nos regards demeurent fixés sur les deux idées directrices qui ont toujours orienté notre travail ; pour que l'U.R.S.I. joue fidèlement son rôle, elle se doit impérieusement de conserver son *caractère international*, dans un monde où la « politique » est de loin en loin troublée de soubresauts parfois violents ; pour que l'U.R.S.I. reste elle même, il faut qu'elle garde son caractère *exclusivement scientifique*, dans un monde où l'« économique » poussant le développement de la technique avec une violence presque explosive, tend, par sa brillance même, à aveugler la pure lumière de la recherche désintéressée.

Je ne doute pas, Monsieur le Président, que notre fidélité à ces directives ne rencontrent votre haute approbation. A coup sûr, vous réjouira la pensée qu'il existe au monde des groupements où des représentants de toutes les Nations se trouvent, presque par la force des choses, amenés à rechercher le progrès des connaissances humaines dans une mise en commun de leurs possibilités intellectuelles. Notre Union ne se retrouve-t-elle pas ainsi dans la même ligne si souvent tracée par l'Académie des Sciences des Etats-Unis et si hautement appréciée dans ce pays.

Dans cet ordre d'idée, nous pouvons, je crois, affirmer que l'U.R.S.I. a joué un rôle de pionnier et qu'elle n'a pas failli à sa tâche, malgré les obstacles que la nature même de nos recherches pouvait rendre plus redoutables. Les applications immédiates des découvertes en radioélectricité sont en effet d'une importance extrême, tant par le volume des réalisations matérielles qu'elles comportent que par les répercussions qu'elles entraînent dans le domaine des Télécommunications, et dans nombre d'autres domaines pratiques.

L'apport que les recherches de caractère industriel peuvent fournir à la science est tellement grand qu'il nous impose de garder avec les laboratoires des grandes sociétés une liaison des plus étroites. En vérité — (nous pouvons leur rendre cet hommage) — les industriels qui se joignent à nous dans nos Commissions et nos Assemblées Générales ont toujours eu le plus grand soin de s'en tenir avec nous aux aspects scientifiques des problèmes, laissant leurs soucis personnels de côté. Ainsi le maintien de notre Union sur le terrain des recherches désintéressées n'a-t-il jamais connu de danger.

L'U.R.S.I. n'a pas veillé moins fidèlement à garder son *caractère international*. Dès le principe, nos règlements ont été conçus de telle sorte que chaque Nation ait la possibilité de s'exprimer en toute liberté. Un esprit de famille a ainsi trouvé maintes occasions de se manifester concrètement dans des entreprises communes ; si nous en voulons un exemple, qu'il nous suffise de rapeller que l'U.R.S.I. est probablement la seule Union Scientifique qui ait eu l'audace de confier à des Comités Internationaux le soin de rédiger des mises au point sur des problèmes nouveaux, et d'assurer la publication de ces Rapports spéciaux sous une estampille internationale. Est-il utile de dire combien ces travaux sont susceptibles de renforcer les liens entre les auteurs de nationalités différentes tout en assurant une richesse de documentation exceptionnelle.

C'est un fait, le besoin d'échanges entre chercheurs de diverses origines se fait chaque jour plus impérieux. Aussi, dans ces derniers mois, plusieurs colloques portant sur des questions bien délimitées ont-ils été organisés, sous le patronage de notre Union ou sur l'initiative heureuse de plusieurs Comités Nationaux, une très louable émulation s'est ainsi créée ; un tel succès a été remporté que nous pouvons nous demander plutôt s'il ne conviendrait pas de prendre des mesures pour éviter une trop grande multiplication de ces rencontres qui risquent de devenir trop absorbantes ! Retenons pour le moment qu'elles témoignent du désir que nous avons tous d'établir des contacts entre spécialistes. Qui niera que ce désir n'ait été avivé par la constatation de l'efficacité de nos rencontres lors de nos Assemblées Générales.

Une autre forme d'activité internationale se concrétise aujourd'hui dans beaucoup d'autres Unions : il ne serait peut-être pas inutile qu'elle retienne notre attention ; je veux parler de ces Services Permanents qui viennent, ces années dernières, d'être groupés en une Fédération et qui reçoivent par le canal du Conseil des Unions Scientifiques, une aide financière de l'Unesco. Aux yeux des dirigeants et des Conseils des diverses Unions Scientifiques, une évidence s'imposait : le rôle des Unions ne pouvait se borner à favoriser des échanges de vues au cours des Assemblées Générales sur des questions encore en cours de discussion ; leur action devait se prolonger entre les Assemblées, lorsque les problèmes ont déjà reçu un commencement de solution. Il arrive alors souvent que le progrès de nos connaissances exige de rassembler de nombreuses

données d'observation, de les confronter, et de mettre à la disposition des nombreux spécialistes, sous une forme appropriée, tous les éléments qui, permettront des recherches d'ensemble, souvent fort complexes.

La découverte, de caractère souvent individualiste à l'origine, devient, par la force des choses, une sorte de bien collectif dont l'exploitation nécessite une coopération internationale.

En de nombreux cas, la poursuite du travail ne pourrait pas se prolonger efficacement sans une *organisation*, et c'est pourquoi chaque Service Permanent se trouve sous l'autorité d'un Comité International et d'un Directeur nommé par l'Union.

A une époque où les données d'observations se multiplient dans tous les domaines, on peut légitimement se demander si ces Services Permanents ne constituent pas la seule possibilité que nous ayions de progresser dans tous les domaines où « les arbres deviennent si nombreux qu'ils cachent la forêt », c'est-à-dire lorsque l'accumulation des résultats rend toute vue d'ensemble impossible. N'est-ce pas justement le cas pour plusieurs de nos disciplines ? Les observations de l'ionosphère, par exemple, sont arrivées à une perfection qu'il sera probablement difficile de surpasser. Le nombre de sondages effectués chaque jour augmente sans cesse, l'analyse des documents se fait plus complexe dès lors que se multiplient les phénomènes connus. Un travail considérable s'opère déjà dans ce sens, rendu plus cohérent par les décissions qu'a su prendre l'une de nos Commissions. Il reste néanmoins que seraient souhaitables une diffusion plus détaillée, un accès plus facile des documents et l'organisation d'études plus générales. Il appartient semble-t-il à notre Union de mettre ces données à la disposition des chercheurs, comme l'a fait par exemple l'Union de Géodésie et de Géophysique pour les enregistrements de séismes ou pour la diffusion des magnétogrammes. Ainsi les études sur l'ionosphère recevraient-elles une impulsion nouvelle.

On citerait sans peine d'autres techniques, déjà suffisamment avancées, déjà en voie de stabilisation, et pour lesquelles, dans un proche avenir, semblables organisations apparaîtraient aussi nécessaires.

Dans cette voie, l'action de l'U.R.S.I. continuerait à se développer dans l'intervalle de nos Assemblées Générales ; l'Union, ses

Commissions, y trouveraient une source de vitalité nouvelle pour le plus grand bénéfice de la Science.

Ces considérations sur les formes de nos activités internationales me conduisent à parler du rôle qu'à déjà joué l'U.R.S.I. et qu'elle devra jouer plus encore dans l'organisation de certaines *recherches* au cours de l'Année Géophysique.

Si l'idée première de l'Année Géophysique n'est, de fait, pas due à l'U.R.S.I., personne ne contestera que notre Union ait eu une action prépondérante dans le développement de ce projet, et tout le monde s'accorde pour prévoir que son influence se révèlera fort importante, lors de l'exploitation des résultats.

Et ceci est bien naturel, car si l'idée fondamentale de l'Année Géophysique a bien été d'obtenir, par une coopération de toutes les nations, par la coordination de leurs efforts, des vues générales sur les grands problèmes de la Géophysique, il est clair que l'application ne pourrait être nulle part plus efficace que dans le domaine des études sur l'ionosphère, et dans les recherches sur les perturbations orageuses. Dans ces domaines qui constituent le domaine propre de deux de nos Commissions, une documentation considérable a déjà été rassemblée, mais elle ne nous donne encore que des vues dispersées des phénomènes. Les résultats acquis appellent de toute évidence des études synthétiques, exigeant, à leur tour, un complément *d'informations coordonnés*.

Ce besoin a été vivement ressenti ; il s'est déjà matérialisé dans l'effort considérable auquel on ne saurait trop rendre hommage, et qui est dû à quelques-uns des plus éminents parmi nos collègues : les programmes d'observation qu'ils ont élaborés dans le détail sont aujourd'hui appliqués dans près de deux cents stations de sondage, une quarantaine de stations de mesure de l'absorption et des vents ionosphériques, réparties sur toute la surface du Globe.

Ajoutons que, pour la première fois dans l'histoire de telles opérations, il a été prévu que le programme des observations serait essentiellement variable selon les circonstances. Au lieu d'établir un plan « ne varietur » qui aurait imposé aux observateurs des efforts trop soutenus et souvent gaspillés en pure perte, il a été convenu que les observations pourraient être resserrées à certaines époques plus intéressantes, par exemple au cours des tempêtes magnétiques. Simple en principe, une telle décision, pour être effi-

cace, demandait une puissante organisation des services de prévision et de télécommunication.

Grâce aux efforts de plusieurs personnalités dont le dévouement doit être signalé, grâce aussi à la générosité des services de transmission, que nous devons remercier publiquement, cette organisation est aujourd'hui assurée d'un fonctionnement impeccable et le rendement de l'Année Géophysique en sera décuplé.

Incontestablement, la préparation technique d'une si vaste entreprise a été pleinement réussie et l'U.R.S.I. a le droit de se réjouir d'avoir déjà rempli ainsi un rôle nécessaire.

Mais son action ne peut s'arrêter là. « Après avoir gagné la guerre, il faudra demain gagner la paix ».

Or il nous faut bien avouer que si, voici trois ans, il paraissait difficile d'organiser un programme cohérent, de mobiliser les spécialistes de tant de Nations diverses, de trouver les crédits et le personnel d'exécution, il apparaît aujourd'hui qu'une exploitation exhaustive des résultats rencontrera des obstacles autrement graves, tant du point de vue matériel que du point de vue moral. L'Année Géophysique ne serait pas une réussite, si elle ne conduisait qu'à un rassemblement, même colossal, de données d'observations. L'œuvre ne s'achèvera que si ces données sont effectivement mises à la disposition de jeunes chercheurs qui y trouveront l'amorce de nouveaux travaux intellectuels. Si l'Année Géophysique a pu être légitimement considérée comme une fin en soi, tant qu'il s'agissait d'organiser le plan des observations, désormais, *elle doit être un point de départ vers la découverte.* Pour cela, de toute évidence, un esprit nouveau devra naître. Un pas en avant, un pas difficile reste à franchir dans le sens d'une collaboration internationale, non plus sur le plan matériel, mais au niveau plus élevé d'une mise en commun des ressources intellectuelles. Aussitôt surgiront des difficultés d'ordre moral qui jusqu'ici ne s'étaient pas rencontrées dans la phase d'organisation.

Lorsque chaque Nation, en effet, jusqu'ici, et à l'intérieur de chaque Nation, chaque Institution, acceptait de prendre une part des responsabilités des observations de l'A.G.I., elle n'en gardait pas moins son autonomie. Dans la distribution des documents au contraire, et pour organiser leur exploitation, il sera demandé que certains fournissent à d'autres (et d'ordinaire gracieusement, souvent sans possibilité de réciprocité) des résultats acquis parfois

au prix de lourds efforts. Je ne sais si ce désintéressement, justement apprécié chez nombre d'hommes de science, plus anxieux d'enrichir leurs connaissances que d'asseoir leur propre réputation, pourra s'élargir au point de faire abstraction de rivalités, d'ailleurs honorables, entre Nations. *Ce que je sais, c'est que dans l'état actuel de la Science, pareil échange est une condition nécessaire à tout progrès.* Mieux vaut croire sans doute que les succès remportés déjà lors de l'Organisation de l'Année Géophysique, renforcés qu'ils seront par la réussite, que tout laisse prévoir, dans l'exécution des observations, suffiront à créer ou à maintenir l'enthousiasme indispensable *pour une exploitation communautaire* des résultats. Permettez-moi de penser que notre Union devra prendre les initiatives qui conviennent, pour que soit atteint ce but essentiel. L'ancienneté de ses traditions, l'esprit d'entente qui depuis toujours caractérise les relations de ses membres, la courtoisie qui a toujours régné dans nos Assemblées, la largeur de vue qui y a toujours été manifestée, aideront à créer le climat favorable à la réalisation de l'œuvre commune que nous entendons réaliser.

Mais ce n'est pas tout. Il y a une autre direction dans laquelle notre Union peut encore agir efficacement. Il faut bien le reconnaître, l'Année Géophysique a été un peu montée comme une mécanique ; les programmes ont été fixés parfois de façon assez rigide ; et cela ne va pas sans présenter des avantages. Une certaine discipline de type militaire s'impose dans l'exécution de vastes opérations qui mobilisent des effectifs nombreux et divers ; mais elle risque de tuer l'initiative. Mis en demeure de suivre un plan minutieux et de fournir des documents sous forme standard, les exécutants ne craindront-ils pas qu'on ne les fasse travailler au profit de quelques Seigneurs de la Science : ils se sentiraient alors mercenaires. Si, par malheur, cela était, les résultats de l'Année Géophysique se réduiraient à de froides conclusions statistiques : la Science tournerait le dos à la culture. Il ne faut pas que cela soit. Aucun effort ne doit être épargné pour que, dans le cadre général d'un programme cohérent, l'activité et les initiatives des jeunes se développent en toute liberté, pour que ne soit pas étouffé le génie, dispersé de par le monde, mais pour qu'au contraire soit créée l'ambiance où il pourra éclore et s'alimenter, pour qu'enfin les laborieux efforts des années d'analyse préparent et facilitent

les quarts d'heure de synthèse qui seuls en définitive, constituent les véritables valeurs de la Science.

L'U.R.S.I., en agissant dans ce sens, n'aura pas à renier son passé.

Je serai sans doute l'interprète de tous nos collègues étrangers à ce pays, en exprimant enfin ce que, probablement tout au long de ce discours, ils ont déjà senti comme caché sous les mots, en disant la part immense prise dans l'œuvre de l'U.R.S.I. par nos collègues américains. Je suis heureux que cette exceptionnelle occasion nous soit donnée de rendre un hommage public non seulement à la valeur technique incomparable de leur intervention dans les travaux de chacune de nos Commissions, mais aussi à la contribution qu'ils ont apportée depuis toujours à la bonne marche de l'Union, à la formation de cet esprit dont j'ai parlé.

Entrer dans les détails serait reprendre tout ce que j'ai dit, chapitre par chapitre, en y ajoutant des noms propres. Sans remonter dans le passé jusqu'à la fondation même de notre Union, permettez-moi de souligner la part qu'ont prise à nos travaux nos Vice-Présidents, le Dr Berkner, le Dr Burrows, que nous regrettons fort de voir s'éloigner de notre domaine d'activité.

Le temps ne me permet que de mentionner quelques-un de ceux qui ont joué récemment un rôle important dans l'Administration de l'Union. S'il me fallait rappeler les noms de tous ceux qui ont illustré l'U.R.S.I. par leurs travaux, la liste serait immensément longue ; elle s'allongera encore, nous le savons, au cours de cette Assemblée.

Qu'il me soit permis d'exprimer notre admiration pour ces pionniers qui ont ouvert tant de voies nouvelles à la Science et qui nous ont toujours si aimablement permis de profiter de leurs découvertes. Laissez-moi leur dire que, si à chacune de nos réunions, nous tirons profit de leur technique, de leur esprit d'initiative, de leur optimisme, notre plaisir se trouve aujourd'hui accru à la perspective de voir dans cette cité laboratoire quelques-unes de leurs très belles réalisations.

Notre présence ici est précisément un hommage que l'U.R.S.I. a tenu à leur rendre. Le nombre de personnalités qui ont pu s'y associer, en provenance de tant de pays, parfois très lointains, montre avec éclat la haute et juste estime que nous portons aux travaux entrepris dans ce pays et la grande considération dont jouissent universellement nos collègues américains.

J'ai réservé pour terminer un nom qui reviendra souvent à notre esprit durant cette Assemblée Générale dont l'organisation, qui nous apparaît déjà parfaite, n'a été mise au point qu'au prix d'un effort extraordinaire. Il est juste de féliciter et de remercier dès maintenant celui qui, depuis deux ans, se dévoue sans compter avec ses forces à la tête du Comité d'organisation, notre Président d'Honneur, le Dr Dellinger, auquel je me dois d'associer ses collaborateurs immédiats dans l'organisation de cette Assemblée : M. Norton et M. Shapley qui ont tant œuvré pour assurer la préparation de cette Assemblée, le Professeur Gordon et M. Wells qui ont pris tant de peine pour faciliter la venue de nos collègues des pays lointains.

Souhaitons que leurs efforts reçoivent la récompense qui leur est due : celle d'un succès retentissant. Ce souhait est d'ailleurs déjà dépassé ; nous sommes assurés de trouver à Boulder non seulement une organisation matérielle impeccable mais, ce qui est plus précieux encore, une ambiance d'incomparable cordialité.

Rapport du Secrétaire général

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

L'année 1957 marque une étape importante dans l'histoire de l'U.R.S.I. non seulement parce que cette année coïncide avec le début de l'Année Géophysique Internationale, mais aussi parce qu'après 30 ans notre Union revient aux Etats-Unis où se tint, à Washington, notre deuxième Assemblée Générale, la première qui fit l'objet d'un Compte Rendu imprimé.

Trois de nos Présidents d'Honneur, présents ici-même, assistaient à cette réunion : Sir Edward Appleton, le Dr J. H. Dellinger et le Prof. B. van der Pol, ce qui prouve leur attachement à l'U.R.S.I.

Neuf Comités Nationaux sur les onze existant à cette époque étaient représentés à cette Assemblée à laquelle assistaient soixante personnes.

Depuis lors, malgré une inactivité apparente pendant la Deuxième Guerre Mondiale, l'U.R.S.I. a parcouru une étape considérable : au cours de cette Assemblée, nous espérons que le nombre des Comités Nationaux sera porté à vingt-sept. Alors qu'en 1927 l'activité scientifique était confiée à quatre Commissions, l'U.R.S.I. en compte maintenant sept auxquelles viennent s'ajouter la Commission de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I., le Comité Permanent des Ursigrammes, le Comité de Travail pour le C.C.I.R. ainsi que de nombreuses sous-commissions.

Au cours de l'Assemblée les Présidents de ces groupements donneront des aperçus sur leurs activités passées, présentes et futures.

Finances

Quoique notre intention soit de présenter un rapport le plus court possible, il doit cependant être complet et nous devrons parler des finances.

La situation est très bonne et très satisfaisante et ceci est dû à deux causes. Tout d'abord la régularité avec laquelle les Comités Nationaux payent leurs cotisations ; nous sommes heureux de pouvoir les remercier officiellement. L'autre cause de notre prospérité réside dans les subventions que nous recevons de l'Unesco.

C'est grâce à cet organisme qu'à partir de 1947 nous avons pu rétablir nos finances mises en situation difficile après les années de guerre.

La gestion financière fait l'objet d'un rapport détaillé présenté à la Commission des Finances.

Celle-ci l'examinera et donnera ses conclusions à la séance de clôture. Au cours de cette séance l'Assemblée Générale sera invitée à approuver les comptes des recettes et des dépenses ; elle devra également prendre une décision sur un projet de modification au barême des cotisations qui sera présenté par le Comité Exécutif.

Administration

Il semble inutile d'insister sur l'importance du travail confié au Secrétaire Général ; il suffit d'énumérer les tâches dont il est chargé par les Statuts et les Règlements Intérieurs. Chaque fois que le nombre de Comités Nationaux augmente, chaque fois qu'une nouvelle activité apparaît à l'U.R.S.I., la responsabilité et le travail

du Secrétaire Général augmentent parfois insensiblement, parfois dans une proportion moins agréable.

Parmi les travaux, il convient cependant de citer les publications dont l'importance n'a cessé de grandir depuis que l'U.R.S.I. existe.

Outre le Bulletin d'Information et les Comptes-Rendus de l'Assemblée Générale, dans les semaines qui vont suivre, l'U.R.S.I. publiera un Répertoire détaillé des Stations Ionosphériques ; un matériel très important a été rassemblé et est prêt à être mis entre les mains de l'imprimeur.

Organisation de la XIIe Assemblée Générale

Par suite de l'éloignement du lieu de réunion et de circonstances imprévisibles, il était à craindre que l'organisation de cette Assemblée rencontre d'assez grosses difficultés. Grâce à l'aide efficace du « General Arrangements Committee » dont la présidence a été confiée au Dr J. H. Dellinger, la tâche du Secrétaire Général a été des plus aisées. Il tient à remercier publiquement tous les Membres de ce Comité.

Il regrette de ne pouvoir les citer individuellement, mais il prie leur Président de vouloir être son interprète pour leur dire sa reconnaissance pour l'aide qui lui a été apportée.

Des recommandations pour la présentation des rapports et des communications individuelles ont été distribuées en temps voulu, malheureusement un trop grand nombre de personnes intéressées ont omis de s'y conformer, ce qui pourrait provoquer quelques « perturbations », voir même des « fade outs » dans la distribution des documents. L'étude des remèdes à apporter ne peut être confiée ni à la Commission III, ni à la Commission IV et nous devrons, au cours de cette réunion, procéder à la recherche des moyens à utiliser pour éviter ou minimiser ces « perturbations » et « fade outs ».

Conclusion

Avant de terminer, je tiens à adresser mes plus vifs remerciements : au R. P. Lejay, Président de l'Union, pour les conseils éclairés et bienveillants qu'il m'a donnés au cours de son mandat ; aux Membres du Bureau, pour l'aide qu'ils m'ont fournie ; et à tous les autres trop nombreux pour être cités : Présidents, Secré-

taires des Commissions et Sous-Commissions, Présidents et Secrétaires des Comités Nationaux, etc... qui ont apporté leur concours pour que les travaux de l'U.R.S.I. et particulièrement ceux de cette Assemblée Générale puissent se dérouler dans une atmosphère de cordialité et d'amitié, sentiments qui sont et doivent rester l'apanage de l'U.R.S.I.

Aperçus sur les programmes scientifiques des Commissions

Les Présidents des Commissions sont ensuite invités à donner un aperçu des programmes scientifiques des Commissions au cours de l'Assemblée Générale. Ces exposés sont reproduits dans les fascicules consacrés aux activités de chacune des Commissions.

Télégramme de bienvenue

Le télégramme ci-après a été reçu :

Dr Lejay, Président de l'Union Radio-Scientifique Internationale

En ma qualité de Gouverneur du Colorado, je suis très heureux de m'associer au National Bureau of Standards pour souhaiter la bienvenue à Boulder et au Colorado aux membres de l'Union Radio-Scientifique Internationale venus pour votre XIIe Assemblée Générale.

Nous sommes fiers du fait qu'avec le Bureau of Standards, situé ici, avec l'Université de Colorado et toutes ses facilités, nous sommes devenus un centre important de recherches scientifiques.

C'est un grand honneur pour nous que la première réunion de votre organisation qui se soit déroulée aux Etats-Unis depuis 1927 se tienne dans notre Etat.

Vous êtes venus ici de tous les points du monde, en tant que scientifiques les plus éminents du domaine de la radioélectricité. Je suis certain que vous allez tous grandement profiter des échanges de connaissances scientifiques et techniques. Je crois que vous, et toutes les nations que vous représentez, trouvez un bénéfice également grand à travers l'amitié et la bonne volonté internationale.

J'espère que, pendant votre séjour ici, vous profiterez des belles promenades et des possibilités de distraction qu'offre le Colorado. Mes meilleurs vœux pour une réunion couronnée de succès et un agréable séjour.

Steve McNichols.

Liste des Rapports et des Communications présentés à l'Assemblée Générale

A = Texte original anglais
F = Texte original français

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
1	I à VI	Secrétariat	Conclusions du C.C.I.R. intéressant l'U.R.S.I. (F).
2	V	Général —	Rapport de la Sous-Commission Va, sur la surveillance continue de l'émission radioélectrique du soleil, A. H. DE VOOGT, Président (A).
3	IV	E.U.A.	Chœur crépusculaire périodique, H. E. DINGER (A).
4	IV	E.U.A.	Calcul des coefficients de réflexion ionosphérique d'après la forme des atmosphériques, A. G. JEAN, L. J. LANGE, J. R. WAIT (A).
5	VI	France	Contribution à l'étude du bruit de fond optique, Comparaison avec le bruit en radioélectricité, A. BLANC-LAPIERRE, Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger (F).
6	VI	France	Considérations sur la notion de fréquence instantanée d'un signal (F).
7	VI	France	Etude de la notion de spectre instantané de puissance, A. BLANC-LAPIERRE et B. PICINBONO, Laboratoire de Physique Théorique de la Faculté des Sciences d'Alger (F).
8	VI	France	Canaux binaires en cascade, J. LOEB (F).
9	VI	France	Sur le théorème de Babinet, au sens de la théorie magnétique, Paul PONCELET (F).
10	VI	France	Méthodes topologiques appliquées à l'Electronique (F).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
11	VI	France	Recherche de l'émission produisant le brouillage minimum. Rapport présenté à l'Assemblée Plénière du C.C.I.R. en 1956 (F).
12	VI	France	Sur la détermination du spectre de l'inverse d'une fonction aléatoire et ses applications, R. FORTET, Laboratoire Central des Télécommunications, Paris (F).
13	VI	France	Spectre instantané et analyse du signal Applications aux problèmes de transmission dans les télécommunications, P. DEMAN (F).
14	V	Belgique	Activités radioastronomiques en Belgique et au Congo Belge, R. COUTREZ, Membre Officiel du Comité National Belge (F).
15	II	Japon	Essais de propagation en VHF sur des trajets en région montagneuse, I. MURAKAMI (A).
16	II	Japon	Théorie de la propagation troposphérique dans le voisinage et au-delà de l'horizon, O. TUKUSI (A).
17	II	Japon	Transmission troposphérique à trajets multiples, T. OMORI (A).
18	II	Japon	Anlayse de l'évanouissement dû au « duct » par l'optique géométrique, F. IKEGAMI (A).
19	II	Japon	Diffraction multiple des ondes électromagnétiques par des montagnes sphériques, K. FURUTSU (A).
20	II	Japon	Sur la relation entre la diffusion des ondes radioélectriques et la théorie statistique de la turbulence, K. TAO (A).
21	II	Japon	Caractéristiques des ondes radioélectriques diffractées par une montagne, T. KOONO, Y. KURIHARA, M. FUKUSHIMA (A).
22	II	Japon	Un nouveau type de variomètre pour l'indice de réfraction, K. HIRAO (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
23	III	Japon	Structure dynamique de la couche F2 ionosphérique déduite de ses variations diurnes, T. SHIMAZAKI (A).
24	III	Japon	Sur l'occurrence de la couche F1,5 à Tokyo, I. KASHUYA (A).
25	III	Japon	Quelques résultats d'une expérience de propagation à fréquence modulée sur un trajet Nord-Sud à une distance d'environ 1000 km, Y. AONO, et I. KURIKI (A).
26	III	Japon	Mesure de la magnitude des perturbations ionosphériques à début brusque, Y. NAKOTA (A).
27	III	Japon	Sur les perturbations de propagation radioélectrique, K. SINNO (A).
28	III	Japon	Perturbations de la région F2 associées aux orages géomagnétiques, T. SATO (A).
29	II	Japon	Propagation d'ondes au-dessus de terrains irréguliers, K. FURUTSU (A).
30	III	Japon	Sur la couche *Es*, séquentielle, S. MATSUSHITA (A).
31	III	Japon	Déviation latérale remarquable dans la propagation ionosphérique, K. MIYA M. ISHIKAWA, S. KANAYA (A).
32	III	Japon	Une nouvelle théorie de la formation de la couche F2, T. YONEZAWA (A).
33	III	Japon	Ondes magnétohydrodynamiques dans l'ionosphère, S. AKASOFU (A).
34	III	Japon	Calcul du trajet de propagation des atmosphériques sifflants, K. MAEDA, et I. KIMURA (A).
35	III	Japon	Difficultés rencontrées dans l'explication de la formation de l'ionosphère, Y. INOUE (A).
36	IV	Japon	Variations du champ dues aux décharges d'éclairs et mécanisme de la décharge, N. KITAGAWA (A).
37	IV	Japon	Mécanisme de l'éclair et radiation d'atmosphériques, H. ISIKAWA (A).
38	IV	Japon	La forme des atmosphériques en Extrême Orient, A. KIMPARA (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
39	IV	Japon	Quelques résultats de mesures simultanées du bruit atmosphérique en haute fréquence A. KIMPARA, H. SHINKAWA, T. FUJITA, Y. AONO, Y. TAKI, F. MINOZUMA (A).
40	IV	Japon	Mesure de la distribution statistique des amplitudes du bruit atmosphérique en haute fréquence, T. ISHIDA (A).
41	IV	Japon	Une investigation des atmosphériques sifflants du Japon, A. KIMPARA, A. IWAI, J. OUTSU (A).
42	V	Japon	Un radio-interféromètre multiphase pour la localisation des sources de sursauts radio-solaires, T. HATANAKA, S. SUZUKI (A).
43	V	Japon	Mécanisme d'émission des sursauts radio-solaires polarisés, T. TAKAKURA (A).
44	V	Japon	Position et dimension de la source du sursaut radio-solaire intense du 23 février 1956 sur 4000 Mc/s, H. TANAKA, T. KAKINUMA (A).
45	V	Japon	Mesures directes de la polarisation du rayonnement des taches radioélectriques individuelles sur 4000 Mc/s, H. TANAKA, T. KAKIMUNA (A).
46	VI	Japon	Sur la capacité d'un canal continu bruyant, S. MUROGA (A).
47	VI	Japon	Sur la capacité d'un canal discret, Partie II. — Expression mathématique de la capacité d'un canal bruyant pouvant s'exprimer par deux diagrammes d'états multiples correspondants, S. MUROGA (A).
48	VI	Japon	Théorèmes de double échantillonnage pour les signaux continus, N. HONDA (A).
49	VI	Japon	Transformation des distributions de probabilité et son application au système compandeur, H. MINE (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
50	VI	Japon	Le « Paramétron », un élément logique amplificateur utilisant des résonateurs à paramètres variables, H. TOKAKASHI, M. GOTO (A).
51	VI	Japon	Solutions générales de l'équation logique, algébrique à un grand nombre d'inconnues, M. GOTO (A).
52	VI	Japon	Théorie du convertisseur à impédance négative, H. HIRAYAMA (A).
53	VI	Japon	Sur la représentation des champs électromagnétiques dans les cavités, H. KUROKAWA (A).
54	II	Japon	Propagation d'ondes électromagnétiques sur des trajets mixtes, K. FURUTSU (A).
55	VI	Japon	Sur la transition d'un circuit à retour par le sol à un guide d'ondes de surface, H. KIRUCHI (A).
56	VI	Japon	Milieu retardateur pseudo-électromagnétique utilisant des bobines-cadres K. MORITA (A).
57	VI	Japon	Un filtre M pour guide d'onde, H. YAINAI, J. HAMASAKI (A).
58	VI	Japon	Un filtre passe-bande d'ondes de surface à paramètres distribués et couplés entre eux, H. MORIWAKI, T. KAWAMURA (A).
59	VI	Japon	Une jonction à large bande entre coaxial et guide d'onde, S. TANAKA (A).
60	VI	Japon	Distribution de courant sur une plaque rectangulaire et son aire effective, K. MORITA, T. SEKIGUCHI (A).
61	VI	Japon	Une nouvelle antenne à large bande, S. OKAMURA, M. SUMITA (A).
62	VI	Japon	Une antenne à bande large sur micro-ondes en polarisation circulaire, S. KAWAZU (A).
63	VI	Japon	Un radiateur plan ondulé, Y. MORIWAKI, T. KAWAMURA (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
64	V	Tchécoslovaquie	Sur la possibilité d'usage de petites antennes pour estimer la position des sources localisées d'ondes micrométriques sur le disque solaire, J. BUDEJICKY (A).
65	III	Tchécoslovaquie	Méthode de prédiction ionosphérique, E. CHVOJKOVA (A).
66	III	Tchécoslovaquie	Une possibilité nouvelle de propagation à longue distance sur ondes métriques, E. CHVOJKOVA (A).
67	III	Tchécoslovaquie	Réfraction des ondes radioélectriques en milieu ionisé, E. CHVOJKOVA (A).
68	VI	Tchécoslovaquie	Propriétés électromagnétiques plasmarotatifs, E. CHVOJKOVA (A).
69	III	Tchécoslovaquie	Couche ionosphérique pendant la photo-ionisation. Théorie de la bifurcation et recherches par fusées, E. CHVOJKOVA (A).
70	III	Tchécoslovaquie	Sur la relation entre la couche E nocturne à Lindau/Harz et l'activité géomagnétique, A. HAJKOVA, J. MRAZEK (A).
71	III	Tchécoslovaquie	Mesures de la fréquence d'évanouissement, P. TRISKA (A).
72	III	Tchécoslovaquie	La couche E sporadique à Lindau/Harz de 1948 à 1955, J. MRAZEK (A).
73	VI	Tchécoslovaquie	Générateur de deuxième harmonique à diodes semiconductrices, J. KARPINSKY (A).
74	VI	Tchécoslovaquie	Contribution à la théorie des lignes à pas exponentiels, B. G. KAZANSKY (A).
75	VI	Tchécoslovaquie	Notes sur les équations des lignes de transmission exprimées en termes d'impédance normalisée et du coefficient de réflexion, B. G. KAZANSKY (A).
76	VI	France	Sur la notion d'écrans infiniment minces et infiniment conducteurs, P. POINCELOT (*C. R. Académie des Sciences*, t. 243, n° 21, nov. 1956, 1616-1618) (F).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
77	III	Maroc	L'ionisation nocturne de la région E et l'activité géomagnétique, A. HAUBERT (F).
78	III	Maroc	A propos des grands mouvements verticaux de la région F observés à Casablanca, A. HAUBERT (F).
79	III	Maroc	Les gradients de température dans les régions E et F1, d'après les sondages ionosphériques effectués à Casablanca, A. HAUBERT (F).
80	VI	Suède	Une nouvelle méthode de mesure de la distribution de phase et d'amplitude des courants d'antenne, et son application au cas de l'antenne non réflective, E. CASSEL (A).
81	II	Tchécoslovaquie	Evanouissement quasi-rayleighien dans la propagation troposphérique Ing. P. BECKMANN (A).
82	VI	Tchécoslovaquie	La réflexion des ondes électromagnétiques sur les surfaces rugueuses, même auteur (A).
83	I	U.R.S.S.	Multiplicateurs de fréquence (ou de phase pour dispositif de mesure, N. G. ZHABOTINSKY, U. L. SVERDLOV, Y. I. SVERCHKOV (A).
84	II	U.R.S.S.	Trajet non homogène et caractéristiques générales de la propagation par ondes de sol, E. L. FEINBERG (A).
85	II	U.R.S.S.	Fluctuation d'une onde diffusée par des inhomogénéités dont les vitesses sont des fonctions aléatoires stationnaires du temps, G. GORÉLIK, M. RODAK, A. FRANTZESSON (F).
86	II	U.R.S.S.	Théorie de la propagation des ondes en atmosphère turbulente (Revue des travaux effectués en U.R.S.S.), V. A. KRASSILNIKOV (A).
87	II	U.R.S.S.	Sur la théorie de la diffusion des ondes électromagnétiques par les irrégularités aléatoires de l'indice de réfraction, V. A. KRASSILNIKOV et V. V. MERKULOV (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
88	III	U.R.S.S.	Sur la théorie de la propagation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère, V. L. GINZBURG (A).
89	III	U.R.S.S.	Diffusion des ondes radioélectriques dans l'ionosphère et propagation des ondes ultra-courtes à longue distance, J. L. ALPERT (A).
90	III	U.R.S.S.	Analyse de la forme des atmosphériques et vitesse des ondes électromagnétiques aux radio-fréquences, J. L. ALPERT, S. V. BORODINA (A).
91	III	U.R.S.S.	Investigation sur les couches ionosphériques irrégulièrement distribuées en hauteur par réception simultanée à différentes fréquences, V. D. GUSSEV, S. F. MIRKOTAN (A).
92	III	U.R.S.S.	Investigation sur les irrégularités ionosphériques par la mesure des variations de phase sur le trajet des impulsions réfléchies par l'ionosphère, V. D. GUSSEV, L. A. DRATCHEV (A).
93	V	U.R.S.S.	Sur la radioémission solaire, V. V. VITKEVITCH (A).
94	V	U.R.S.S.	Recherche sur la structure irrégulière de l'ionosphère par les méthodes radioastronomiques, V. V. VITKEVITCH, J. L. KOKURIN (A).
95	V	U.R.S.S.	Observations de la radiation polarisée des taches solaires sur la longueur d'onde de 3 cm, D. V. KOROLKOV, N. S. SOBOLEVA (A).
96	VI	U.R.S.S.	Théorie de la corrélation des fluctuations électriques et de la radiation thermique, S. M. RYTOV (A).
97	VI	U.R.S.S.	Fluctuation de phase des auto-oscillations. Théorie et méthodes de mesure, G. GORÉLIK, G. IOLKINE (F).
98	VI	U.R.S.S.	Circulation d'impulsions dans un système fortement non-linéaire à rétroaction retardée, Y. NEIMARK, Y. MAKLAKOV, L. IOLKINE (F).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
99	VI	U.R.S.S.	Conversion de fréquence par un klystron reflex, E. N. Bazarov, M. E. Zhabotinsky (A).
100	VI	U.R.S.S.	Vitesse de groupe des ondes atténuées, L. A. Wainstein (A).
101	VI	U.R.S.S.	Sur la théorie du Maser et les fluctuations de ses oscillations, V. S. Troitzky (A).
102	VI	U.R.S.S.	Ondes électromagnétiques de surface, M. A. Miller, V. I. Talanov (A).
103	VII	U.R.S.S.	Ondes électroniques dans les structures périodiques, L. A. Wainstein (A).
104	III	Suède	Résultats préliminaires d'une investigation sur les conditions de propagation aux très basses fréquences, R. Lindquist (A).
105	II	Pologne	Comparaison de la méthode de Millington et de la méthode de la distance numérique équivalente à la théorie, Z. Godzinski (A).
106	VI	Pologne	Remarques sur les méthodes statistiques en théorie de la communication, J. Seidler (A).
107	VI	Pologne	La systématisation de l'influence des facteurs non-linéaires sur la fréquence du générateur L. C., J. Groszkowski (A).
108	VI	Pologne	Réalisation uniforme d'opérateurs au moyen d'éléments linéaires, R. Kulikowski (A).
109	VI	Pologne	Méthodes d'estimation en théorie des filtres non linéaires et paramétriques, même auteur (A).
110	VI	Pologne	Propagation d'impulsions dans les guides d'onde, R. Gajewski (A).
111	II	E.U.A.	Comparaison de la réfraction mesurée et calculée des rayons dans la troposphère, L. J. Anderson, L. G. Trolese, J. B. Smyth (A).
112	II	E.U.A.	Effets de terrain à proximité sur les transmissions à grande distance sur micro-ondes, L. G. Trolese (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
113	VI	Royaume-Uni	Ondes guides, Prof. H. M. BARLOW (A).
114	II	—	Rapport sur les travaux de la Commission d'Etudes n° V, à la VIIIe Assemblée Plénière de Varsovie en 1956, R. L. SMITH-ROSE, Président (A).
115	IV	Inde	Etude des formes de variations du champ électrique au cours de décharges orageuses entre nuages, B. A. P. TANTRY, R. S. SRIVASTAVA, S. K. KHASTGIR (A).
116	III	Allemagne	Effets de marée lunaire sur la fréquence critique à midi et sur la fréquence critique minimum nocturne de la couche F2 à Slough et Lindau, G. LANGE-HESSE, E. SCHOTT (A).
117	II	Allemagne	Remarques sur des expériences de diffusion dans la bande des 100 Mc/s, J. GROSSKOPF (A).
118	VI	Italie	Analyse de réseaux en courant continu, contenant des redresseurs idéaux, G. BIORCI (A).
119	VI	Italie	Les bipôles à résistance négative interprétés comme des éléments à réaction à commande de tension ou de courant, L. PIGLIONE (A).
120	II	Italie	Résultats d'essais de propagation à 1000 Mc/s et 4000 Mc/s sur deux trajets optiques de longueur différente, F. CARASSA, B. PERONI (A).
121	VI	Royaume-Uni	Calcul opérationnel ; transformées de Fourier ou de Laplace? W. PROCTOR WILSON, C. G. MAYO, J. W. HEAD (A).
122	I	Royaume-Uni	Rapport sur les travaux effectués en Grande-Bretagne de 1954 à 1957, L. ESSEN (A).
123	II	Royaume-Uni	Rapport du Comité National Britannique sur la propagation des ondes dans la troposphère, R. L. SMITH-ROSE (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
124	III	Royaume-Uni	Rapport du Comité National Britannique à la Commission III, W. J. G. Beynon (A).
125	IV	Royaume-Uni	Rapport du Comité National à la Commission, F. Horner (A).
126	IV	Royaume-Uni	Bruit radioélectrique atmosphérique entre 10 et 30 kc/s, J. Harwood (A).
127	IV	Royaume-Uni	Relation entre le bruit radioélectrique atmosphérique et les éclairs, F. Horner (A).
128	V	Royaume-Uni	Rapport sur les travaux en radio-astronomie dans le Royaume-Uni depuis 1954, A. C. B. Lovell (A).
129	VI	Royaume-Uni	Rapport de l'activité du Comité National Britannique pour la Commission VI, W. Proctor Wilson, J. W. Head, G. D. Monteath, H. M. Barlow (A).
130	VI	Royaume-Uni	Recherches sur les ondes de surface à University College, Londres, L. Brown (A).
131	VI	Royaume-Uni	Application de la théorie de la diffraction aux problèmes des mesures d'antenne, J. Brown (A).
132	VI	Royaume-Uni	Article de revue sur les ondes guidées, H. M. Barlow (A).
133	VI	Royaume-Uni	Une réalisation approximative de la « Quadrature », G. G. Gouriet, G. F. Newell (A).
134	VI	Royaume-Uni	L'entropie négative des informations enregistrées, D. A. Bell (A).
135	VI	Royaume-Uni	Caractéristiques de propagation des guides d'ondes métalliques tubulaires à faibles pertes, H. M. Barlow (A).
136	VI	Royaume-Uni	Note sur la définition du retard de groupe, G. G. Gouriet (A).
137	VI	Royaume-Uni	Méthode pour déterminer le diagramme polaire horizontal des réseaux de dipôles établis autour de mâts de dimensions moyennes, P. Knight (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
138	VII	Royaume-Uni	Rapport du Comité National à la Commission VII, C. W. OATLEY (A).
139	I	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission I, Prof. KÖNIG (A) (F).
140	II	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission II, Dr GERBER (A) (F).
141	IV	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission IV, Prof. J. LUGEON (A) (F).
142	V	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission V, Prof. WALDMEIER (A) (F).
143	VI	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission VI, Prof. BALDINGER (A) (F).
144	VII	Suisse	Rapport du Comité National à la Commission VII, Dr SCHAETTI (A) (F).
145	III	Suisse	Rapport du Président de la Sous-Commission III*b* (F).
146	VII	E.U.A.	Phénomènes d'oscillations dans les décharges gazeuses, W. P. ALLIS (A).
147	VII	E.U.A.	La physique des cathodes, L. S. NEEGARD (A).
148	VII	E.U.A.	La physique des semiconducteurs en vue des applications radioélectriques, W. SHOCKLEY (A).
149	VII	E.U.A.	Source et nature du bruit dans les faisceaux électroniques, J. R. PIERCE (A).
150	VI	—	Revue de la Théorie des Circuits, Rapport de la Sous-Commission VI.2, Prof. B. D. H. TELLEGEN (A).
151	IV	Royaume-Uni	L'utilisation d'un magnétophone dans l'étude de la structure du bruit atmosphérique, C. CLARKE (A).
152	II	Royaume-Uni	Quelques études expérimentales sur la propagation VHF et UHF troposphérique à longue distance, J. A. SAXTON, G. W. LUSCOMBE (A).
153	II	Royaume-Uni	Quelques particularités de la propagation VHF et UHF par ondes de sol, J. A. SAXTON, B. N. HARDEN (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
154	VI	France	Projet d'une monographie de l'U.R.S.I. : Théorie de l'information d'un système complet de communication, J. Loeb (F).
155	II	—	Rapport sur la propagation des ondes radioélectriques en deçà de l'horizon (A).
156	I	Nouvelle-Zélande	Rapport du Comité National à la Commission I (A).
157	II	Nouvelle-Zélande	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
158	III	Nouvelle-Zélande	Rapport du Comité National à la Commission III (A).
159	IV	Nouvelle-Zélande	Rapport du Comité National à la Commission IV (A).
160	II	Italie	Rapport du Comité National à la Commission II (A) .
161	III	Italie	Rapport du Comité National à la Commission III (A).
162	V	Italie	Rapport du Comité National à la Commission V (A).
163	VI	Italie	Rapport du Comité National à la Commission VI (A).
164	VII	Italie	Rapport du Comité National à la Commission VII (A).
165	I	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission I (A).
166	II	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
167	III	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission III (A).
168	V	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission V (A).
169	III	Maroc	Rapport du Comité National à la Commission III (F).
170	IV	Maroc	Rapport du Comité National à la Commission IV (F).
171	II	Tchécoslovaquie	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
172	III	Tchécoslovaquie	Rapport du Comité National à la Commission III (A).
173	V	Tchécoslovaquie	Rapport du Comité National à la Commission V (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
174	II	Suède	Influence de l'humidité du sol, de la température et du terrain sur la propagation des ondes de sol dans la bande VHF, B. JOSEPHSON, Å. BLOMQUIST (A).
175	II	Suède	Quelques expériences de propagation des micro-ondes sur un trajet « juste sous l'horizon », B. JOSEPHSON, F. EKLUND (A).
176	II	Suède	Dépendance envers la distance, caractéristiques d'évanouissement et distorsion d'impulsion de signaux transhorizontaux sur 3000 Mc/s ; B. JOSEPHSON, G. CARLSON (A).
177	III-V	Suède	Sur l'origine des échos de radar associés à une activité aurorale, J. MEOS, S. OLVING (A).
178	V	Suède	Observations de la scintillation des radio-sources aux latitudes élevées, H. HVATUM, T. ORHAUG (A).
179	V	Suède	Observations de météroes, visuellement et au radar, B. A. LINDBLAD (A).
180	VII	Suède	Sur la longueur d'onde de charge d'espace de courants électroniques non homogènes et perpendiculaires, O. E. H. RYDBECK (A).
181	VII	Suède	Etude expérimentale des ondes de charge d'espace dans un intervalle fini de vitesse, O. STEINSTÖ (A).
182	VII	Suède	Ondes de charge d'espace dans un faisceau électronique à vitesse variable, S. OLVING (A).
183	VII	Suède	Représentation des constantes complexes de propagation dans les tubes d'ondes progressives au moyen d'un diagramme de Smith, S. OLVING (A).
184	I	Canada	Rapport du Comité National à la Commission I (A).
185	II	Canada	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
186	III	Canada	Rapport du Comité National à la Commission III (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
187	V	Canada	Rapport du Comité National à la Commission V (A).
188	VI	Canada	Rapport du Comité National à la Commission VI (A).
189	VII	Canada	Rapport du Comité National à la Commission VII (A).
190	I	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission I (A)
191	II	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
192	III	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission III, W. Dieminger (A).
193	IV	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission IV, A. Ehmert (A).
194	V	Allemagne	Rapport sur les travaux allemands en radio-astronomie 1954-1956 (A).
195	VI	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission VI (A).
196	VII	Allemagne	Rapport du Comité National à la Commission VII (A).
197	I	Japon	Rapport du Comité National à la Commission I, I. Koga (A).
198	II	Japon	Rapport du Comité National à la Commission II, H. Hatakeyama, K. Isono (A).
199	III	Japon	Rapport du Comité National à la Commission III, S. Namba (A).
200	IV	Japon	Rapport du Comité National à la Commission IV, A. Kimpara (A).
201	V	Japon	Rapport du Comité National à la Commission V, Y. Hagihara (A).
202	VI	Japon	Rapport du Comité National à la Commission VI, K. Morita (A).
203	VII	Japon	Rapport du Comité National à la Commission VII, M. Kotani, T. Okabe, T. Muto, G. M. Hatoyama, Y. Koike, Y. Asami (A).
204	I	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission I (A).
205	II	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission II (A).
206	III	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission III (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
207	VI	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission VI (A).
208	VII	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission VII (A).
209	I	France	Rapport du Comité National à la Commission I (F).
210	II	France	Rapport du Comité National à la Commission II (F).
211	IV	France	Rapport du Comité National à la Commission IV (F).
212	VI	France	Rapport du Comité National à la Commission VI (F).
213	I	Suède	Rapport du Comité National à la Commission I, H. BJORKLUND (A).
214	II	Suède	Rapport du Comité National à la Commission II, K. FEHRM (A).
215	III	Suède	Rapport du Comité National à la Commission III, S. GEJER (A).
216	IV	Suède	Rapport du Comité National à la Commission IV, H. NORINDER (A).
217	V	Suède	Rapport du Comité National à la Commission V, O.E.H. RYDBECK(A).
218	VI	Suède	Rapport du Comité National à la Commission VI, E. HALLÉN (A).
219	VII	Suède	Rapport du Comité National à la Commission VII, H. WALLMAN (A).
220	III	France	Rapport du Comité National à la Commission III (F).
221	VI	France	Transition convertissant les ondes TE_{01} rectangulaire en TE_{01} circulaire, M. P. MARIÉ (F).
222	I	Australie	Rapport du Comité National à la Commission I (A).
223	III	Australie	Rapport du Comité National à la Commission III (A).
224	IV	Australie	Rapport du Comité National à la Commission IV (A).
225	V	Australie	Rapport du Comité National à la Commission V (A).
226	VI	France	Lentille focalisant les ondes à polarisation circulaire suivant un mode donné, M. P. MARIÉ (F).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
227	VII	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission VII (A).
228	III	Japon	Rapport de la Commission IIIc du Comité National Japonais, I. KOGA (A).
229	IV	Suède	Forme des variations et séquence temporelle des décharges d'éclair multiples, H. NORINDER, B. VOLLMER (A).
230	IV	Suède	Pré-décharges en relation avec les décharges d'éclair subséquentes, H. NORINDER, E. KNUDSEN (A).
231	IV	Suède	Décharges d'électricité atmosphérique à partir de rafales de neige éloignées et de fronts d'occlusion, mêmes auteurs (A).
232	II	Pologne	Résultats de mesures de propagation par diffusion troposphérique en Pologne, S. MANIZARSKI, J. MOLSKI, L. KIERNOZYCKI (A).
233	VI	Pays-Bas	Rapport du Comité National à la Commission VI (A).
234	VI	Pays-Bas	Sur les codes à correction d'erreurs et pour les systèmes à répétition automatique, F. L. H. M. STUMPERS (A).
235	III-V-VI	Suède	Réflexion des ondes électromagnétiques et propagation d'ondes de charge d'espace dans les faisceaux électroniques, O. E. H. RYDBECK (A).
236	I	—	Recommandations du Comité International des Poids et Mesures à la Commission I de l'U.R.S.I. (F).
237	V	France	Rapport du Comité National à la Commission V (F).
238	VII	France	Rapport du Comité National à la Commission VII (F).
239	IV	E.U.A.	Caractéristiques du canal d'éclair et émission radioélectrique correspondante, M. M. NEWMAN (A).
240	IV	Pologne	Rapport du Comité National à la Commission IV (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
241	I	Royaume-Uni	Mesures de puissance au moyen de bolomètres à film dans les guides rectangulaires, J. A. LANE (A).
242	I	E.U.A.	Rapport de la Commission I des E.U.A. (A).
243	II	E.U.A.	Etudes météorologiques des distributions d'indice de réfraction, K. H. JEHN, V. E. MOYER, J. R. GERHARDT, N. K. WAGNER (A).
244	II	E.U.A.	Mesures de radiopropagation sur ondes millimétriques, H. G. BOOKER, W. E. GORDON (A).
245	II	E.U.A.	Le rôle de la diffusion stratosphérique dans les radiocommunications, H. G. BOOKER, W. E. GORDON (A).
246	II	E.U.A.	Sur la déviation totale des ondes radioélectriques, B. R. BEAN, B. A. CAHOON (A).
247	II	E.U.A.	Sur la prédiction des pertes aux transmissions VHF d'après l'indice de réfraction de surface, B. R. BEAN (A)
248	II	E.U.A.	Dépendance des pertes envers la distance angulaire aux radiotransmissions VHF-UHF, P. L. RICE (A).
249	II	E.U.A.	Propagation maritime par diffusion dans les conditions orageuses, W. S. AMENT, F. C. MACDONALD, D. L. RINGWALT (A).
250	II	E.U.A.	Propagation sur ondes métriques à grande distance et à grande altitude au-delà de l'horizon optique, L. A. AMES, E. J. MARTIN, T. F. ROGERS (A).
251	III	Italie	Expériences nouvelles sur les effets non-linéaires dans l'ionosphère, M. CUTOLO (A).
252	III	Italie	Remarques sur les théories de l'autodémodulation des ondes radioélectriques dans l'ionosphère, M. CUTOLO (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
253	III	Italie	Corrélation entre la couche E et la position de surface à 500 MB de la gyrointeraction, M. CUTOLO, A. NAPOLETANO (A).
254	IV	—	Rapport d'une Sous-Commission (A).
255	I	E.U.A.	Un indicateur de battement nul à correction d'évanouissement, R. J. BLUME (A).
256	I	E.U.A.	Emissions étalons à basse fréquence, W. D. GEORGE (A).
257	I	E.U.A.	Précisions de WWV et WWVH, W. C. STIEKLER (A).
258	I	E.U.A.	Rapport sur l'état de la technique microcalorimétrique, G. F. ENGEN (A).
259	V	E.U.A.	Techniques d'instrumentation en radioastronomie, P. D. STRUM (A).
260	V		Un radiomètre à permutation sur la bande X, H. I. EWEN (A).
261	VI	E.U.A.	Rapport du Comité National à la Sous-Commission VI.3 (A).
262	VI	—	Rapport de la Sous-Commission VI.3 (A).
263	III	E.U.A.	Mouvements de dérive dans l'ionisation aurorale, B. NICHOLS (A).
264	V	E.U.A.	L'évanouissement des échos radioélectriques sur les météores, A. MANNING (A).
265	V		Observations de radiosources et de planètes sur la bande-X, F. DRAKE (A).
266	V	E.U.A.	Echos météoriques obliques sur les traînées surdenses, A. MANNING (A)
267	IV	Suède	Résultats récents dans l'étude du mécanisme de la décharge d'éclair, H. NORINDER (A).
268	II	E.U.A.	Observations de la distorsion du faisceau d'antenne dans la propagation transhorizontale, Alan T. WATERMAN (A).
269	II	E.U.A.	Quelques relations générales concernant la propagation transhorizontale, même auteur (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
270	II	E.U.A.	Etudes radioélectriques de la turbulence atmosphérique sur les trajets en visibilité, I. W. HERBSTREIT, M. C. THOMSON Jr. (A).
271	VI	U.R.S.S.	Méthode de phototélégraphie électronique à haute efficience de transmission d'information, V. A. ILYIN (A).
272	VI	E.U.A.	Electrodynamique des corps matériels, L. J. CHU (A).
273	VI	U.R.S.S.	Sur la capacité de canaux à paramètres fluctuant au hasard, V. I. SIFOROV (A).
274	III	France	La théorie magnéto-ionique et la région E. Les triples fourches, D. LÉPÉCHINSKY (F).
275	III	France	Propagation d'une onde électromagnétique plane à travers une couche ionisée d'épaisseur finie en présence de chocs, P. POINCELOT, L. ROBIN (F).
276	VI	E.U.A.	Diffusion « en oreille » par les corps de révolution, K. M. SIEGEL (A).
277	VI	E.U.A.	Un système de communication anti-trajet multiple (Rocke), R. PRICE, P. E. GREEN Jr. (A).
278		E.U.A.	Notes sur la différence entre filtres de temps à une dimension (réseaux), filtres d'espace à deux dimensions (optique), et filtres d'espace temps à trois (ou plus de) dimensions (antennes), F. J. ZUCKER (A).
279	III	E.U.A.	Le troisième niveau de réflexion magnéto-ionique, J. W. WRIGHT (A).
280	III	E.U.A.	Divers types de réflexion à basse fréquence dans l'ionosphère, H. POVERLEIN.
281	III	France	La mesure des vents ionosphériques, P. LEJAY (F).
282	III	E.U.A.	Radiation solaire ionisante effective dans la basse ionosphère, H. FRIEDMAN, T. A. CHUBB, J. E. KUPPERIAN Jr. (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
283	III	E.U.A.	Analyse des orages ionosphériques à partir de « *f*-plots », A. H. SHAPLEY (A).
284	III	E.U.A.	La morphologie des orages ionosphériques, M. SUGIURA, R. NORTON (A).
285	III	E.U.A.	Identification du mode MUF et angles d'onde dans la propagation à longue distance sur haute fréquence, R. SILBERSTEIN (A).
286	III	E.U.A.	Propagation ionosphérique à très basse fréquence, J. R. WAIT (A).
287	III	E.U.A.	Observations d'évanouissements brusques d'ondes courtes à l'échelle mondiale, J. V. LINCOLN (A).
288	III	E.U.A.	Densités électroniques ionosphériques et absorption différentielle, J. C. SEDDON, J. E. JACKSON (A).
289	III	E.U.A.	Sondages ionosphériques à basse fréquence, J. M. WATTS (A).
290	III	E.U.A.	Effets ionosphériques du grand sursaut solaire du 23 février 1956, R. W. KNECHT (A).
291	III	E.U.A.	Excitation thermique et gravitationnelle des courants atmosphériques, M. C. WHITE (A).
292	IV	E.U.A.	Sifflements et phénomènes associés, R. A. HELLIWELL (A).
293	V	E.U.A.	Sur les propriétés directionnelles de la propagation par bouffée météorique, V. H. ESHLEMAN, R. F. MLODNOSKY (A).
294	V	E.U.A.	Etudes de météores de la 15e magnétude par radar, P. B. GALLAGHER, V. R. ESHLEMAN (A).
295	V	E.U.A.	Le rayon initial des traînées d'ionisation météorique, A. MANNING (A).
296	II	E.U.A.	Rapport de la Commission II des E.U.A. (A).
297	III	E.U.A.	Rapport de la Commission III des E.U.A. (A).
298	IV	E.U.A.	Rapport de la Commission IV des E.U.A. (A).

N°	Commission	Pays	Titres et Auteurs
299	V	E.U.A.	Rapport de la Commission V des E.U.A. (A).
300	VI	E.U.A.	Rapport de la Commission VI des E.U.A. (A).
301	VI	E.U.A.	Un théorème de multiplication pour les fonctions positives réelles, F. REZA (A).
302	II	E.U.A.	Résultats théoriques des recherches de propagation tropopshérique aux Etats-Unis en 1954-1957, H. STARAS, A. D. WHEELON (A).
303	III	E.U.A.	Une expérience sur l'origine des évanouissements d'ondes réfléchies sur l'ionosphère, T. N. GAUTHIER, R. S. LAWRENCE, W. F. UTILANDI, B. WIEDER (A).
304	VII	E.U.A.	Rapport de la Commission VII des E.U.A. (A).
305	III	France	Influence de l'absorption sur le coefficient de réflexion de l'ionosphère, P. POINCELOT (F).
306	III-V	—	Rapport du Président du Comité Permanent des Ursigrammes (F).
307	VI	Canada	Diffraction par une boucle circulaire, V. H. WESTON (A).
308	VI	Canada	Fonctions d'onde vectorielles en coordonnées toroïdales, V. H. WESTON (A).
309	III	France	Sur le coefficient de réflexion des couches ionosphériques, Geneviève PILLET (F).
310	V	—	Rapport de la Sous-Commission V*c* (A)
311	VI	E.U.A.	Diffraction par des corps de révolution dans la zone de Fraunhofer, U. M. SIEGEL (A).

Séance Plénière de Clôture
Le 5 septembre 1957

La séance est ouverte à 9 heures, sous la présidence du Révérend Père Lejay.

Celui-ci donne la parole à :

l'Ing. E. Herbays, Secrétaire Général, pour donner lecture des résolutions et recommandations présentées par le Comité Exécutif (voir p. 73).

Toutes ces propositions sont adoptées par acclamations.

Le Président invite le Dr L. V. Berkner, nouveau Président élu, à prendre place à ses côtés.

La parole est donnée successivement à tous les Présidents de Commission pour la lecture des rapports sur l'activité de chacune des Commissions au cours de l'Assemblée Générale, et pour présentation à l'Assemblée Générale des résolutions et recommandations proposées par les Commissions respectives.

Les rapports, publiés dans les fascicule 1 à 7 du Compte Rendu, sont acceptés et les résolutions et recommandations (voir p. 73) sont adoptées à l'unanimité.

Le Président invite ensuite les Présidents des Comités Spéciaux à présenter leurs rapports.

Prennent successivement la parole :

Sir Edward V. Appleton, Président du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.

Le Dr J. H. Dellinger, Président du Comité pour la Coopération U.R.S.I.-C.C.I.R. (voir p. 67).

Le Dr Metzler, Directeur du C.C.I.R., qui remercie pour l'accueil qu'il a reçu à cette Assemblée Générale, insiste sur l'importance de la collaboration entre le C.C.I.R. et l'U.R.S.I. pour les radiocommunications. Il se félicite des relations existantes entre les deux organismes et émet le vœu de voir traiter le plus rapidement possible les sujets présentés à l'U.R.S.I. par le C.C.I.R.

Le Dr J. H. Dellinger, Président du Comité des Publications (voir p. 69).

Le Prof. B. D. H. Tellegen, Président de la Commission des Finances (voir p. 102).

Le Président remercie les orateurs et les rapports sont acceptés à l'unanimité.

Discours de clôture du R. P. Lejay,
Président sortant

Mes chers Collègues,

Les rapports des Commissions que nous venons d'entendre ont fait ressortir la vitalité de l'U.R.S.I. Je ne ferai que traduire, je pense, l'opinion unanime en disant que notre XIIe Assemblée Générale marque un nouveau progrès et qu'elle a manifesté une activité encore inconnue. Nos anciennes Commissions ont trouvé une quantité de nouveaux sujets de recherches à examiner et à discuter et nos plus jeunes Commissions ont pris un départ enthousiaste vers de nouvelles conquêtes de la Science.

L'organisation de notre Assemblée a fait aussi incontestablement de grands progrès. Bien qu'il ne soit pas facile dans un temps aussi réduit de permettre à tous de prendre connaissance des nombreux problèmes qui intéressent chacun, de prendre tous les contacts utiles avec les collègues des autres nationalités, ni de laisser tout le temps qui serait nécesasire pour de fructueuses discussions, je crois que ce but, un des buts essentiels de cette Union, a été atteint autant qu'il est possible.

Avant de conclure cette Assemblée Générale je voudrais examiner les causes de son succès.

Tout d'abord, nous le devons au travail parfois considérable qui a été accompli avant l'Assemblée par les Présidents des Commissions, qui ont su diriger les discussions sur les sujets d'intérêt plus général, qui ont provoqué les interventions les plus intéressantes avec une grande compétence et une grande autorité : les nouvelles directives prises pour la conduite des séances et unanimement approuvées, se sont révélées très efficaces. Elles n'ont pu l'être que grâce à l'activité déployée par les Présidents depuis près

de deux ans ; nous devons leur exprimer notre gratitude d'avoir compris leur rôle avec une conscience admirable.

Au cours de l'Assemblée même, les Secrétaires des Commissions ont montré le même zèle. Beaucoup de rapports sont même déjà rédigés, ce qui représente une tâche très lourde. Le rôle des Secrétaires est très important puisqu'il doit assurer aux comptes rendus des séances tout le rendement que nous en attendons. Nous n'oublierons pas la peine qu'ils ont prise pour nous ménager le bénéfice intellectuel que nous en retirons.

Une autre cause du succès de cette Assemblée, et non la moindre, est, vous n'en doutez pas, le dévouement de notre Secrétaire Général. A ce sujet, je me permettrai de donner mon appréciation personnelle.

Voici 5 ans que je suis associé de près à son activité. Le Colonel Herbays est à l'origine de beaucoup d'initiatives qui ont transformé nos Assemblées. Il n'a pas ménagé sa peine et je suis heureux de lui rendre ici un témoignage d'amitié. Au cours des nombreux voyages qu'il a faits à Paris, où il est venu chaque fois qu'une question importante se présentait, qui ne pouvait être réglée par correspondance, j'ai pu apprécier son dévouement aux intérêts de l'U.R.S.I. ainsi que la qualité de ses initiatives et son sens international. Nous lui devons beaucoup ; c'est à lui essentiellement qu'il faut attribuer les progrès incessants de nos réunions, en dépit des difficultés croissantes qu'il lui a fallu surmonter du fait de l'élargissement de nos activités. Avant de quitter la présidence de l'Union, je suis heureux d'avoir cette occasion de lui dire, non sans émotion, le souvenir que je garderai de son amicale collaboration.

Je n'oublierai pas non plus de si tôt la collaboration que j'ai pu entretenir avec les membres du Bureau en diverses occasions au cours de ces années qui ont préparé Boulder, avec les Vice-Présidents, le Dr Berkner, le Dr Burrows, le Dr Smith-Rose et le Professeur Tellegen et divers autres hommes éminents parmi lesquels notre ancien Président Sir Edward Appleton, le Prof. van der Pol, tous ceux dont la sagesse a inspiré tant d'heureuses décisions. L'efficacité des mesures dues à leurs conseils est aujourd'hui démontrée.

Mais tout ce travail de préparation aurait été sans suite s'il ne s'était prolongé ici à Boulder. Ceci fut l'œuvre d'un admirable comité d'organisation, organisation locale que nous avons tant

appréciée, dont M. Norton et M. Shapley sont responsables, organisation extérieure confiée au Dr Gordon et au Dr Wells dont l'action a permis l'accueil de tant de personnalités étrangères. Nous ne devons pas oublier le staff du National Bureau of Standards qui s'est chargé de l'organisation matérielle de cette Assemblée ni, par dessus-tout, le Président Dellinger qui, aidé de son aimable secrétaire Mrs MacIntyre, a su tout coordonner et tout harmoniser, grâce à son incomparable savoir faire au milieu des difficultés de toutes sortes. Comment oublierons-nous les belles excursions et les magnifiques panoramas, les visites de tant de laboratoires, d'observatoires, si bien organisés et si remplis d'intérêt.

Mais je ne peux hélas ! m'attarder. Il est temps que je vous présente mon successeur. Le Comité Exécutif présente à vos suffrages comme Président de l'U.R.S.I. le Dr Berkner.

Il m'est impossible de présenter tous ses titres : il me faut faire un choix, parmi ses nombreuses occupations, de celles qui peuvent vous montrer ses particulières aptitudes à diriger notre Union. Le Dr Berkner est un technicien de la Radioélectricité. Il a passé de longues années au National Bureau of Standards et au département de Magnétisme Terrestre de la Carnegie Institution. C'est là, vous vous en souvenez, qu'il s'est particulièrement intéressé à l'étude de l'ionosphère, à la région F1, au comportement des couches ionisées au cours des tempêtes magnétiques. Vous connaissez tous ces travaux de la station de Huancayo.

Le Dr Berkner a servi dans la Marine, participant à la première expédition Byrd et dans l'aviation, apportant aux applications militaires sa science du radar et de l'électronique d'abord, puis les applications de la diffusion troposphérique.

Sur ces bases techniques, une brillante carrière fut instaurée : nommé amiral dans la réserve de la Marine américaine, le Dr Berkner prit part active à l'organisation du Research and Development Board, puis au Joint Military Assistance Coordinating Committee de la Défense Nationale.

Enfin, je dois en passer beaucoup, comme Président des Associated Universities, il apporte aujourd'hui une large contribution à l'éducation scientifique de la jeunesse américaine.

Tous ces titres, les nombreux honneurs qu'il a reçus, qu'il reste impossible d'énumérer nous montrent assez ses qualités de tech-

nicien, sa fructueuse imagination, l'étendue de ses connaissances et son habilité administrative.

Le Dr Berkner a déjà rendu à notre Union et aux autres organisations internationales de précieux services. Aussi le Conseil International des Unions Scientifiques lui a-t-il confié la présidence du plus haut organisme scientifique international. En l'appelant à la présidence de l'U.R.S.I., notre Union est assurée que le Dr Berkner mettra toutes ses qualités au service de la science internationale avec le grand esprit de coopération qui l'anime pour le plus grand bénéfice et pour le progrès de la science. Il contribuera largement à développer l'esprit d'amitié qui a toujours régné à l'U.R.S.I. et ne manquera pas de lui donner un nouvel essor. Je suis heureux de lui passer la charge que vous m'aviez confiée et, en vous remerciant encore une dernière fois très cordialement de l'assistance que vous m'avez apportée dans mon emploi, je prie le Dr Berkner de prendre dès maintenant le fauteuil présidentiel.

Discours prononcé par le nouveau Président de l'U.R.S.I.

à l'occasion de son élection, au cours de la Séance Plénière de Clôture de la XIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. Boulder, Colorado, le 5 septembre 1957

(*Traduction*)

Monsieur le Président, Messieurs les Membres de l'U.R.S.I.,

Personne ne peut assumer la direction d'une organisation réellement grande sans éprouver un sentiment d'humilité ; or, l'U.R.S.I. est grande. Elle est devenue grande pour de nombreuses raisons.

Premièrement, nous vivons une grande époque, une époque à laquelle l'U.R.S.I. et ses membres ont apporté une contribution substantielle et même primordiale. Pour la première fois dans l'histoire de la civilisation, l'homme a occupé le Septième Continent, inconnu jusqu'ici, l'Antarctique, et cela en nombre. Cette occupation a pu se faire grâce aux communications, domaine dans lequel l'U.R.S.I. a joué un rôle si important de créatrice et d'organisatrice. L'occupation de l'Antarctique est caractérisée par les

recherches dans les domaines de la propagation des ondes radio-électriques et de la physique de l'atmosphère extérieure, recherches dans lesquelles nos Commissions ont eu un rôle dominant. A l'heure actuelle, l'Arctique est occupé par un grand nombre de personnes, d'une manière presque continue, ce qui a été possible grâce aux systèmes de communications spécialement conçus par les membres de l'U.R.S.I. pour assurer des contacts certains dans cette région d'aurores et d'orages géomagnétiques. Nos membres se trouvent dans des stations éloignées et sur des banquises de glace pour effectuer des observations d'une portée vitale pour le progrès de notre science. En ce qui concerne l'exploration de l'atmosphère à l'aide de fusées, nous avons appris au cours de cette Assemblée les grands progrès accomplis dans le domaine de la connaissance humaine. Des plans tendant à explorer la terre entière au moyen de satellites munis d'instruments pour l'étude des phénomènes essentiels à la science approchent actuellement de leur réalisation. Nos membres jouent un rôle majeur dans ces lancements. Dans l'organisation de l'Année Géophysique Internationale, l'U.R.S.I. s'est placée à l'avant-garde de l'exploration de notre planète et de notre univers. Les connaissances que nous sommes actuellement en train d'acquérir assurent à l'U.R.S.I. une activité continue au premier plan de la science.

Deuxièmement, l'U.R.S.I. est grande parce que la matière qu'elle traite se situe au cœur même de la science. La radio-électricité et l'électronique fournissent le système nerveux nécessaire aux observations scientifiques dans chacun des domaines de la science actuelle. Les progrès sur le plan scientifique, relatés et discutés au cours de la présente Assemblée, illustrent la vitalité de nos intérêts. Les instruments qui sont notre œuvre, établissent des contacts étroits entre les hommes, quelle que soit leur séparation physique sur le globe. De nouvelles formes d'observations, telles que la dispersion à très haute fréquence, ont été développées par les scientifiques de l'U.R.S.I. et elles ont grandement étendu la puissance de l'homme dans le domaine des communications. L'étude des sifflements, qui a fait l'objet d'un rapport à la présente Assemblée, avec leur association aux chœurs crépusculaires, a étendu notre pouvoir d'observation à l'exosphère et a révélé les phénomènes extraordinaires constitués par l'amplificateur d'ondes progressives fourni par la nature, le soleil agissant comme cathode

et le champ magnétique de la terre fournissant les éléments de concentration. Le soleil, sa couronne, ses grandes éruptions, ses taches brillantes et sa physique nous rattache directement aux processus physiques qui produisent une large gamme de phénomènes terrestres. Dans les quelques dernières années, nous avons étendu notre intérêt à l'espace, grâce à la radio-astronomie, ainsi qu'aux galaxies et, actuellement, aux groupes galactiques extérieurs et extra-galactiques. Cette science nouvelle, qui s'est développée grâce aux encouragements directs de l'U.R.S.I., promet maintenant, à certains points de vue, de dépasser la puissance de l'astronomie visuelle, et, avec certitude, d'appuyer fortement celle-ci dans notre compréhension des processus astrophysiques et cosmologiques de notre univers. Nous nous souvenons ici de la prescience de Sir Edward Appleton qui, il y a quelques années, dans la conférence qu'il fit devant l'Association Britannique en tant que Président, sut prévoir le progrès qui devient actuellement une réalité dans le domaine de la radio-astronomie.

Le pouvoir de nos techniques ne cesse de s'étendre, et nous avons entendu parler au cours de cette réunion du « Maser », ce remarquable amplificateur de bruit de basse fréquence qui accroîtra incontestablement notre puissance de détection et d'observation des phénomènes dans la région des micro-ondes. L'U.R.S.I. a assumé la direction dans le domaine de l'étalonnage des appareils et de la nomenclature qui a conféré un caractère réel et universel aux instruments que nous avons inventés pour toutes les disciplines scientifiques. L'U.R.S.I. s'occupe des simples particules — les électrons et les protons, mais elle s'occupe aussi des manifestations les plus puissantes et les plus complexes.

Troisièmement, l'U.R.S.I. est grande étant donné la vigueur de son organisation. Cette vigueur découle de l'appui national fourni par les académies et conseils des pays membres. Elle découle des grands Comités Nationaux de ces pays, de ces Comités qui sont forts de leurs propres droits grâce à l'appui fourni par les scientifiques de leurs nations respectives. L'U.R.S.I. tient sa vigueur de ses Commissions, Sous-Commissions et Comités spéciaux, et plus particulièrement des présidents et chefs de ces groupes. Le travail persévérant de ces comités au cours des trois dernières années — Comité pour l'A.G.I., le Comité pour les travaux avec le C.C.I.R. et le Comité des Sondages Ionosphériques — illustre l'œuvre

effective de l'U.R.S.I. consistant à assurer une direction mondiale et des étalons mondiaux. L'U.R.S.I. est forte parce qu'elle possède le mécanisme nécessaire pour affronter les problèmes scientifiques.

Quatrièmement, l'U.R.S.I. est grande étant donné sa virilité et son pouvoir d'évoluer avec le développement de sa science. Au cours de cette Assemblée, des discussions ont porté sur de nouveaux plans pour organiser des colloques plus étendus. Nous avons appris à publier les résultats de ces réunions dans la forme la plus efficace. Il me suffit de rappeler ici le volume bien connu préparé sous la direction du Dr Beynon, « L'effet des éclipses solaires sur l'Ionosphère », qui a paru au cours des trois dernières années. Ce fait confère un caractère d'excellence à cette nouvelle activité. Etant donné la force de l'U.R.S.I., il a été possible de proposer à cette réunion un nouveau barème de cotisations qui continuera d'assurer l'appui financier nécessaire à l'œuvre constante et efficace de notre grande organisation.

Cinquièmement, l'U.R.S.I. est forte parce qu'elle a été le forum qui a rassemblé des hommes de haute capacité intellectuelle. Ici, des hommes de l'Est et des hommes de l'Ouest sont unis par les liens communs de l'intégrité scientifique. A la fin de ce mois, des hommes appartenant à de nombreuses nations se réuniront pour conférer sur l'utilisation scientifique et pacifique des fusées et des satellites. C'est de telles relations que découlent les idées qui ont stimulé nos chercheurs et nos laboratoires, partout dans le monde, à faire de nouvelles découvertes et à apporter de nouveaux développements pour le bien tant de la science que de l'homme, en général.

Enfin et surtout, l'U.R.S.I. est forte grâce à la vigueur et à la sagacité dont ses dirigeants ont témoigné au cours de toute l'histoire de son développement. Parmi les premiers présidents apparaissent les noms les plus éminents de la science radioélectrique. Nos présidents d'honneur sont des hommes de grand talent, de hautes capacités et de force intellectuelle qui se sont dévoués pour la réalisation de nos objectifs scientifiques. Il est à peine nécessaire que je nomme Sir Edward Appleton, Balthasar van der Pol et J. H. Dellinger. Notre président sortant a consacré sa plus grande énergie à l'U.R.S.I. Nous avons tous contracté vis-à-vis du Père Lejay une dette de gratitude pour sa direction et il nous sera difficile de nous en acquitter. Chacun de ces hommes a étudié l'U.R.S.I. en

tenant compte de la situation scientifique de son époque, afin de saisir et d'encourager ses possibilités scientifiques. Ce sont ces hommes qui ont conféré à l'U.R.S.I. sa force.

Ainsi, l'U.R.S.I. est grande pour de nombreuses raisons... pour sa capacité de saisir l'esprit de notre époque, pour la place qu'elle occupe au centre du système nerveux de la science, pour son organisation forte et efficace, pour le forum qu'elle fournit à ses membres et pour la qualité de sa direction.

Mais, de par sa définition même, le progrès ne peut s'arrêter. Déjà au cours de cette Assemblée, nous avons trouvé de nouveaux problèmes à résoudre et de nouvelles méthodes à utiliser. Nos membres ont eu des discussions animées sur le caractère des courants dans l'atmosphère et projettent de se réunir pour effectuer d'amples études susceptibles de résoudre ces problèmes physiques et mathématiques les plus difficiles. Peut-être créeront-ils, provisoirement, une université dans la réalité de son ancienne signification et l'U.R.S.I. se tient prête à fournir l'appui et le mécanisme organisationnel pour permettre ces études. Cela n'est qu'un simple exemple des besoins qui ne cessent d'évoluer et que notre organisation doit satisfaire.

L'avenir nous incite, et nous place devant des instruments toujours nouveaux, de nouvelles questions concernant les secrets de la science et de nouvelles idées susceptibles de simplifier notre interprétation et notre compréhension de ce que nous observons. L'U.R.S.I. peut fournir la possibilité de nous unir dans l'amitié, ce qui donnera leur plus haute portée à ces éléments de la science.

Rapport du Comité de l'U.R.S.I. pour les travaux du C.C.I.R.

Ce Comité a été désigné par l'Assemblée Générale de 1954 pour seconder le Secrétaire Général dans la conduite des matières du C.C.I.R. et pour coordonner l'activité consacrée aux sujets du C.C.I.R., au sein des Commissions de l'U.R.S.I. Il comprend le Dr J. H. Dellinger (Président), M. B. Decaux, le Dr R. L. Smith-Rose et le Dr B. van der Pol. Après l'Assemblée Générale de 1954, il a assuré les réponses des Commissions sur tous les sujets du C.C.I.R., soulevés par l'Assemblée Plénière de celui-ci, en 1953

(Londres) ; il a donné la forme appropriée à ces réponses et en a envoyé les textes anglais et français au Secrétaire Général, aux fins de transmission officielle au C.C.I.R.

Lorsque l'Assemblée Plénière de 1956 (Varsovie) du C.C.I.R. soumit à l'U.R.S.I. 28 sujets (Recommandations, Résolutions, Rapports, Questions, Programmes d'Etudes), le Comité convint avec le Secrétaire Général de les publier au Bulletin d'Information (nº 100, novembre-décembre, 1956, pp. 48-81), accompagnés d'une notice soulignant le désir de voir l'U.R.S.I. étudier ces sujets avec soin et dans un délai rapide.

Au cours du mois de mars 1957 et, à une nouvelle reprise, pendant la présente Assemblée Générale, le Comité a également attiré l'attention des Présidents des six Commissions intéressées sur l'importance de l'organisation du travail pour assurer les réponses de l'U.R.S.I. sur ces sujets. De manière générale, les Commissions ont trouvé ces sujets intéressants et ont reconnu, dans tous les cas, l'opportunité d'une mise en application, par ce moyen, des résultats découlant des études faites par l'U.R.S.I. Dans quelques cas, des réponses spécifiques sont déjà issues des études des Commissions ; dans d'autres, les travaux relatifs aux réponses ont été assignés à des groupes de travail, cependant que dans d'autres cas encore, les Commissions ont adopté des recommandations pour encourager le travail sur les sujets, ou bien les recherches y relatives, en vue d'aider le C.C.I.R. dans son activité future.

Excepté pour la dernière de ces catégories, le Président de chaque Commission est prié de remettre le texte de la réponse de sa Commission sur chacun des sujets au Président de ce Comité, au plus tôt possible et, de toute façon, avant le 1er février de l'année prochaine, pour la raison suivante. L'on prévoit que les Groupes d'études intéressés du C.C.I.R. tiendront leurs réunions dans le courant du mois d'août de l'année prochaine, pour accomplir l'essentiel des préparatifs en vue de la prochaine Assemblée Plénière du C.C.I.R. (qui doit avoir lieu en avril 1959). Les propositions destinées aux réunions des Groupes d'études doivent être présentées quatre mois d'avance, au plus tard le 1er avril 1958. La période allant du 1er février au 1er avril constitue la période minimum requise pour la correspondance concernant les réponses de l'U.R.S.I. au sein des Groupes d'études correspondants du C.C.I.R.

Rapport du Comité des Publications

1. — Compte rendu de l'Assemblée Générale

Le mode de publication du Compte-rendu de l'Assemblée Générale de 1954 est considéré comme satisfaisant.

La distribution des exemplaires aux Comités Nationaux s'est faite selon la recommandation contenue dans le Rapport de 1950 de ce Comité et est considérée comme satisfaisante. En vue de l'accélération de la distribution, il est recommandé de suivre un procédé analogue à celui proposé au point 2 pour le Bulletin d'Information.

Il est important que les Présidents des Commissions et le Secrétaire Général soumettent leurs rapports, etc., dans un bref délai, après la clôture de l'Assemblée Générale. Les Présidents des Commissions serviront de Correspondants pour leurs parties respectives du Compte rendu, le Secrétaire Général en étant le coordonnateur et l'Editeur Général.

2. — Bulletin d'Iinformation

Nous constatons avec satisfaction que l'U.R.S.I. est la seule des Unions Scientifiques dont le Bulletin est toujours subventionné par l'Unesco, car elle est la seule à accomplir un travail effectif pour informer ses membres des activités diverses de l'Union, de ses Comités Nationaux, et des matières présentant de l'intérêt. Pour assurer la continuation de cette subvention, il est important que les Correspondants, à raison d'un par pays, déploient leur activité en fournissant des matières dans les catégories indiquées au point 6 de notre Rapport de 1954.

Les informations relatives aux réunions techniques des Comités Nationaux doivent comprendre une liste des documents présentés à chacune de ces réunions.

Pour réduire les délais dans la distribution du Bulletin d'Information, le Secrétaire Général est disposé à envoyer les exemplaires directement aux destinataires individuels, au lieu de les adresser aux Secrétaires des Comités Nationaux aux fins de distribution. Tous les Comités Nationaux qui désirent bénéficier de ce plan doivent faire parvenir au Secrétaire Général une liste des destinataires individuels.

3. — Rapports Spéciaux

Il est à noter que le nouveau barème des catégories de membres et des unités contributives augmente le nombre maximum d'exemplaires « libres » du Bulletin d'Information et du Compte-rendu de l'Assemblée Générale auquel toute catégorie autre que les catégories 1 et 2 a droit.

Ce système est équitable, étant donné que le nombre maximum d'exemplaires « libres » demeure proportionné à la contribution monétaire.

Cinq Rapports Spéciaux seulement ont été publiés. Ils constituent un produit particulièrement remarquable de l'activité de l'U.R.S.I. et méritent que ce travail soit intensifié. Les futurs Rapports Spéciaux pourront être publiés et distribués, dans certains cas, par l'U.R.S.I. elle-même, comme par le passé. Dans d'autres cas, et plus spécialement quand le Rapport Spécial représente un livre (d'un ou de plusieurs auteurs), la publication commerciale sera plus appropriée, selon le procédé prévu pour la documentation des symposia (point 4).

Pour chaque Rapport Spécial, les Membres du Bureau désigneront un Editeur.

4. — Documentation sur les symposia

Etant donné que l'U.R.S.I. s'engage davantage dans la voie de l'organisation de symposia, une attention particulière doit être attribuée à la définition de la forme et du mode de publication de leurs résultats. Le Rapport sur le Symposium consacré aux éclipses, par le Dr Beynon, constitue un bon exemple. Le prochain Symposium sur la Radio-Astronomie offre l'occasion de développer davantage les plans de publication.

Il est important que pour chaque symposium un Comité d'Edition soit désigné pour assumer la responsabilité d'une publication adéquate. Ce Comité peut être désigné par le Comité d'Organisation.

Le Rapport ou autres documents émanant d'un symposium seront publiés sur la base commerciale. Un exemplaire seulement, par unité contributive, sera fourni gratuitement à chaque Comité National.

5. — Publications diverses

Celles-ci comprennent les documents tels que la liste des stations ionosphériques, la liste des stations de mesure des bruits atmosphériques radio-électriques, l'historique de l'U.R.S.I., et si possible, les matières relatives à l'A.G.I. La recommandation de 1954 selon laquelle le travail de publication concernant l'A.G.I. doit incomber pour l'essentiel aux organisations de l'A.G.I. se trouve réaffirmée. Est également réaffirmée la demande faite en 1954 tendant à ce que tous les intéressés fournissent une assistance active au Secrétaire Général dans le domaine de l'historique de l'U.R.S.I.

Les Membres du Bureau doivent désigner un Editeur pour chaque publication, exception faite de celles où le travail de préparation est moindre et ne constitue pas un fardeau pour le Secrétaire Général.

Comme dans le cas des rapports sur les symposia, un exemplaire seulement par unité contributive sera fourni gratuitement à chaque Comité National.

6. — Questions générales

Il devient de plus en plus difficile d'obtenir des fonds de l'Unesco pour les publications. L'Unesco attend des Unions qui reçoivent des subventions par l'intermédiaire de l'I.C.S.U. qu'elles fournissent des sommes égales au montant de ces subventions. Pour les années 1954, 1955 et 1956, la moyenne des subventions annuelles accordées par l'Unesco s'est élevée à 5608 $, et le montant fourni par la caisse et les ventes de l'U.R.S.I. à 2214 $.

Les besoins et les frais de publication s'accroîtront certainement. Si l'Unesco continue d'octroyer une subvention de 5608 $, il sera nécessaire que l'U.R.S.I. se procure annuellement pour les publications 3394 $ de plus que jusqu'ici. Ce problème doit être étudié par le Comité des Finances.

Le point 7 du Rapport de 1954 du Comité des Publications recommande l'octroi au Secrétaire Général de fonds et d'aide supplémentaire pour le travail de traduction. De même, ce problème doit être étudié par le Comité des Finances.

En conclusion, le Comité des Publications adresse au Secrétaire Général Herbays ses félicitations pour la haute qualité et l'ample volume de l'activité qu'il a déployée dans le domaine des publications.

Soumis par :

J. H. DELLINGER (*Président*),
W. J. G. BEYNON,
M. LAFFINEUR,
D. W. R. MCKINLEY.

Résolutions et Recommandations adoptées par l'Assemblée Générale

COMITÉ EXÉCUTIF

1. Nouveaux Comités Nationaux. — L'Assemblée Générale reconnaît les Comités Nationaux constitués en Autriche, en Grèce et en U. R. S. S.

2. Elections statutaires. — Sur proposition du Comité Exécutif, l'Assemblée Générale a élu :

2.1. *Bureau* :

Président : Dr L. V. Berkner,

Président sortant : Dr P. Lejay (de droit).

Vice-Présidents : Dr I. Koga,
Dr R. L. Smith-Rose (réélu),
Dr G. A. Woonton.

Trésorier : Prof. Ch. Manneback (réélu).

Secrétaire Général : Ing. E. Herbays (réélu).

2.2. *Présidents des Commissions* :

Commission I : M. B. Decaux (réélu),
Commission II : Dr R. L. Smith-Rose (réélu),
Commission III : Dr D. F. Martyn (réélu),
Commission IV : Prof. R. A. Helliwell,
Commission V : Prof. A. C. B. Lovell,
Commission VI : Dr S. Silver (réélu),
Commission VII : Dr W. G. Shepherd.

3. Délégués de l'U.R.S.I. auprès d'Organisations. — Les délégués suivants sont désignés pour représenter l'U.R.S.I. auprès d'organisations internationales :

3.1. *Conseil International des Unions Scientifiques* : Prof. Dr B. VAN DER POL.

3.2. *Commission Mixte de l'Ionosphère* : Sir Edward V. APPLETON, *Président*, Dr L. V. BERKNER, Père LEJAY, Dr D. F. MARTYN.

3.3. *Commission Mixte de Radio-Météorologie* : Dr W. E. GORDON, *Président*, Dr LHERMITE, Dr R. L. SMITH-ROSE.

3.4. *Commission Mixte pour l'Etude des Relations entre les Phénomènes Solaires et Terrestres* : Dr C. W. ALLEN, Dr A. E. COVINGTON, Dr J. F. DENISSE, Dr D. K. MENZEL.

3.5. *Comité de l'U.R.S.I. pour le C.C.I.R.* : M. B. DECAUX, Dr J. H. DELLINGER, Dr R. L. SMITH-ROSE, Prof. Dr Balth. VAN DER POL.

4. ORGANISATION DE COLLOQUES INTERNATIONAUX. — Des colloques internationaux de l'U.R.S.I. sur des sujets particuliers se rapportant à la radioélectricité scientifique, seront organisés, à peu près tous les ans, si cela est financièrement possible. Les sujets de ces colloques seront proposés par les Commissions de l'U.R.S.I. et choisis par le Bureau de l'Union. Des sujets en rapport avec le domaine d'autres Unions peuvent être recommandés par le Bureau, après consultation des Présidents des Commissions intéressées, pour des Colloques Mixtes avec ces Unions. Le Bureau est autorisé à approuver des dispositions financières pour ces colloques et il devra approuver l'organisation proposée pour chacun d'eux.

Le Comité Exécutif demande que des sujets bien délimités, intéressant un grand nombre de chercheurs, soient choisis. Les comptes rendus de ces colloques devront être publiés, et, si possible disponibles dans le commerce.

5. MODIFICATION AU BARÈME DES COTISATIONS. — L'Assemblée Générale adopte les règles suivantes pour le paiement des cotisations nationales.

a) Chaque Comité National est libre de choisir le taux de sa cotisation annuelle dans une des catégories suivantes :

Catégorie	Dollars U.S.A.	Nombre de voix
1	125	1
2	250	2
3	500	3
4	1000	4
5	2000	5
6	4000	6

b) Chaque Comité National a droit à un nombre de voix correspondant indiqué dans le tableau ci-dessus.

c) Un Comité National peut passer à une catégorie supérieure au début d'une année sociale de l'Union. Tout autre changement de catégorie ne peut se faire que lors d'une Assemblée Générale.

d) Le Secrétaire Général communiquera aux Comités Nationaux la catégorie dans laquelle il leur est suggéré d'entrer ; à cet effet, une liste établie par la Commission des Finances a été approuvée par le Comité Exécutif.

e) Le barème revisé des cotisations entrera en application le 1er novembre 1957.

6. Modification aux Statuts et aux Règlements. — L'Assemblée Générale adopte les modifications ci-après aux Statuts et Règlements.

6.1. *Statuts* :

Art. 10. — Les membres du Bureau comprennent :

a) Le Président, le Président sortant, les Vice-Présidents et le Trésorier,

b) le Secrétaire Général qui est l'agent exécutif de l'Union et remplit les fonctions de Secrétaire du Comité Exécutif.

Art. 11. — Les membres du Bureau sont élus sur proposition du Comité Exécutif. Ils entrent en fonction après l'Assemblée Générale qui a prononcé leur élection et ils y restent jusqu'à la fin de l'Assemblée Générale ordinaire suivante. Ils sont immédiatement rééligibles ; mais le Président ne doit pas normalement rester en fonction pendant deux termes consécutifs, et les Vice-Présidents ne doivent pas normalement rester en fonction pendant plus de deux termes consécutifs.

Art. 26. — Le nombre de délégués officiels pouvant représenter les Comités Nationaux aux Assemblées Générales ainsi que le nombre de voix qui leur sont attribuées pour les votes à ces Assemblées et au Comité Exécutif dépendant du nombre de parts unitaires de cotisation payées annuellement par eux, conformément au barème suivant.

Catégorie	Nombre de parts unitaires contributives	Nombre de délégués et de voix
1	1	1
2	2	2
3	4	3
4	8	4
5	16	5
6	32	6

Le montant de l'unité de cotisation est fixé par l'Assemblée Générale.

Art. 27. — La catégorie dans laquelle un Comité National désire entrer est laissée à son libre choix. Un Comité National peut passer à une catégorie supérieure au début d'une année sociale de l'Union. Tout autre changement de catégorie ne peut se faire que lors d'une Assemblée Générale.

6.2. *Règlement Intérieur* :

Art. 24. — Outre les personnes citées à l'article 30 des Statuts, les Présidents d'Honneur, les anciens Présidents et les délégués des Comités Nationaux peuvent assister aux Séances de l'Assemblée Générale.

Art. 25. — Avec l'accord d'un Comité National, le Président de l'Union peut inviter en qualité d'observateurs des personnalités scientifiques appartenant au pays de ce Comité ; le Président peut également inviter des représentants d'Organisations Internationales, et de sa propre initiative ou à la demande d'un Président de Commission, des personnalités scientifiques appartenant à des pays qui n'ont pas adhéré à l'Union. Le Comité National du pays invitant peut inviter des personnalités de son propre pays en qualité d'observateurs.

6.3. *Règlement des Commissions* :

Art. 11 :

a) Une Commission peut, avec l'approbation de l'Assemblée Générale, constituer des Sous-Commissions pour étudier des questions particulières appartenant à son domaine.

b) Le Président de chaque Sous-Commission est élu par l'Assemblée Générale sur proposition de la Commission intéressée. En principe, ce Président sera un délégué présent à l'Assemblée Générale.

c) Les membres de chaque Sous-Commission sont choisis par le Président de la Commission responsable, après consultation, par correspondance si nécessaire, de ses Membres Officiels.

b) Le mandat de chaque Sous-Commission expire à la fin de l'Assemblée Générale qui suit sa constitution. En cas de nécessité ce mandat est renouvelable.

e) A chaque Assemblée Générale, le Président de chacune des Sous-Commissions présente à sa Commission-mère un rapport sur les travaux de sa Sous-Commission.

COMMISSION I

MESURES ET ÉTALONS RADIOÉLECTRIQUES

Résolution n° 1

Il est décidé, par suite de l'importance des étalons atomiques pour les mesures de fréquence et de temps, de recommander que leurs études ultérieures soient activement poursuivies et que leurs fréquences soient comparées entre elles à l'aide de transmissions radioélectriques ou par le transport d'un même étalon dans un certain nombre de laboratoires nationaux.

Remarque. — Il faut noter que, dans l'accomplissement des comparaisons mutuelles proposées, les fréquences devront être exprimées soit en fonction d'une fréquence atomique comme celle de la raie du césium F, m (4,0) $\leftarrow\rightarrow$F, m (3,0) pour un champ nul, soit en fonction du temps T.U.2.

Dans ce dernier cas, les signaux horaires utilisés seront tels que l'intervalle entre ces signaux puisse être exprimé en fonction de la

résonance du césium. Si la fréquence varie avec des paramètres extérieurs à l'atome, les valeurs précises de ces paramètres seront indiquées.

Résolution n° 2

En vue d'établir les moyens les meilleurs pour assurer un service mondial efficace de fréquences étalons et de signaux horaires, il est recommandé de considérer avec attention l'Avis n° 179, les Questions n°s 140, 141, 142 et le Programme d'Etudes n° 101 de l'Assemblée Plénière du C.C.I.R., 1956. En particulier, on étudiera les points suivants :

1) Avantages de fréquences inférieures à 100 kc/s pour les émissions de fréquences étalon et de signaux horaires.

2) Méthodes pour identifier sans ambiguïté les impulsions de seconde des différentes stations d'émissions de fréquences étalon et de signaux horaires, y compris le cas de réception à grande distance.

L'étude devra comprendre le type de signal horaire à utiliser pour avoir l'efficacité optimum, et la possibilité de synchroniser les signaux horaires émis par les diverses stations.

3) Nombre et position des stations nécessaires pour assurer un service mondial efficace. (Toute augmentation du nombre des stations opérant dans certains domaines géographiques provoquera une diminution de l'efficacité du service).

4) Possibilité de réduire la durée de la modulation audible en faveur des impulsions.

Résolution n° 3

Il est expressément recommandé que les laboratoires nationaux comparent entre eux leurs étalons de mesure de puissance au voisinage des fréquences de 3000 et 10.000 Mc/s. La coordination des comparaisons sera assurée par le Dr R. L. Smith-Rose, Directeur, Radio Research Station, Ditton Park, Slough, Bucks, Angleterre.

Résolution n° 4

Afin d'éviter une confusion entre les termes « force du champ radioélectrique » et « intensité du champ radioélectrique », il est recommandé que les expressions :

1) « *Force du champ radioélectrique* » corresponde à l'amplitude du vecteur champ électrique ou magnétique (E ou H) à un endroit donné résultant du passage des ondes radioélectriques.

2) « *Intensité du champ radioélectrique* » corresponde à la densité du flux de puissance des ondes électromagnétiques traversant une surface normale à la direction de propagation.

Résolution nº 5

En vue de stimuler les efforts nationaux et internationaux pour normaliser les quantités utilisées aux radiofréquences, y compris les fréquences les plus élevées, telle que la puissance, l'impédance, la tension, le courant, l'affaiblissement, l'intensité de champ, le bruit, etc..., la XIIe Assemblée de l'U.R.S.I. signale aux membres de l'U.R.S.I., de la C.E.I., du C.C.I.R., de l'I.S.O. et des autres groupements internationaux intéressés par les étalons électriques, l'intérêt des opérations suivantes :

a) Etablir, aussitôt que possible, une liste des quantités radioélectriques à normaliser, y compris celles qui comportent une distribution dans le temps, dans l'espace ou la fréquence. Le tableau de ces quantités devra spécifier les gammes dynamiques, les gammes de fréquence, et les précisions pratiques désirables correspondantes pour les étalons primaires.

b) Les renseignements et les tableaux, constitués comme il vient d'être dit en *a*) seraient communiqués au Président de la Commission I de l'U.R.S.I. pour aménagement et adoption éventuelle à la XIIIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. Il est souhaitable que les tableaux soient mis à jour lors des futures Assemblées Générales.

Résolution nº 6

Par suite des progrès réalisés depuis la XIe Assemblée Générale dans la mesure de la vitesse des ondes électromagnétiques, il est recommandé de prendre, dans les questions de radiotechnique, comme valeur dans le vide :

$$299\,792{,}5 \pm 0{,}4 \text{ km/s}$$

COMMISSION II

RADIOÉLECTRICITÉ ET TROPOSPHÈRE

1° *La Commission II de la XII*e *Assemblée Générale considère* :

a) Que devrait être développée l'étude de la dépendance des signaux diffusés en fonction de la latitude, du climat et du relief par des observations faites dans des zones géographiques différentes.

b) Qu'en particulier le champ d'émetteurs de grande puissance devrait être mesuré à de grandes distances et à des fréquences, polarisations, hauteurs et gains d'antennes variés, ainsi que sur différents types de terrains. L'utilisation d'avions pour de telles mesures est recommandée.

c) Que ces études de propagation devraient inclure des recherches sur les distorsions d'impulsions, la stabilité de phase, le taux d'évanouissement et les propriétés de diversité du signal.

d) Que des mesures météorologiques simultanées seraient désirables en vue d'améliorer la compréhension des mécanismes de propagation.

e) Que devrait être développée la connaissance quantitative des méthodes reliant les études précédentes à des résultats radioélectriques de caractère pratique, spécialement pour aboutir à des approximations satisfaisantes.

2° En raison de l'importance des conditions existantes dans la basse atmosphère pour la propagation des ondes courtes, la Commission II considère que l'U.R.S.I. devrait prendre des mesures pour que les Services Météorologiques Nationaux soient avertis des besoins de la recherche radioélectrique en matière d'observations météorologiques ; et que de telles observations devraient être faites avec le souci d'apporter le plus d'information possible applicable dans le domaine radioélectrique. Elle considère notamment que les Services Météorologiques nationaux devraient être encouragés à :

a) Obtenir des mesures météorologiques plus détaillées en vue de l'étude de la structure fine de l'atmosphère, notamment par des mesures faites au moyen d'équipements montés sur avion. Une attention spéciale devrait être apportée aux variations fines de l'indice de réfraction dans les régions où cet indice varie dans

d'importantes proportions. L'utilisation des réfractomètres pour de telles mesures est particulièrement recommandée.

b) Réunir des données météorologiques, telles que celles mentionnées au paragraphe *a*), dont l'utilisation apporterait une aide dans la prévision, sur une base statistique, des caractéristiques de propagation dans de nombreuses régions géographiques.

3° La Commission considère que, dans la mesure du possible, des mesures météorologiques, d'un caractère suffisamment détaillé pour apporter des éclaircissements sur le mécanisme de propagation, devraient être menées de pair avec un programme de mesures de propagation. Il est suggéré de relier directement ou indirectement diverses variétés de phénomènes atmosphériques et diverses méthodes d'études, à la propagation troposphérique des ondes radio. Un tel programme de mesures simultanées météorologiques et radioélectriques serait à la fois plus économique et mutuellement bénéfique.

4° La Commission considère que les problèmes mathématiques de la propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu non homogène, où l'indice de réfraction est fonction de la hauteur au-dessus d'une terre sphérique, devraient être étudiés plus à fond, en vue de déterminer le champ transmis autour de la terre. Ces recherches mathématiques devraient en particulier apporter une meilleure connaissance des valeurs propres des différents modes et une meilleure détermination des fonctions de gain de hauteur. D'autre part toute autre méthode, permettant la détermination des champs avec exactitude ou avec une estimation de l'erreur, devrait être approfondie.

5° La Commission II, prenant note des questions n°s 101, 137 et 138 et des programmes d'études n°s 55, 57, 79, 90 et 91 du C.C.I.R., signale que plus des 2/3 de ses séances au cours de la XIIe Assemblée Générale ont été consacrées à une discussion approfondie de travaux liés directement à ces sujets et provenant de nombreuses organisations différentes. Il est clair que des résultants utilisables ont été obtenus, qui seront communiqués au C.C.I.R. par les différentes Administrations avant la prochaine Assemblée Plénière.

6° La Commission II s'associe unanimement aux propositions suivantes de la Commission Mixte de Radiométéorologie, telles

qu'elles ont été formulées à la réunion du 16 août 1957, à savoir que les réunions tenues en 1957 par la Commission Mixte ont montré l'intérêt de telles rencontres entre spécialistes radioélectriciens, météorologistes et physiciens, qui leur sont une occasion unique de décrire leurs expériences et d'échanger leurs connaissances sur les phénomènes de la basse atmosphère, pour lesquels ils ont un intérêt scientifique commun. Elle adopte à l'unanimité les résolutions suivantes :

a) Que la Commission Mixte devrait pouvoir continuer à être un lieu de rencontre, avec un équilibre raisonnable entre radioélectriciens, météorologistes et si nécessaire, d'autres physiciens, où les radiométéorologistes puissent échanger leurs connaissances et leur expérience.

b) Que son programme, pour un avenir immédiat, devrait être :

1) L'étude des mouvements de l'air et de la structure de l'indice de réfraction dans les plans vertical et horizontal, y compris la formation des nuages et des précipitations, et l'application de ces résultats à la propagation des ondes radioélectriques et à la météorologie.

2) L'étude du champ électrique dans l'atmosphère, spécialement en liaison avec les orages.

c) Que les Unions participantes devraient être invitées à reviser leur représentation à la Commission et à nommer éventuellement de nouveaux représentants.

d) Que la prochaine réunion de la Commission devrait avoir lieu en 1960.

e) Que les communications présentées à la prochaine réunion devraient être soumises à l'approbation du Président de la Commission, trois mois à l'avance.

f) Que la Commission fasse part de ses meilleurs remerciements au Président de l'Université de New-York et à son équipe, et en particulier au Professeur Morris Kline, pour leur aide et leur hospitalité à l'occasion de la réunion de la Commission.

7° Durant l'A.G.I. les besoins des radio-scientifiques étudiant la propagation troposphérique des ondes devraient continuer à s'accorder avec le programme suivant :

a) Que les données de radiosondages, jusqu'à des hauteurs aussi élevées que possible, devraient être publiées avec le maximum de détails et de précision permis par les instruments. Durant les Périodes Météorologiques Mondiales le nombre de ces sondages devrait être d'au moins 4 par jour.

b) Que des observations supplémentaires devraient être faites, lorsqu'il est possible, des données météorologiques à faible altitude, en utilisant des ballons captifs ou des mâts.

c) Que des sondages par réfractomètres montés sur avion devraient être faits, lorsqu'il est possible, dans des masses d'air de caractère varié, pour permettre de connaître les caractéristiques de ces masses d'air, en rapport avec la distribution verticale de l'indice de réfraction et avec l'échelle et l'intensité de ses fluctuations.

d) Que l'attention des météorologistes devrait être attirée sur l'intérêt du réfractomètre, comme instrument de mesure rapide, pour la détermination du contenu en vapeur d'eau de l'atmosphère, lorsqu'il est utilisé en même temps qu'un élément de mesure de température. Les sondages par réfractomètre, mentionnés au paragraphe *c*) ci-dessus, ont une utilisation immédiate par les météorologistes à ce point de vue.

COMMISSION III

RADIOÉLECTRICITÉ IONOSPHÉRIQUE

Les neuf Résolutions suivantes formulées par la Commission Mixte de l'Ionosphère à sa Réunion de New-York (août 1957) ont été adoptées par l'U.R.S.I. à sa XIIme Assemblée Générale, à Boulder.

1. *Systèmes de courants ionosphériques* :

(i) La Commission Mixte de l'Ionosphère espère que de nouvelles déterminations des systèmes de courant électriques S*q* et SD seront effectuées à partir des magnétogrammes obtenus pendant l'A.G.I.

(ii) La Commission Mixte de l'Ionosphère invite l'Association Internationale de Géomagnétisme et d'Aérologie (I.A.G.A.) à étudier la possibilité de déterminer la latitude des foyers des systèmes de courants S*q* suivant une ou plusieurs longitudes, pendant le plus grand nombre de jours possible durant l'A.G.I.

2. *Paramètres de la Région E.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère insiste sur ses résolutions antérieures concernant la nécessité d'avoir des relevés et des marquages horaires précis pour les paramètres de la région E.

Elle recommande que les enregistrements des traces de la région E sur les ionogrammes soient effectués avec des échelles de fréquences dilatées.

Elle recommande de plus qu'on accorde une attention spéciale à la mesure de h'E dans les stations situées près de l'équateur magnétique.

3. *Phénomènes de marées ionosphériques.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère attire l'attention sur la nécessité d'étudier pendant l'A.G.I. les oscillations lunaires dans les couches E et E sporadique à l'aide des paramètres h'E, fE et h'Es.

4. *Echelles de fréquence et de hauteur des ionogrammes.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que pendant l'A.G.I. le Sous-Comité des Sondages Mondiaux de l'U.R.S.I. soit chargé de vérifier les échelles relatives et absolues des hauteurs et des fréquences.

5. *Mesures des mouvements ionosphériques horizontaux.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande la plus étroite coopération entre les stations qui étudient les mouvements horizontaux afin d'élucider le comportement mondial de tels mouvements.

6. *Profils de la densité électronique en fonction de la hauteur* (N, h). — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que les organismes qui entreprennent le calcul des profils N, h échangent les ionogrammes étudiés et les profils calculés correspondants, de façon à assurer la concordance des résultats obtenus par différentes méthodes.

7. *Etudes au moyen de fusées aux latitudes aurorales.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande qu'un programme plus complet de recherches à l'aide de petites fusées soit exécuté aux latitudes aurorales pour étudier les rayonnements corpusculaires et autres à des altitudes inférieures à 90 km.

8. *Irrégularités ionosphériques.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande que les groupes qui observent les

irrégularités ionosphériques qui se déplacent rapidement soient encouragés à poursuivre ce travail et à échanger leurs résultats. Il est aussi fortement conseillé que les études de tous les mouvements ionosphériques soient organisées sur des bases locales ou régionales.

9. *Nomenclature.* — La Commission Mixte de l'Ionosphère recommande :

(i) que l'ionisation totale par colonne unité contenue dans la partie d'une région ionisée située au-dessous de son maximum d'ionisation soit désignée par « contenu électronique au-dessous du maximum » de la région.

(ii) que l'actuelle terminologie concernant les « sifflements » (« nose-whistlers » etc.), soit considérée comme provisoire et que l'étude d'une terminologie plus appropriée soit immédiatement entreprise.

(iii) que la lettre A soit utilisée pour désigner l'ionisation aurorale résultant directement ou indirectement de l'arrivée dans l'atmosphère terrestre des particules solaires, et que les subdivisions de cette ionisation soient indiquées de la façon suivante :

A*a* ionisation aurorale due aux particules atomiques primaires.

A*e* ionisation aurorale due aux électrons.

A*x* ionisation aurorale due aux rayons X.

A*u* ionisation aurorale due au rayonnement ultra-violet.

A*r* ionisation aurorale due au photodétachement par le rayonnement rouge.

L'Assemblée Générale a également adopté les Résolutions suivantes :

10. *Proposition pour un Groupe d'Etudes Mixte.* — Reconnaissant les relations mutuelles qui existent dans l'ionosphère entre l'électromagnétisme, l'hydromagnétisme et la mécanique des fluides, la Commission III recommande qu'un encouragement soit donné à une étude en commun par des chercheurs en mécanique des fluides et en géophysique, dans le but, d'une part, d'encourager les spécialistes en mécanique des fluides à résoudre des problèmes non résolus en géophysique, et, d'autre part, d'appliquer à la géophysique les connaissances déjà acquises en mécanique des fluides.

11. *Expériences avec satellites et fusées.* — La Commission III de l'U.R.S.I. recommande aux pays qui en font partie d'entreprendre, à l'aide des satellites et des fusées, l'étude de l'atmosphère et des régions de l'espace avoisinantes, et souligne l'intérêt d'une collaboration entre les nations qui participent à de telles recherches.

12. *Analyse des Données de l'A.G.I.* — Pour que le Programme de l'A.G.I. soit pleinement réalisé, il est nécessaire de prendre des dispositions pour que des études approfondies des données soit effectuées par des spécialistes qualifiées. L'U.R.S.I. insiste fortement pour que les organismes gouvernementaux qui ont financé la mise en œuvre du programme de l'A.G.I., allouent maintenant les fonds nécessaires aux scientifiques qui désireront analyser les résultats obtenus.

13. *Symposia.* — La Commission III de l'U.R.S.I. accueille avec satisfaction et fait sienne la proposition du Comité Exécutif d'organiser des Symposia sur des sujets spéciaux de la science radioélectrique à des intervalles approximatifs d'une année. Compte tenu, cependant, du fait que la plupart des scientifiques et des organisations qui s'occupent de l'ionosphère assument une lourde charge de par leurs activités dans l'A.G.I. jusqu'à la fin de 1958, et par conséquent n'ont pas le temps de préparer avec succès de tels symposia, il est proposé qu'aucun symposium sur des sujets concernant la Commission III ne soit tenu avant le milieu de 1959.

14. *Etudes théoriques des profils de la densité électronique en fonction de la hauteur.* — Tout en reconnaissant les progrès énormes qui ont été faits dans le calcul des profils de la densité électronique en fonction de la hauteur, l'U.R.S.I. recommande cependant que le problème théorique, dans son sens le plus large (compte tenu de l'anisotropie et des chocs des électrons) de la détermination de la répartition électronique en fonction de la hauteur, soit étudié plus à fond.

Fait partie de ce problème la question de préciser quelles données mesurables au sol sont nécessaires pour une détermination théorique à solution unique de la distribution.

Une telle étude générale serait également précieuse en vue d'une étude plus approfondie de la troposphère.

15. *Sous-Commissions.* — La Commission III recommande :

(i) de supprimer la Sous-Commission III*a* sur les Observations Ionosphériques et la Réduction des Données, la Sous-Commission III*b* sur l'Interaction des Ondes, et la Sous-Commission III*d* sur la Nomenclature Magnéto-ionique.

(ii) d'inviter la Sous-Commission III*c* sur l'Etude du Temps de Propagation des Signaux Radioélectriques à poursuivre ses travaux sous la présidence du Prof. M. Boella et avec les mêmes membres.

(iii) de constituer une nouvelle Sous-Commission III*e* sur les Indices Ionosphériques de l'Activité Solaire sous la présidence du Dr W. J. G. Beynon et avec comme membres le Dr D. H. Menzel, M. A. H. Shapley, le Professeur C. W. Allen et M. C. M. Minnis.

16. *Rapport spécial.* — La Commission III recommande la rédaction d'un Rapport Spécial sur les « Observations Radioélectriques des Aurores » par un Comité composé comme suit : Dr J. H. Chapman (*Président*), Professeur A. C. B. Lovell, Dr A. M. Peterson, M. Owren, Professeur H. G. Booker, Dr Ellyett et Dr L. Harang.

COMMISSION IV

PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES D'ORIGINE TERRESTRE

Recommandation nº 1

Mesure du bruit atmosphérique

La Commission IV de l'U.R.S.I. recommande que les commentaires suivants soient communiqués au C.C.I.R. au sujet de la mesure du bruit atmosphérique :

« L'U.R.S.I. a examiné la question, posée par le C.C.I.R., de savoir quelles sont les caractéristiques le plus facilement mesurables du bruit d'origine terrestre à partir desquelles il est possible d'évaluer le brouillage des divers systèmes de communications » et a également considéré le Programme d'Etudes nº 96 du C.C.I.R. relatif à la mesure du bruit atmosphérique.

Les commentaires suivants sont proposés au C.C.I.R. sur ces sujets.

Un progrès considérable a été réalisé au cours des dernières années en matière de mesure et de description des caractéristiques d'amplitude du bruit atmosphérique. Bien que des caractéristiques temporelles soient également nécessaires pour une description complète du bruit, des relations utiles ont été trouvées entre les seules caractéristiques d'amplitude et le brouillage causé par le bruit dans divers types de communications radioélectriques.

Un accord a pu être réalisé quant aux caractéristiques d'amplitude qui devraient être mesurées, et les membres de l'U.R.S.I. ont été invités à étudier ces caractéristiques en un plus grand nombre, conformément aux recommandations contenues dans l'Annexe.

RECOMMANDATION N° 2

Rapport Spécial de l'U.R.S.I. sur le bruit atmosphérique

La Commission IV recommande qu'un groupe de travail soit constitué par le Président de la Commission pour préparer un Rapport Spécial de l'U.R.S.I. sur la mesure des caractéristiques du bruit atmosphérique et leurs relations avec le brouillage radioélectrique. Ce Rapport devrait être basé sur les diverses contributions recueillies en vue des réponses à fournir aux questions du C.C.I.R.

RECOMMANDATION N° 3

Symposium sur les phénomènes naturels à très basses fréquences

Considérant le grand intérêt manifesté par les membres des Commissions III, IV, et V de l'U.R.S.I. à l'étude des sifflements et autres types de bruit atmosphérique de très basse fréquence, la Commission IV recommande que l'U.R.S.I. envisage la possibilité d'organiser un symposium sur ce sujet avant la XIIIe Assemblée Générale.

RECOMMANDATION N° 4

Communication des mesures de bruit atmosphérique effectuées dans les Observatoires Astronomiques

La Commission IV recommande qu'un vœu soit adressé à l'Union Astronomique Internationale, exprimant la conviction que des mesures du bruit atmosphérique sont effectuées dans de nombreux observatoires astronomiques pendant une grande

partie de chaque jour, et demandant que les résultats de ces mesures soient mis à la disposition des personnes s'occupant de recherches radioélectriques. Ce Vœu devrait suggérer, en outre, une consultation entre l'U.A.I. et l'U.R.S.I. pour s'assurer que les mesures seront effectuées d'une manière aussi utile et uniforme que possible dans l'intérêt commun des applications tant radioélectriques qu'astronomiques.

Recommandation n° 5

Etudes simultanées des formes d'atmosphériques

Au cas où des chercheurs désireraient coopérer pour enregistrer simultanément les formes d'atmosphériques, en étudier les variations en différents lieux et publier le travail d'équipe réalisé, la Commission IV recommande que l'U.R.S.I. leur facilite le travail en fournissant les moyens d'échanger les observations et de se réunir.

Recommandation n° 6

Groupe de travail sur la terminologie des phénomènes à très basses fréquences

La Commission IV recommande qu'un groupe de travail soit constitué par le Président de la Commission pour réviser, d'une manière continue, la terminologie employée dans la description des sifflements et des phénomènes connexes, et soumettre d'autres recommandations à ce sujet à la XIIIe Assemblée Générale.

Recommandation n° 7

Terminologie provisoire des phénomènes à très basses fréquences

La Commission IV recommande l'adoption, à titre d'essai, de la terminologie dans les travaux sur les sifflements et les phénomènes connexes en attendant les conclusions du groupe de travail constitué conformément à la Recommandation n° 6 :

Atmosphériques : Perturbations électriques naturelles se produisant dans l'atmosphère terrestre.

Les atmosphériques peuvent comprendre les trois types suivants :

A. « Sferics » : Atmosphériques prenant naissance et se propageant dans l'espace situé entre le sol et l'ionosphère.

B. Sifflements : Atmosphériques produits par l'éclair et se propageant, à travers l'ionosphère, le long de trajectoires situées dans un milieu dispersif.

C. Emissions a très basses fréquences : Atmosphériques non produits par l'éclair. Ces émissions ont généralement lieu en même temps que les perturbations magnétiques et ont, jusqu'ici, été souvent désignées sous le nom de « chœur de l'aube ».

On peut les subdiviser en trois groupes :

1. *Souffle à très basses fréquences* : Emission à très basse fréquence relativement continue dont l'amplitude varie avec la fréquence ; ces deux paramètres peuvent se modifier lentement dans le temps, la période étant de plusieurs secondes ou davantage.

2. *Phénomènes transitoires* : Emissions à très basses fréquences très caractérisées, dont la durée peut varier de quelques dixièmes de seconde à plusieurs secondes.

On observe souvent une relation bien définie entre la variation de la fréquence instantanée et le temps.

3. « *Le Chœur* » : Séries de phénomènes transitoires à très basses fréquences se répétant à des intervalles de temps plus petits qu'une seconde et pouvant se chevaucher.

Annexe à la Recommandation n° 1

Elaborée par : W. Q. Crichlow, *Président*,
C. Foldes, F. J. Hewitt, F. Horner, H. Shinkawa
et A. W. Sullivan

I. — Mesures

Il serait hautement désirable d'obtenir des informations statistiques détaillées sur la distribution de probabilité de la valeur instantanée de l'enveloppe, les fonctions de distribution dans le temps et les directions d'arrivée du bruit en de nombreux points du globe. Toutefois, en raison de la complexité des appareils et de l'importance du personnel qui serait nécessaire pour l'obtention de mesures continues et détaillées en un grand nombre de stations, il est recommandé que ces études complètes des caractéristiques détaillées du bruit soient faites en un petit nombre de stations,

tandis qu'un ou plusieurs paramètres plus simples seraient mesurés d'une façon continue dans d'autres stations plus nombreuses.

La distribution de probabilité des amplitudes a été mesurée à un certain nombre d'emplacements, et trois manières ont été proposées pour la représentation mathématique de la distribution.

La représentation la plus simple est la distribution log-normale qui peut se caractériser par deux paramètres, la médiane et la dispersion, exprimées en unités logarithmiques. Des expressions mathématiques relativement simples permettent également de caractériser cette distribution par la puissance moyenne et la valeur moyenne de la tension d'enveloppe.

Une autre représentation est de la forme :

$$Q\,(v) = \left[1 + \left(\frac{2v}{\bar{v}}\right)^q\right] - 1$$

où $Q(v)$ est la fraction du temps pendant laquelle l'enveloppe dépasse une valeur v, $\bar{v}$ est la valeur moyenne de v et q est une constante déterminée expérimentalement. Cette expression peut être évaluée en fonction de trois paramètres mesurés.

Une troisième représentation est donnée par les expressions ci-après :

$$Q(v) = e^{-y^2}$$

$$v = a_1 y + a_2 y^{\frac{b+1}{2}} + a_3 y^b$$

$$b = 0.6 \left[20 \log_{10} \frac{v\ \text{eff}}{v}\right]$$

Les constantes intervenant dans ces expressions peuvent être évaluées en fonction de trois paramètres mesurés tels que la puissance moyenne, la valeur moyenne de la tension d'enveloppe et la valeur moyenne du logarithme de la tension d'enveloppe. Cette représentation est plus complexe et nécessite la mesure d'un moment de plus que la distribution log-normale, mais elle offre l'avantage de pouvoir représenter la distribution complète des amplitudes sur une gamme beaucoup plus étendue de probabilités.

Etant donné que chacune de ces trois représentations peut être caractérisée par des moments mesurés de la distribution, on recommande la mesure, en un nombre d'emplacements aussi grand que possible, de la puissance moyenne, de la moyenne de la tension

d'enveloppe et de la moyenne du logarithme de la tension d'enveloppe. Dans le cas où le nombre de paramètres mesurés devrait être réduit, une priorité devrait être adoptée selon l'ordre indiqué. Le nombre de paramètres réellement nécessaires pour décrire la distribution sera déterminé par la variabilité des formes que l'on observera en fonction du lieu, du temps et de la fréquence. Au cas où un nombre suffisant de tendances systématiques de la distribution pourrait être constaté, il serait possible de réduire le nombre requis de paramètres pour décrire les variations du bruit.

Il est recommandé que les études soient poursuivies sur les relations entre divers paramètres, telles que le rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne en diverses circonstances, en fonction du temps, de la fréquence et du lieu. On devra également étudier l'influence de la bande passante sur les divers paramètres de la distribution statistique.

Il est certain qu'une description complète du bruit nécessitera la mesure de certaines caractéristiques temporelles telles que les durées des impulsions ou rafales de bruit, mais on ne voit pas, pour le moment, quelles recommandations pourraient être faites à ce sujet.

On préférera la mesure directe des moments aux mesures du type Thomas, mais il est recommandé que les stations effectuant de telles mesures soient maintenues en fonctionnement jusqu'à remplacement de ces mesures par celles recommandées.

Bien que les mesures directionnelles soient désirables en un certain nombre d'emplacements choisis, il est recommandé que des antennes omnidirectionnelles soient utilisées à la plupart des stations, en vue d'assurer l'uniformité des résultats.

Dans toute mesure de bruit, il est extrêmement important que toutes les conditions de mesure soient définies avec le plus grand soin, de manière à permettre la comparaison des observations.

II. — Techniques de Mesure

A. — *Distribution de probabilité*

Dans l'investigation statistique détaillée de la tension d'enveloppe du bruit, il est recommandé que les mesures soient basées sur les techniques de comptage, utilisant par exemple des impulsions de 10 kc/s appliquées à des portes commandées par le bruit.

On obtiendra ainsi le maximum de souplesse, étant donné que l'équipement de comptage pourra aisément s'adapter à la mesure de divers paramètres, et plus particulièrement à la détermination des distributions de probabilités des amplitudes, des durées d'impulsions, des intervalles entre impulsions.

L'équipement nécessaire pour de telles mesures comportera en général les éléments suivants :

1. antenne,
2. source d'étalonnage,
3. atténuateur étalonné,
4. récepteur,
5. circuits sélectifs de bande passante connue,
6. détecteur de l'enveloppe,
7. discriminateur d'amplitudes,
8. circuits de portes,
9. générateur de signal ou d'impulsions (en général 10 kc/s),
10. un ou plusieurs compteurs.

La structure du récepteur devra assurer un temps de récupération très court après surcharge par des impulsions de grande amplitude. Mise à part cette précaution, il n'y aura aucune condition particulièrement sévère de gamme dynamique ou de linéarité. Le bruit du récepteur devra être naturellement inférieur au bruit extérieur à mesurer.

Les distributions sont obtenues par l'intermédiaire des portes admettant le signal de 10 kc/s pendant le temps où le niveau de bruit dépasse le niveau fixé par les portes et en faisant varier par échelons connus l'affaiblissement à l'entrée du récepteur. Les durées de comptage varieront suivant les niveaux de seuil : on utilise par exemple 100 secondes pour des valeurs égales ou supérieures à 5 %, 200 secondes entre 0,0005 et 5 %, 300 à 1000 secondes pour des valeurs inférieures à 0,0005 %. Il faut en général 10 minutes pour obtenir toutes les lectures sauf celles des trois pourcentages les plus faibles, lesquels, à eux seuls, peuvent nécessiter 10 à 20 minutes pour l'obtention de résultats statistiquement constants. Le temps total nécessaire est fonction du type de bruit à mesurer ; il augmentera avec l'étendue de la gamme dynamique du bruit.

B. — *Paramètres individuels*

1. *Moyenne de la tension d'enveloppe.* — L'équipement de mesure de la moyenne de la tension d'enveloppe comprendra essentiellement :

a) antenne,

b) source d'étalonnage (générateur ou diode de bruit),

c) circuits sélectifs de bande passante connue,

d) détecteur d'enveloppe (détecteur capable de suivre les pointes des cycles de moyenne fréquence à une vitesse déterminée par la basse fréquence),

e) circuit intégrateur (en général, un circuit R. C. avec une constante de temps de l'ordre de 100 secondes ou davantage),

f) circuit de commande automatique du gain ou d'un atténuateur variable (commandé par la tension intégrée),

g) circuit enregistreur (l'enregistreur devra indiquer la grandeur de la tension de commande qui est étalonnée en valeurs du niveau du signal d'entrée).

Il est essentiel que le récepteur soit linéaire sur toute l'étendue de la gamme dynamique du bruit observé, pour un gain fixe, de manière à éviter toute distorsion de l'enveloppe à la sortie du détecteur. Ceci exige une gamme dynamique instantanée de 40 db ou davantage. La gamme dynamique requise est fonction du type de bruit à mesurer et de la bande passante de l'équipement. Plus la bande passante sera étroite, plus il sera possible de rétrécir la gamme dynamique. On utilise habituellement des bandes passantes de l'ordre de 300 à 1000 cycles. La stabilité de l'équipement devra pouvoir assurer la reproduction des étalonnages. Le facteur de bruit de l'équipement devra être aussi faible que possible afin de réduire au minimum la contamination des bas niveaux de bruit.

2. *Puissance moyenne.* — L'équipement nécessaire pour la mesure de la puissance moyenne ou de la valeur efficace de la tension de bruit sera similaire à celui requis pour la mesure de la tension moyenne, sauf qu'un circuit quadratique sera utilisé immédiatement en amont de la détection.

Ce circuit pourra consister en deux tubes dont les grilles sont attaquées en push-pull et les plaques sont en parallèle : la fréquence sera doublée tandis que la tension délivrée sera proportionnelle au carré de la tension d'entrée. L'amplificateur et le détecteur qui le suit devront présenter une gamme dynamique beaucoup plus large pour pouvoir admettre sans distorsion les valeurs quadratiques. En utilisant une largeur de bande d'environ 300 c/s, une gamme dynamique égale ou supérieure à 80 db pourra être nécessaire ; toutefois, des bandes passantes beaucoup plus étroites pourront être utilisées pour les mesures de puissance, étant donné que la puissance est directement proportionnelle à la largeur de bande quel que soit le type de bruit. Pour une bande passante de l'ordre de 1 c/s la gamme dynamique requise se réduit à 40 db ou moins, étant donné que pour ces largeurs de bande le bruit prend le caractère de bruit thermique et s'approche de la distribution log-normale.

La constante de temps utilisée dépendra dans une certaine mesure de la largeur de bande ; toutefois, une constante de temps de 500 secondes semble permettre un enregistrement satisfaisant dans les conditions actuellement utilisées.

3. *Moyenne logarithmique.* — L'équipement nécessaire pour la mesure de la moyenne logarithmique est aussi très similaire à celui requis pour la mesure de la moyenne de la tension d'enveloppe. La différence principale est l'insertion d'un amplificateur logarithmique entre le détecteur de l'enveloppe et le circuit intégrateur. Un circuit ayant donné de bons résultats comprend une triode travaillant avec une polarisation nulle et une forte résistance de grille, de sorte que le courant de plaque est une fonction exponentielle de la tension appliquée à la grille. Avec ce type de mesure, une constante de temps de l'ordre de 50 secondes a donné des résultats satisfaisants. Il y a lieu de noter que l'amplificateur logarithmique doit être capable de fonctionner à la fréquence de l'enveloppe, c'est-à-dire que l'intégration doit intervenir en aval du circuit logarithmique et non pas dans ce circuit, ni en amont de celui-ci. Il y a également lieu de noter que la tension de commande de gain devra être nécessairement prélevée en aval, et non pas en amont, de l'intégration.

COMMISSION V

RADIOASTRONOMIE

1. La Sous-Commission V*a* sur les Mesures continues de l'émission radioélectrique solaire est dissoute.

2. Un membre de la Commission V sera délégué au Comité Permanent des Ursigrammes.

3. La Sous-Commission V*c* sur l'Indice Solaire de Base poursuivra ses activités, avec la composition suivante :

Président : S. CHAPMAN.

Membres : J. BARTELS,
A. E. COVINGTON,
M. NICOLET,
M. WALDMEIER,
S. F. SMERD,
J. F. DENISSE,
C. M. MINNIS,
H. DODSON-PRINCE,
R. N. BRACEWELL,
A. MAXWELL.

4. La Sous-Commission V*d* sur les Etalons poursuivra ses activités, avec la composition suivante :

Président : C. SEEGERS.

Membres : A. E. COVINGTON,
F. T. HADDOCK,
M. LAFFINEUR,
D. A. MACRAE,
C. H. MAYER,
F. G. SMITH,
J. L. STEINBERG,
T. HATANAKA,
R. HANBURY BROWN.

5. La Commission V adopte la recommandation suivante formulée par la Sous-Commission V*d* : « Il y a actuellement accord général sur l'intérêt d'établir une séquence étalon des densités de flux, basée sur des radiosources discrètes parmi les plus intenses.

Dans ce but, il est désirable que la Commission V de l'U.R.S.I. et la Commission 40 de l'U.A.I. :

I) adoptent les sources suivantes comme faisant partie d'une séquence étalon des densités de flux :

23N5A (Cas A)	12N1A (Vir A)
19N4A (Cyg A)	16NOA (Her A)
05N2A (Tau A)	09S1A (Hyd A)

II) attirent l'attention de tous les observatoires radioastronomiques sur le besoin urgent de valeurs absolues plus précises pour la densité de flux de ces sources,

III) recommandent que, dans les observations de sources discrètes, une attention plus grande soit portée à la détermination de rapports précis et bien définis d'intensité entre les objets observés et ceux de la séquence ci-dessus,

IV) recommandent que les observateurs procédant à des relevés à haute résolution par la méthode des faisceaux étroits, envisagent attentivement les régions avoisinant les sources mentionnées ci-dessus et publient leurs résultats sous la forme de cartes détaillées, par exemple de $30^{o} \times 30^{o}$ et centrées sur les sources individuelles.

La Commission V propose que cette recommandation soit transmise à l'U.A.I. à l'attention de la Commission 40.

6. La Commission V remercie l'U.A.I. et le C.C.I.R. d'avoir étudié les résolutions 4 et 5 adoptées à la XIe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. en 1954. Elle insiste une fois de plus sur la nécessité absolue pour que les observatoires radioastronomiques gênés dans leurs travaux par les interférences puissent recevoir l'appui effectif des autorités de leur propre pays et des pays voisins.

7. Une nouvelle Sous-Commission V*e* sur les Attributions de Fréquences est établie. Cette Sous-Commission est chargée de préparer les recommandations qui devront être soumises par l'intermédiaire des autorités compétentes à la réunion de l'U.I.T. en 1959. La composition de cette Sous-Commission est la suivante :

Président : F. T. Haddock (U. S. A.).

Membres : E. J. Blum (France),
A. Hewish (Royaume-Uni),
V. Vitkevitch (U. R. S. S.),
W. N. Christiansen (Australie),

A. H. DE VOOGT (Pays-Bas),
G. RIGHINI (Italie),
J. TUOMINEN (Finlande),
O. E. H. RYDBECK (Suède),
R. COUTREZ (Belgique),
A. P. MITRA (Inde).

8. Un groupe de travail, constitué des Présidents des Commissions III et V, examinera la répartition des attributions entre les deux Commissions.

9. La Commission V recommande que l'U.R.S.I. marque son accord à la proposition d'organiser (en France), sous les auspices des deux Unions, un Symposium sur la Radioastronomie immédiatement avant l'Assemblée Générale de l'U.A.I. en 1958.

Elle recommande que les questions étudiées se limitent plus particulièrement aux aspects astronomiques ; les sujets pourraient comprendre les radioémissions solaires, galactiques et extragalactiques et une courte séance pourrait être consacrée aux autres corps du système solaire. Le nombre des orateurs devrait être limité pour laisser une place suffisante aux discussions.

Elle recommande également que les comptes rendus de ce Symposium soient édités sous forme d'un livre.

La Commission suggère que le comité organisateur mixte U.R.S.I.-U.A I. du Symposium ait la composition suivante :

Président : J. L. PAWSEY (Président de la Comm. 40, U.A.I.).

Secrétaire : F. T. HADDOCK.

Membres : Le Président de la Commission V, U.R.S.I.
J. F. DENISSE,
V. VITKEVITCH,
R. MINKOWSKI,
A. C. B. LOVELL,
H. C. VAN DE HULST,
R. N. BRACEWELL.

J. L. Pawsey, représentant l'U.A.I. à cette Assemblée Générale, a informé la Commission V qu'il considère ces propositions comme entièrement acceptables par l'U.A.I.

COMMISSION VI

ONDES ET CIRCUITS RADIOÉLECTRIQUES

1. La Commission apprend avec regret le décès du Professeur Marcel Bayard qui fut un représentant remarquable du Comité National Français dans le domaine de la Théorie des Circuits.

Elle souhaite qu'une notice soit publiée dans le Compte rendu de la XIIe Assemblée Générale.

2. La Commission suggère d'inviter les Comités Nationaux à adjoindre à leurs membres des ingénieurs spécialisés dans les circuits et les communications, et intéressés dans les problèmes pratiques des circuits pour les communications, dans le but de compléter les travaux théoriques courants du domaine des circuits.

3. La Commission suggère d'inviter les Comités Nationaux à adjoindre à leurs membres des ingénieurs et des scientifiques intéressés dans la propagation dans des milieux anisotropiques, pour collaborer aux travaux de la Commission VI dans des domaines tels que ceux des gyrateurs, des isolateurs, etc.

4. Recommandation pour l'établissement du programme de la Commission VI pour la XIIIe Assemblée Générale. La partie principale du programme consistera en séances de discussions sur des sujets choisis ; ceux-ci seront introduits par des communications demandées ; il y aura une ou plusieurs séances sur des communications contributives, ces communications ne seront présentées que si l'auteur est présent.

5. La Commission propose de constituer un groupe d'études pour l'étude et l'établissement d'un rapport sur la classification des ondes de surface.

6. La Commission propose de patronner un symposium international sur la Théorie Electromagnétique qui se tiendrait en 1959 ; Toronto, Canada, est mis en avant comme endroit de la réunion.

7. La Commission décide de continuer pendant les trois années à suivre la monographie sur les systèmes de communications.

Recommandations pour les travaux futurs

1. Intensité du champ dans le voisinage des antennes et des obstacles sous des conditions passagères et des conditions harmoniques dans le temps.

2. Propagation des ondes dans des milieux anisotropiques.

3. Théorie des ondes de surface et des antennes à ondes de fuite.

4. Calcul des champs de diffraction pour des dimensions de corps dans la région de résonance.

5. Etude des problèmes de synthèse pour des antennes réelles et des systèmes dispersifs.

6. Dispersion par des structures périodiques et périodiques « perturbées ».

7. Etude des antennes à large bande.

8. Etude des problèmes de réalisation d'antennes à grande ouverture ; comparaison entre les antennes réflecteurs et les dispositifs d'antennes.

9. Application des principes de la théorie des communications à la réalisation des antennes et aux problèmes de balayage.

COMITÉ DE L'U.R.S.I. POUR L'A.G.I.

1. Le Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. recommande que les contributions présentées à la séance consacrée le 27 août au matin à l'A.G.I. soient publiées par l'U.R.S.I.

2. *Ce Comité recommande que sa composition future soit la suivante*:

Sir Edward Appleton (*Président*),
Dr L. V. Berkner (*Vice-Président*),
Dr W. J. G. Beynon (*Secrétaire*),
Prof. H. G. Booker,
Dr W. Dieminger,
Dr N. Fukushima,
Colonel E. Herbays,
R. P. P. Lejay,
Dr D. Lepechinsky,
Dr D. F. Martyn,
Dr M. Nicolet,
Dr N. V. Pushkov,
M. J. A. Ratcliffe,
M. A. H. Shapley,
Dr R. J. Slutz,
Dr R. L. Smith-Rose.

Il est souhaitable que ce comité se réunisse au cours de l'été 1958.

3. *Le Comité est parfaitement au courant des plans déjà formulés dans beaucoup d'institutions au monde en vue d'élucider scientifiquement les observations radioélectriques de l'A.G.I. par des études théoriques. Néanmoins, vu l'occasion vaste et unique réservée par ces observations pour la compréhension géophysique, le Comité invite tous les organismes responsables de la recherche scientifique à envisager la possibilité d'instituer des mandats spéciaux de recherche et d'étude de l'A.G.I. — de toutes les catégories depuis le stade professoral — pour l'exécution de ces recherches théoriques dans les Centres Mondiaux de données de l'A.G.I., les Universités et les Instituts similaires sur une base individuelle ou collective.*

Le Comité adresse ses louanges à l'Unesco pour avoir institué des mandats spéciaux d'étudiants pour la phase opérationnelle de l'A.G.I., et fait confiance à cet organisme pour continuer à subsidier, de la même manière, des études individuelles pendant les stades ultérieurs d'élucidation scientifique.

Finances

Rapport de la Commission Financière au Comité Exécutif

Annexe I : Comptes de Recettes et de Dépenses
Annexe II : Comptes U.R.S.I.-Unesco.
Annexe III : Comptes des Publications.
Annexe IV : Comptes de l'Assemblée Générale de 1954.
Annexe V : Aperçu général des comptes.
Annexe VI : Fonds de Prévoyance.
Annexe VII : Frais de voyage.
Annexe VIII : Prévisions budgétaires.

1. — Comptes de Recettes et de Dépenses

La Commission Financière a examiné les comptes pour les années sociales 1954, 1955 et 1956 présentés par le Secrétaire Général et le Trésorier, et vérifiés par MM. Herbert Gimson et Sons, Chartered Accountants à Londres, conformément à la décision prise à La Haye. Ils comprennent :

1) les comptes généraux des recettes et dépenses (Annexe I),
2) les comptes de l'U.R.S.I. avec l'Unesco (Annexe II),
3) les comptes des publications (Annexe III),
4) les comptes de l'Assemblée Générale de 1954 (Annexe IV).

La Commission en recommande l'adoption. L'Annexe V donne en chiffres ronds un aperçu général des comptes. Les avoirs au 1er novembre 1956 se répartissent entre les divers postes suivants :

Fonds de réserve . .	1.000.000,00	Banque	1.770.855,73
Réserve pour Assemblées Générales	537.302,27	Caisse	50.720,21
Disponible	292.219,67	Débiteurs divers .	7.946,00
Total . . . . . F. B.	1.829.521,94	Total égal . . F. B.	1.829.521,94

2. — Utilisation des Fonds disponibles

La Commission propose d'affecter les fonds disponibles au 1er novembre 1956 (F. B. 292.219,67) à un Fonds de Prévoyance pour le personnel du Secrétariat Général. Ce fonds serait alimenté, pendant les trois années sociales 1958, 1959, 1960, par des versements budgétaires annuels de F. B. 70.000 (1). Si ces propositions étaient acceptées, ce fonds de prévoyance se présenterait comme l'indique l'Annexe VI.

3. — Prélèvement sur le Fonds de réserve

Etant donné que le nouveau barème des cotisations ne peut donner son plein effet qu'avec un certain retard, la Commission Financière propose d'autoriser conjointement le Trésorier et le Secrétaire Général à prélever provisoirement, avec l'accord du Bureau, sur le fonds de réserve, une somme ne dépassant pas F. B. 250.000, afin de couvrir les dépenses prévues pour les nouvelles activités. Ce prélèvement devrait être remboursé au fonds de réserve dès que le solde bénéficiaire le permettrait.

4. — Placements en Fonds d'Etat Belge

La Commission propose d'autoriser conjointement le Trésorier et le Secrétaire Général à placer en Fonds d'Etat Belge la moitié du fonds de réserve. Ils devront en rendre compte au Bureau.

5. — Frais de voyage

La Commission Financière recommande l'adoption par l'U.R.S.I. du nouveau barème des frais de voyage, déjà adopté par l'I.C.S.U. et figurant dans l'Annexe VII. Elle recommande également que ce barème soit appliqué pour la présente Assemblée Générale.

6. — Cotisations

Pour les nouvelles cotisations, des propositions ont déjà été transmises au Comité Exécutif, avec une liste des cotisations suggérées aux divers Comités Nationaux.

---

(1) Cette somme a été réduite à F. B. 50.000 par le Bureau en mars 1958.

7. — Prévisions budgétaires

La Commission, tenant compte de l'augmentation des cotisations et de l'accroissement des activités de l'U.R.S.I. entraînant un supplément d'appointements du Secrétariat Général, ainsi que des versements au fonds de Prévoyance suggérés ci-dessus, propose l'adoption des prévisions budgétaires figurant en Annexe VIII pour les années sociales 1958 et suivantes.

8. — Publication dans les Comptes Rendus de la XIIme Assemblée Générale

La Commission propose de publier, dans le Compte Rendu administratif de la XIIme Assemblée Générale, le présent Rapport avec ses Annexes, les comptes pour les années sociales 1954, 1955, 1956, ainsi que les comptes de l'U.R.S.I. avec l'Unesco.

Boulder, 3 septembre 1957

B. D. H. Tellegen, *Président*,
B. F. Decaux,
A. H. Shapley,
R. L. Smith-Rose,

Annexe Ia

COMPTE DES RECETTES ET DES DÉPENSES POUR 1954

(10 mois — du 1er janvier au 31 octobre 1954)

Francs belges

Recettes

Cotisations		551.893.65	
Publications :			
Ventes Publications	15.747.24		
Abonnements Bulletin	3.691.90		
		19.439,14	
Subvention complémentaire pour publications		20.162.00	
Intérêts de banque		14.700,00	
			606.194.79

Dépenses

Appointements et honoraires	176.394,—
Obligations légales, Assurance Accidents	14.101,—
Fonds de Prévoyance	10.000,—
Fournitures de bureau	8.711,25
Timbres, Téléphone, Télégrammes	13.244,75
Loyer, Chauffage, Entretien, Assurance Incendie	19.905,50
Mobilier, Matériel, Assurance Vol	126,—
Frais de voyage	4.020,—
Frais de banque et change	154,—
Assemblées Générales et Réunions	145.740,24
Publications	119.522,70
Divers	170,—
	512.089,44

Solde créditeur : F. B. 94.105,25

Annexe Ib

COMPTE DES RECETTES ET DES DÉPENSES POUR 1955

(du 1er novembre 1954 au 31 octobre 1955)

		Francs belges
Recettes		
Cotisations		777.294,18
Publications :		
Ventes Publications	28.406,53	
Abonnements Bulletin	4.340,48	
		32.747,10
Intérêts de banque		16.391,—
		826.432,19
Dépenses		
Appointements et honoraires		222.079,—
Obligations légales, Assurance Accidents		16.157,50
Fonds de Prévoyance		10.000,—
Fournitures de bureau		11.503,25
Timbres, Téléphone, Télégrammes		13.855,—
Loyer, Chauffage, Eclairage, Entretien, Assurance Incendie		26.982,—
Mobilier, Matériel, Assurance Vol		6.080,—
Assemblées Générales et Réunions		31.068,65
Frais de Représentation		4.780,—
Indemnités de fonctions		4.592,—
Frais de voyage		5.569,—
Frais de banque et change		419,—
Publications (dépassement subside Unesco)		49.238,10
Cotisation payée à l'I.C.S.U.		5.991,—
Divers		1.170,—
		408.484,50

Solde créditeur : F. B. 417.947,69

Annexe Ic

COMPTE DES RECETTES ET DES DÉPENSES POUR 1956

(du 1er novembre 1956 au 31 octobre 1956)

		Francs belges
Recettes		
Cotisations		694.840,59
Publications :		
Ventes Publications	40.948,10	
Abonnements Bulletin	9.144,52	
		50.092,62
Intérêts de banque		26.248,—
		771.181,21
Dépenses		
Appointements et honoraires		247.500,—
Obligations légales, Assurance Accidents		17.317,—
Fonds de Prévoyance		10.000,—
Fournitures de bureau		6.391,—
Timbres, Téléphone, Télégrammes		12.336,—
Loyer, Chauffage, Eclairage, Entretien, Assurance Incendie		23.751,—
Mobilier, Matériel, Assurance Vol		14.680,—
Assemblées Générales et Réunions		8.266,75
Frais de représentation		2.257,—
Indemnités de fonctions		1.054,—
Frais de voyage		1.445,—
Frais de banque et de change		724,90
Publications (dépassement subside Unesco)		182.521,—
Cotisation payée à l'I.C.S.U.		7.831,—
Divers		170,—
		536.244,65

Solde créditeur : F. B. 234.936,56

Annexe IIa

COMPTE U.R.S.I.-UNESCO POUR L'ANNÉE SOCIALE 1954

Francs belges

Recettes

Subvention pour publications	118.407,90
Subvention pour Assemblée Générale	98.625,22
	217.033,12
Transfert du solde au compte de l'U.R.S.I.	243.551,07
	460.594,19

Dépenses

A) Publications :			
1. Préparation	18.632,—		
2. Impression	200.630,—		
3. Expédition	13.093,60		
			232.355,60
B) Assemblée Générale 1954 :			
1. Transports et séjour		117.766,01	
2. Frais d'organisation :			
a) Frais généraux	8.393,58		
b) Préparation des documents :			
1. Fournitures ..	43.382		
2. Dactylograph.	26.600		
3. Impression ..	28.319		
4. Expédition...	3.768		
	102.069,—		
		110.462,58	
			228.228,59
			460.584,19

Annexe IIb

COMPTE U.R.S.I.-UNESCO POUR L'ANNÉE SOCIALE 1955

Francs belges

RECETTES

1) *Catégorie 2. Réunions* :	
Subvention pour réunions	125.500,—
Dépenses pour réunion Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.	42.411,—
	83.089,—
2) *Catégorie 4. Publications* :	
Subvention pour publications	351.400,—
	434.489,—
Dépassement de subventions à supporter par l'U.R.S.I.	49.238,10
	483.727,10

Remarques :

1. Comme il sera signalé dans le rapport sur les activités, l'U.R.S.I. a supporté pour la réunion du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. des dépenses d'organisation s'élevant à F. B. 17.336,—.
2. L'U.R.S.I. a, en outre, organisé une réunion de son Comité des Ursigrammes dont le coût, supporté par l'U.R.S.I., s'est élevé à F. B. 13.337,65.

DÉPENSES

1) *Catégorie 2. Réunions* :		
Réunion du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. :		
a) Frais de transport	16.611,—	
b) Frais de séjour	25.800,—	
		42.411,—
2) *Catégorie 4. Publications* :		
a) Préparation des publications	45.750,—	
b) Impression des publications	410.764,60	
c) Expédition des publications	27.212,50	
		483.727,10
		526.138,10

Annexe IIc

COMPTE U.R.S.I.-UNESCO POUR L'ANNÉE SOCIALE 1956

Francs belges

RECETTES

Subventions :

a) pour Réunions ($ 2.500)		125.000,—	
transfert à « Publications» du solde, soit	125.000,—		
	81.947,—(1)		
		43.053,—	
			81.947,—
b) pour Publications ($ 4.500)		225.000,—	
transfert du compte Réunions ...		43.053,—	
			268.053,—
			350.000,—
Transfert du solde au compte de l'U.R.S.I.			182.521,—
			532.521,—

DÉPENSES

A) RÉUNIONS :		
Réunion du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. :		
1) Transports	29.960,—	
2) Séjours	35.350,—	
3) Organisation	16.637,—	
		81.947,—(1)
B) PUBLICATIONS :		
1) Impression	394.337,30	
2) Expédition	26.670,70	
3) Copies, dessins, traductions, fournitures de bureau	29.566,—	
		450.574,—
		532.521,—

Annexe III

COMPTE DES PUBLICATIONS DE 1954 A 1956

Francs belges

(du 1er janvier 1954 au 31 octobre 1954 — 10 mois)

1. Préparation des publications	18.632,—	
2. Impression des publications	200.630,—	
3. Expédition des publications	13.093,60	
		232.355,60
4. Dépenses par l'U.R.S.I.		5.575,—
		237.930,60

(du 1er novembre 1954 au 31 octobre 1955)

1. Préparation des publications	54.750,—	
2. Impression des publications	410.764,60	
3. Expédition des publications	27.212,50	
		483.727,10

(du 1er novembre 1955 au 31 octobre 1956)

1. Préparation des publications	29.566,—	
2. Impression des publications	394.337,30	
3. Expédition des publications	26.670,70	
		450.574,—
Dépenses publications 1954-5-6.	Total	1.172.231,70

Subventions Unesco pour publications :

1954	118.407,90	
1955	434.489,—	
1956	268.053,—	
		820.949,90
		351.281,80

Différences à charge de l'U.R.S.I. :

cfr. : Annexe I*a*	119.522,70
Annexe I*b*	49.238,10
Annexe I*c*	182.521,—
	351.281,80

Annexe IV

COMPTES DE LA XIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE (LA HAYE, 1954)

Francs belges

RECETTES

Subvention Unesco	98.625,22	
De Réserve pour Assemblées Générales et Réunions	145.740,24	
	———	244.365,46

DÉPENSES

Transport et séjour	117.766,01	
Frais d'organisation	8.393,58	
Préparation des documents	102.069,00	
Réunion Sous-Commission IIIc	5.314,40	
Perte au change	1.872,06	
Frais de réception	8.950,41	
	———	244.365,46

Annexe V

APERÇU GÉNÉRAL SUR LES COMPTES DE L'U.R.S.I.

1954 (10 mois)

Recettes	Francs belges	Dépenses	Francs belges
Subvention Unesco	217.000	Publications (total)	238.000
Cotisations	552.000	Réunions (total)	249.000
Divers	54.000	Secrétariat général	238.000
		Administration générale et divers	4.000
		Solde créditeur	94.000
	823.000		823.000

1954-1955

Recettes	Francs belges	Dépenses	Francs belges
Subvention Unesco ...	477.000	Publications (total)	484.000
Cotisations	777.000	Réunions (total)	74.000
Divers	50.000	Secrétariat général	306.000
		Administration générale et divers	22.000
		Solde créditeur	418.000
	1.304.000		1.304.000

1955-1956

Recettes	Francs belges	Dépenses	Francs belges
Subvention Unesco ...	350.000	Publications (total)	451.000
Cotisations	695.000	Réunions (total)	90.000
Divers	76.000	Secrétariat général	332.000
		Administration générale et divers	13.000
		Solde créditeur	235.000
	1.121.000		1.121.000

Annexe VI

FONDS DE PRÉVOYANCE

Budget revisé par le Bureau (mars 1958)

1957-1960	Francs belges
Versement initial prélevé sur solde créditeur de 1956 ..	292.220,—
Versement annuel prélevé sur budget, durant 3 ans ...	150.000,—
	442.220,—
Prélèvement annuel sur Fonds (3)	300.000,—
Solde en 1960	142.000,—

Annexe VII

NOUVELLE RÉGLEMENTATION POUR LES FRAIS DE VOYAGE ET DE SUBSISTANCE

A. — *Frais de voyage*

Les frais de voyage seront remboursés, dans la monnaie ayant servi à l'achat des billets, contre remise d'un formulaire établi par le Secrétaire Général.

Les frais seront remboursés dans les conditions suivantes :

Chemin de Fer : Première classe ordinaire ou wagons-lits.

Avion : Normalement classe touriste. La première classe est autorisée quand le voyage comprend une nuit en avion.

Bateau : A un prix ne dépassant pas le prix du voyage en première classe en avion.

B. — *Frais de séjour*

Les frais de séjour seront payés à l'endroit de la réunion aux taux ci-après :

Taux normal : Le taux normal est de 15 dollars pour chaque nuit passée à l'endroit de la réunion.

Taux spécial : Pour le Canada, les E. U. A., l'U.R.S.S., la France (Paris) et le Japon, le taux est de 18 dollars par nuit.

Taux en cours de route : Le remboursement des frais supplémentaires ci-après peut-être demandé en même temps que le remboursement des frais de voyage ;

6 dollars par période de 24 heures passée en chemin de fer ;

3 dollars par période de 24 heures passée en avion ou en bateau.

Annexe VIII

PRÉVISIONS BUDGÉTAIRES POUR LES ANNÉES 1957-58 ET SUIVANTES (1)

	Francs belges
Recettes	
Cotisations	1.000.000
Vente publications	40.000
Intérêts bancaires	25.000
	1.065.000
Dépenses	
1. Appointements et honoraires	350.000
2. Lois sociales	15.000
3. Fournitures de bureau	13.000
4. Timbres, Téléphone, Télégrammes	17.000
5. Loyer, chauffage, entretien, assurance incendie	50.000
6. Mobilier, Matériel, assurance vol	15.000
7. Frais de voyage	10.000
8. Frais de représentation	10.000
9. Indemnités de fonctions	10.000
10. Assemblées Générales et réunions	300.000
11. Publications	150.000
12. Cotisation I.C.S.U.	20.000
13. Fonds de prévoyance	70.000
14. Disponible	35.000
	1.065.000

(1) Tenant compte du changement de locaux et de l'augmentation du personnel du Secrétariat Général, le Bureau a décidé en mars 1958 d'apporter les modifications ci-après à ces prévisions :

	Francs belges
1. Appointements	375.000
2. Lois sociales	20.000
5. Loyer, chauffage et entretien	65.000
13. Fonds de prévoyance	50.000
14. Disponible à la disposition du Secrétaire Général	10.000

Les Ursigrammes

1. Aperçu historique.
2. Rapport du Président du Comité Permanent des Ursigrammes.
3. Réunion du 30 août 1957.
4. Recommandations présentées au Comité Exécutif de l'U.R.S.I.

1. — Aperçu historique sur les Ursigrammes

L'Année Géophysique Internationale ayant démontré d'une façon plus évidente les services que rendent les Ursigrammes aux sciences qui intéressent plus particulièrement les activités de l'U.R.S.I., il semble utile de donner ici quelques détails sur les origines des Ursigrammes ainsi que sur celles du Comité Permanent des Ursigrammes.

Dans un extrait d'un article paru dans *L'Onde Electrique* de décembre 1931 (vol. 10, n° 120) et intitulé « Schéma d'Emissions Ursigrammes faites par les Postes Radiotélégraphiques français sous les auspices du Comité Français de Radiotélégraphie Scientifique, applicable à partir du 1er janvier 1932 ».

«Les émissions dont il s'agit sont destinées à remplacer les bulletins de Géophysique qui sont actuellement transmis en langage clair par les stations radiotélégraphiques de Bordeaux et de Pontoise, ainsi que par le Poste Radiotéléphonique de la Tour Eiffel.

La station de la Tour Eiffel (radiotéléphonie) ondes de 1445 m continuera à envoyer en langage clair le bulletin géophysique et astrophysique.

Outre l'envoi de l'Ursigramme, les stations de Lafayette (radiotélégraphie) ondes de 18.900 m et la Station de Pontoise (radiotélégraphie) ondes de 28 m 50, enverront journellement un groupe de lettres servant à des études sur la propagation.

Le programme de ces diverses émissions sera le suivant :

20 h. 06′ Greenwich, fin de l'émission des signaux horaires.

20 h. 10′ à 20 h. 15′ signaux pour l'étude de la propagation. Emission de la lettre é... et d'un groupe de lettres de contrôle.

20 h. 15′ Ursigrammes.

Les Ursigrammes envoyés par les postes de Lafayette et de Pontoise, comporteront :

1° Un bulletin météorologique très condensé et établi par les soins de l'Office National Météorologique.

2° Un bulletin géophysique donnant des renseignements sur l'état magnétique du globe et l'état électrique de l'atmosphère. Ce bulletin sera établi par l'Institut de Physique du Globe de Paris, d'après les relevés effectués à l'Observatoire du Val Joyeux (Seine-et-Oise).

3° Un bulletin astrophysique relatif à l'activité solaire telle qu'elle se manifeste d'après l'observation des taches, des protubérances, des filaments (protubérances observées en projection) et des facules.

Ce bulletin sera établi d'après les observations faites à l'Observatoire de Meudon.

4° Un bulletin indiquant les centres de production des atmosphériques, établi d'après les observations journalières faites à 13 h. par la « Radio Research Station à Slough (Angleterre) ». Ce bulletin est émis une fois par semaine (en principe le lundi) et donne les centres observés la semaine précédente.

5° Un bulletin indiquant pour une fréquence donnée la hauteur de la couche Kennelly-Heaviside d'après les mesures effectuées par le Professeur Appleton, résultats transmis par le Comité National Britannique.

Le schéma général des Ursigrammes sera le suivant :

URSI URSI URSI

BAR

Texte du Bulletin Météorologique

MAG

Texte du Bulletin relatif à l'état magnétique

ELC

Texte du Bulletin relatif à l'électricité atmosphérique

SOL

Texte du Bulletin relatif aux phénomènes solaires

ATS

Texte du Bulletin relatif aux atmosphériques

KHL

Texte du Bulletin relatif à la hauteur de la couche Kennelly-Heaviside

Suivaient les codes relatifs à chacun des bulletins.

Il est à remarquer qu'aucune définition du terme « Ursigrammes » n'est donnée dans ce programme d'émissions. Mais pourquoi donner une définition ? Elle se déduit immédiatement du contexte : Message de l'U.R.S.I. à l'usage des chercheurs qui s'intéressent aux phénomènes solaires et géophysiques et désirent en suivre l'évolution régulière.

L'utilité des Ursigrammes fut rapidement reconnue et en quelques années l'exemple du Comité National Français fut suivi par les Comités Nationaux des Etats-Unis, du Japon et de l'Italie ; malheureusement les codes utilisés n'étaient pas les mêmes.

Au cours de l'Assemblée Générale tenue à Venise en 1938, les délégués des pays émettant des Ursigrammes furent d'accord pour reconnaître que les Ursigrammes émis par les quatre pays n'étaient pas très différents les uns des autres et que dans ces conditions, il était facile d'arriver à un accord en vue d'établir un code international. C'est pourquoi, la Commission IV (Liaison avec les Opérateurs, les Praticiens, les Amateurs et les Sciences Connexes) proposa à l'Assemblée Générale la nomination d'une Sous-Commission chargée de l'établissement d'un code unique pour la rédaction des Ursigrammes et d'étudier les améliorations et extensions à apporter aux messages (U.R.S.I., vol. V, fasc 2, pp. 37 et 57). Ces propositions furent adoptées par l'Assemblée Générale. Malheureusement, la guerre mit fin à l'activité de la Sous-Commission.

Lors de l'Assemblée Générale tenue à Paris, la Commission II (Propagation Radioélectrique) proposa la constitution d'un Sous-Comité chargé des questions relatives aux Ursigrammes. En 1950, à Zurich, sur proposition de la Commission III (Ionosphère et Propagation des Ondes) fut constitué le Comité Permanent des Ursigrammes qui fonctionne encore actuellement sous la présidence du R. P. Lejay.

Les activités du Comité depuis cette époque ont été résumées

dans les Comptes rendus des Assemblées Générales, dans le Bulletin d'Information et dans le rapport ci-après.

2. — Rapport du Président du Comité permanent des Ursigrammes (Document n° 306)

Le rapport du Comité des Ursigrammes, présenté à l'Assemblée de La Haye en 1954, faisait ressortir l'extension que prenait à cette époque le service des échanges d'informations ionosphériques : géophysiques et solaires. Le volume des échanges n'a fait que s'amplifier depuis, par suite du plus grand nombre d'observatoires participants et du plus grand nombre de renseignements demandés par les utilisateurs.

Le Comité des Ursigrammes s'est trouvé devant une tâche nouvelle lors de la création par le C.S.A.G.I. d'un service de prévision des Alertes et des Intervalles Mondiaux Spéciaux, confié au Laboratoire de Boulder.

Le problème à résoudre était de fournir à ce Service tous les éléments d'observation dont il pouvait avoir besoin sans que ces nouveaux échanges d'information viennent perturber les échanges normaux et, autant que possible en évitant les double emplois ou une multiplication de codes différents.

Le Comité s'est réuni à Bagneux du 19 au 21 septembre 1955. Des astronomes furent invités à titre consultatif. Les divergences entre les méthodes d'observation de la Chromosphère et de la Couronne furent exposées, et les difficultés survenant dans l'élaboration des codes devant satisfaire en même temps les prévisionnistes et les scientifiques, M. Shapley proposa de préparer un projet de codes qui serait soumis à l'examen des représentants européens et japonais. Ces codes achevés en octobre 1955 furent transmis pour examen aux spécialistes devant participer aux observations de l'A.G.I. Les délégués européens se réunirent de nouveau à Bagneux du 22 au 24 février 1956 ; il fut convenu de maintenir provisoirement les codes européens, légèrement modifiés. Cependant les informations destinées aux Etats-Unis furent désormais transmises par Néra et Darmstadt en codes « interchange », au prix, il est vrai d'un travail supplémentaire de traduction à partir des informations reçues en codes européens utilisés pour la radiodiffusion par Pontoise et Hambourg.

Il apparut alors évident qu'il serait impossible de satisfaire les

différents utilisateurs si on voulait maintenir un code unique pour chaque discipline. Des codes nouveaux furent alors élaborés, permettant d'apporter à une unification essentielle des variantes convenables suivant les possibilités des observatoires et les besoins des utilisateurs.

Ces codes ont été publiés dans le Draft Manual de l'A.G.I., et utilisés, depuis janvier 1957 par l'Allemagne fédérale, les Pays-Bas, l'U. R. S. S. et le Japon pour leurs liaisons avec les U. S. A. Diverses améliorations ont été apportées qui ont été publiées dans le Supplément to the Draft Manual, applicable depuis le 1er juin 1957.

Enfin, une réunion de la Section européenne a été tenue à Bagneux, à l'occasion de diverses réunions de l'A.G.I. du 13 au 15 juin 1957. D'importantes décisions ont été prises qui feront l'objet d'une publication au Bulletin de l'U.R.S.I. Un pas décisif a été fait à la satisfaction générale. Il reste cependant quelques mises au point qui ne pourront être définitivement arrêtées, en ce qui concerne les données magnétiques, qu'après la réunion de à Toronto. De même le perfectionnement incessant des instruments pour la mesure du bruit radioélectrique solaire et la localisation des sources entraînera au cours même de l'A.G.I. de nouvelles améliorations aux données transmises.

Les principales décisions prises ont été les suivantes :

1. Aménagement du code sur le magnétisme terrestre. Mise sur pied d'un code UMAGO très voisin du code inter-centre UMAGA, qui remplacera le code européen MAGNE.
2. Maintien provisoire du code européen CORAY pour les données sur les rayons cosmiques (message non inclus dans les transmissions inter-centres).
3. Aménagement du code sur les perturbations ionosphériques : Adoption d'un code USIDA (inter-centres) modifié, en remplacement du code européen PERTU.
4. Maintien du code européen ESFRE pour les données sur la couche E sporadique, mais exclusion de ce message des émissions de Pontoise et de Ste-Assise.
5. Aménagement du code sur la fréquence critique : Adoption d'un code abrégé FOFDE en remplacement du code européen FODEU et du code inter-centre ION.

6. Adoption d'un code nouveau pour les aurores polaires proposé par la Suède (code AUREA).
7. Adoption d'un code nouveau CHRAG, en remplacement du code européen CHROM pour la chromosphère solaire.
8. Adoption du code inter-centres UFLAR pour les messages relatifs aux éruptions chromosphériques.
9. Adoption d'un code nouveau URANC en remplacement du code européen SOLER, ce nouveau code pouvant constituer une variante du code inter-centres URAN (A, E, I...), pour les données sur le bruit solaire.
10. Adoption du code inter-centres UCORA, pour les données sur la couronne solaire, le code européen CORON étant réservé aux transmissions détaillées à destination de l'observatoire de Meudon.

Le Comité Permanent des Ursigrammes dont les Membres officiels sont les suivants :

Président : R. P. LEJAY (France).

Membres : Colonel HERBAYS, Secrétaire Général de l'U.R.S.I.,
A. H. SHAPLEY (Etats-Unis),
Y. UYEDA (Japon).

a demandé au cours de sa réunion de Bagneux de septembre 1955, l'adjonction des Membres suivants :

Dr B. BECKMANN (Allemagne Fédérale), A. H. DE VOOGT (Pays-Bas) et M. W. MENZEL (U.I.T.) comme Membre consultatif.

Il est en outre proposé de nommer Membre le Dr GEJER qui a représenté la Suède.

On trouvera, en Annexe, à titre d'information, la liste des renseignements diffusés par Pontoise et Ste Assise. Des renseignements analogues pour les autres stations de diffusion des Ursigrammes seront publiés ultérieurement.

Bagneux, Juillet 1957.

Le Président du Comité Permanent
des Ursigrammes

P. LEJAY

ANNEXE (juillet 1957)

Diffusion Radiotélégraphique des Ursigrammes par Pontoise et Ste-Assise

Renseignements diffusés

Il n'y a pas eu de changement, sur le chapitre horaire et longueur d'onde, vis-à-vis de ce qui a été dit dans le rapport de 1954, à savoir :

— La première diffusion dite de midi s'effectue à 12 h. 08 et 13 h. 08 T. U.

— La seconde diffusion dite du soir s'effectue à 20 h. 08 et 21 h. 08 T. U.

Chacune des émissions mentionnées ci-dessus est effectuée sur une onde kilométrique ainsi que sur une onde décamétrique, laquelle varie selon l'heure.

Dans l'état actuel, la *diffusion de midi* d'un jour « J » comporte en principe les renseignements suivants :

Observations Espagnoles :

— Observations chromosphériques et magnétiques de la veille, lorsque le message n'a pu parvenir le jour même (voir plus loin sous la rubrique *diffusion du soir* d'un jour « J » par l'émetteur de Pontoise).

Observations Françaises :

— Observations chromosphériques de Meudon (CHROM) de la matinée.

— Observations de la couronne solaire du Pic du Midi (CORON) de la matinée (si les conditions locales en ces lieux l'ont permis).

Observations Néerlandaises : Le rapport de 1954 mentionnait des messages SOLER et FODEU en provenance de la Hollande. Depuis janvier 1957, de telles observations ne sont plus diffusées par Pontoise à midi en provenance de Hollande. D'une part, les observations de l'énergie radioélectrique du Soleil sont rédigées en code URANA par Nederhorst den Berg Radio et elle parviennent trop tard pour être incorporées à l'Ursigramme de midi. D'autre

part, les observations de *fo*F2 étant depuis cette date chiffrées en code U. S. A. IONNE, leur infligeant une longueur double (24 groupes au lieu des 12 groupes du code FODEU) il a été décidé de ne plus les diffuser.

Observations Italiennes :

— Observations solaires de Florence USSPE, ou de Rome USSPA de la matinée.

— Observations magnétiques « MAGNE » de Monte Capellino près Gênes (J-1).

Observations Japonaises, transitées par La Haye :

— Observations magnétiques « MAGNE » (J-1) de 00 h. à 24 h. T.U.

— Energie radioélectrique du soleil « SOLER) (J-1) communiquée en « URANA » depuis le 1er juin 1957.

— Rayonnement cosmique en code « CORAY » japonais (J-1) de 00 h. à 24 h. T. U.

— Observation de la surface et de la chromosphère solaire en code « USSPE » (J-1).

— Eruptions chromosphériques en code « UFLAR » (J-1) parfois (J de 00 à 02).

Observations du Maroc, parvenues désormais par téléscripteur (TELEX) :

— Fréquences critiques de la couche F2 dites *fo*F2 « FODEU ».

— Fréquences critiques de la couche E sporadique dites *f*Es « ESFRE ».

— Perturbations ionosphériques éventuelles « PERTU ».

— Magnétisme terrestre « MAGNE ». Tous ces messages, généralement pour les périodes (J-1) de 00 h. à 24 h. T. U. ainsi que (J de 00 h. à 08 h. T. U.).

Observations de Tchécoslovaquie :

- Observations solaires USSPE de l'Observatoire d'Ondrejov près Prague.

— Observations magnétique MAGNE de l'Observatoire de Pruhonice.

— Observations de l'énergie radioélectrique du Soleil URANA portant sur des périodes variables, soit de la veille (J-1) soit de la matinée (J).

Observations d'U. R. S. S. :

— Observations chromosphériques USSPE et UFLAR d'observatoires divers.

— Observations magnétiques UMAGA d'observatoires divers.

— Energie radioélectrique du Soleil URANA d'observatoires divers.

— Perturbations ionosphériques USIDA d'observatoires divers portant sur des périodes variables, soit de la veille (J-1) quelquefois de l'avant-veille (J-2).

Observations des U. S. A. :

— Observations chromosphériques UFLAR d'observatoires divers

— Observations magnétiques UMAGA de (J-1) de 03 à 24 h. T. U. ainsi que de (J) de 00 à 03 h. T. U.

— Observations de l'énergie radioélectrique du Soleil URANA, URANI, URANO, portant sur des périodes variables, soit de la veille (J-1) souvent de l'avant-veille (J-2) et quelquefois de (J-3).

— Perturbations ionosphériques USIDA de périodes semblables à celles ci-dessus.

— Observations coronales UCORA portant sur des périodes semblables à celles indiquées ci-dessus pour les messages URANA, URANI, URANO.

La diffussion du soir d'un jour « J » comporte généralement les observations suivantes :

— Solaires « CHROM » et « CORON » de France du jour J. lorsque les observations n'ont pu être effectuées le matin.

— Solaires « USSPE », « UFLAR », de Florence « USSPA », « UFLAR » de Rome, « USSPE », « UFLAR » d'Ondrejov, lorsque les observations n'ont pu être effectuées le matin.

— Solaires « CHROM » et « CORON » d'Allemagne et d'Autriche : J. (J-1) parfois (J-2).

— Solaires « USSPO », « UFLAR » de Tortosa, lorsque le message peut encore parvenir avant la fermeture de Bagneux.

— Solaires « UFLAR » de l'observatoire Suédois de Capri et des observatoires de Herstmonceux, Dublin et Uccle.

— Ionosphériques « FODEU » et « ESFRE » d'Allemagne (Lindau) : (J-1) ; (J-3) et (J-2) le lundi et lendemain de fête en Allemagne.

— Magnétiques « MAGNE » allemandes, espagnoles, françaises, italiennes et sahariennes du jour (J-1) ainsi que celles du jour J de 00 h. à 06 h. T. U. de Wingst, Tortosa, Chambon-la-Forêt, Monte Capellino (près Gênes), Tamanrasset.

— Propagation radioélectrique « PROPA » — Résultats de mesures sur 5 liaisons radioélectriques allemandes (alors qu'en 1954, 3 liaisons seulement étaient étudiées) : J, (J-1) ou (J-2).

— Eventuellement : Observations des rayons cosmiques « CORAY » faites en Allemagne.

— Perturbation ionosphérique « PERTU » observée le jour même dans l'une quelconque des stations européennes déjà citée ci-dessus.

— Energie radioélectrique du Soleil URANA, URANI, URANO, URANU, URANY observée à NERA (Nederhorst den Berg Radio) le jour J. URANY, observé à la station radioastronomique de Nançay.

— Observations japonaises transitées par La Haye, lorsque le message n'a pu parvenir le matin pour une insertion dans la diffusion de midi.

Bagneux, juillet 1957.

ADDENDUM

Depuis juillet 1957, d'autres transmissions sont faites régulièrement :

Espagne : USSPO, MAGNE, UMAGA, UPATA, URANA, CORAY.

France : CHRAG, MAGNE.

Pays-Bas : USIDA, UMAGA, UMAGI, UFLAR.

Belgique : (Uccle et Humain) : USSPA, CHROM, CHRAG, UPATA, UFLAR, URANA.

Tchécoslovaquie : CORAY, UPATA, UFLAR, USIDA.
Etats-Unis : MAGNE.
Suède : AUREN.
New Delhi : UPATA, USIDA, UFLAR.

Cette liste n'est pas exhaustive.

Bruxelles, février 1958.

3. — Réunion du 30 août 1957

Au cours de cette réunion à laquelle assistaient les membres du Comité Permanent des Ursigrammes et ceux du Sous-Comité Européen présents à Boulder, il fut pris connaissance de l'Examen de la situation du Comité des Ursigrammes.

Examen de la situation du Comité des Ursigrammes

Les Ursigrammes ont été créés pour répondre à une nécessité résultant des étroites corrélations constatées entre les phénomènes solaires, géophysiques (magnétiques en particulier) et ionosphériques. Les Ursigrammes ne sont pas uniquement destinés aux services de Prévisions Ionosphériques mais également aux astronomes et aux géophysiciens travaillant dans les observatoires, parfois isolés.

Il est indispensable que l'évolution des phénomènes étudiés par des spécialistes dans les différents domaines soient suivis au jour le jour, alors que dans la plupart des disciplines, les publications ne sont produites (et ne peuvent être produites) qu'après des délais souvent très longs. Une transmission rapide des données d'observations s'impose non seulement pour que les radioélectriciens puissent être avertis des phénomènes solaires et géophysiques en vue des prévisions de propagation, mais aussi pour que les scientifiques des autres spécialités soient tous au courant de l'évolution des phénomènes observés sur toute la surface de la terre. C'est d'ailleurs pour ces derniers que les Ursigrammes ont été créés d'abord, pour les astronomes et les magnéticiens en particulier, à une époque où l'ionosphère n'était encore que soupçonnée. A l'origine la radioélectricité n'était qu'un moyen de diffusion, des données transmises étant destinées aux astronomes et aux géophysiciens ; les données sur l'ionosphère ont été ajoutées plus tard et forment

aujourd'hui une part importante des Ursigrammes, fondamentale pour les services de prévisions, mais aussi très utile pour les géophysiciens.

Les Ursigrammes existent depuis plus de vingt cinq ans, les observatoires y participant sont de plus en plus nombreux, comme d'ailleurs le nombre de disciplines intéressées. Les Ursigrammes sont devenus indispensables à de nombreux chercheurs ; ils prennent de plus en plus d'intérêt au fur et à mesure du développement de nos connaissances sur les corrélations, et de l'accroissement du nombre de spécialistes qui doivent placer leurs observations dans le cadre des études exécutées par d'autres observatoires.

La coopération actuelle des spécialistes appartenant à d'autres Unions (U.A.I., U.G.G.I.) montre avec évidence que l'initiative de l'U.R.S.I. est très appréciée. Cette coopération est devenue, si possible, encore plus efficace et plus appréciée au cours de la préparation de l'A.G.I.

Il convient d'examiner dans la situation présente comment l'organisation peut être renforcée pour s'adapter aux besoins des utilisateurs dans l'intérêt général.

L'U.R.S.I., ayant pris l'initiative, il ne semble pas opportun qu'elle renonce aux responsabilités qu'implique ce service malgré les avantages que d'autres Unions peuvent y trouver.

Pour concilier ces intérêts divers, l'organisation suivante est proposée qui semblerait devoir garder sa place à l'U.R.S.I. et donner satisfaction aux Unions auxquelles on est redevable des sources d'observations.

L'organisation comprendrait :

a) les *Comités Régionaux* dont les Membres sont désignés par les Comités Nationaux des pays participants aux Ursigrammes. Les Comités Régionaux comprennent des membres compétents dans les diverses disciplines ; ils sont placés chacun sous l'autorité d'un Président élu par le Comité Régional correspondant. L'ensemble de ces Présidents forment le Comité Central.

b) le *Comité Central* composé des Membres désignés par les Comités régionaux au nombre de quatre (Amérique, Europe, Eurasie, Extrême-Orient) et du Secrétaire Général de l'Union.

c) le *Conseil d'Administration* du Service Permanent comprenant, outre les représentants de la Fédération des Services Permanents,

deux membres par Union intéressée (U.R.S.I., U.A.I., U.G.G.I.) ; les deux membres de l'U.R.S.I. devraient être désignés par le Comité Exécutif de l'U.R.S.I., sur proposition du Comité Central.

Rôles des Comités

Le rôle des *Comités Régionaux* est de prendre les moyens pour rassembler toutes les données provenant des organismes scientifiques de la région, de prendre toutes les mesures pour assurer la diffusion de ces données à l'intérieur de la région auprès des utilisateurs, d'assurer la rédaction du résumé des données nécessaires aux autres régions et d'en assurer la transmission sous une forme convenable.

Le *Comité Central* est chargé de veiller à la bonne coordination entre les Comités Régionaux, et au bon fonctionnement général des échanges entre régions. Le Comité Central rend compte de l'activité générale à l'U.R.S.I. et au Conseil d'Administration du Service Permanent des Ursigrammes. Il assure l'exécution des décisions du Conseil d'Administration du Service Permanent.

Si une telle organisation était acceptée, l'U.R.S.I. conserverait ses responsabilités tout en laissant s'exprimer les désiderata des autres Unions de deux façons :

1° par la présence de leurs représentants au Conseil d'Administration,

2° par la présence au sein des Comités Régionaux des spécialistes des diverses disciplines dont les Comités Nationaux auront jugé la présence utile.

D'autre part les Ursigrammes recevraient avec avantage les avis des personnalités qualifiées. En l'absence des représentants des Unions intéressées au contraire il serait difficile de tenir toujours un compte suffisant des décisions internationales prises par les Unions dans toutes les disciplines intervenant dans les Ursigrammes.

En pratique, le Comité Exécutif de l'U.R.S.I. devrait :

a) reconnaître la Fédération des Services Permanents (dont le Réglement est déjà approuvé par l'U.G.G.I. et l'U.A.I.,

b) désigner deux membres pour faire partie du Conseil d'Administration du Conseil de la FAGS.

c) désigner deux membres pour faire partie du Conseil d'Administration du Service Permanent des Ursigrammes.

d) inviter les Comités Nationaux de l'U.R.S.I. des pays participant aux Ursigrammes à désigner leurs représentants au Comité Régional de leur choix.

e) d'inviter le Secrétaire Général à communiquer ces décisions aux autres Unions intéressées et à la Fédération des Services Permanents.

Après discussion de cet exposé, il est décidé de constituer sous la présidence de M. A. H. Shapley un Groupe de Travail chargé de rédiger un projet de résolutions à présenter au Comité Exécutif de l'U.R.S.I.

Ce Groupe de Travail établit les Recommandations ci-après :

4. — Recommandations présentées au Comité Exécutif de l'U.R.S.I.

1. Le Comité propose de se reconstituer en un Comité Central composé du Secrétaire Général de l'U.R.S.I. et de membres désignés par les Comités Régionaux des Ursigrammes.

Quatre régions doivent être considérées actuellement (Hémisphère occidental, Europe, Eurasie, Extrême Orient). Jusqu'à ce que d'autres désignations soient effectuées, les membres seront MM. Lejay, Uyeda, Shapley, Pushkov et le Secrétaire Général de l'U.R.S.I. Les Comités Régionaux seront formés de membres désignés par les Comités Nationaux de l'U.R.S.I. pour les pays participant au réseau des Ursigrammes. Les détails de cette nouvelle structure des Comités seront formulés ultérieurement par le Comité Central.

2. Le Comité a discuté brièvement les questions portées devant lui par le Comité Exécutif de l'U.R.S.I. au sujet d'une proposition de Service Permanent des Ursigrammes associé à la F.A.G.S. La conception d'un tel service permanent est approuvée en principe.

Comme le temps a manqué pour discuter les détails de l'organisation et du fonctionnement d'un tel service permanent, il est proposé de charger le Comité Central de poursuivre ses discussions et de présenter ses recommandations au Bureau de l'U.R.S.I., de manière à ce que la question soit au point dès la terminaison de l'A.G.I.

* * *

Le Comité Exécutif accepta ces recommandations au cours de sa réunion du 4 septembre 1957 et invita le Comité Central des Ursigrammes (C.C.U.) :

(i) à entreprendre sa reconstitution et à poursuivre ses activités suivant les principes de la recommandation 1 ;

(ii) à continuer ses discussions sur l'adhésion d'un Service Permanent des Ursigrammes à la F.A.G.S. ;

(iii) à faire rapport sur les points (i) et (ii) au Bureau de l'U.R.S.I.

* * *

Enfin, la Résolution 2 de la Commission V, qui fut adoptée par l'Assemblée Générale est la suivante : « Un membre » de la Commission V devrait être délégué au Comité Permanent des Ursigrammes. D'après 1 (i) cette désignation est laissée au choix du Comité Central.

L'U.R.S.I.
et l'Année Géophysique Internationale

Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. :

Rapport succinct sur les activités du Comité.

Rapport sur les réunions de Boulder.

Recommandation.

Rapport de la Réunion sur l'A.G.I. tenue le 27 août 1957.

Séance du matin :

1. Remarques d'Introduction : Sir Edward V. APPLETON, Président du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.
2. Dr L. V. BERKNER, Vice-Président du Comité Spécial de l'Année Géophysique Internationale (C.S.A.G.I.).
3. Etat du programme de l'A.G.I. : Dr M. NICOLET, Secrétaire Général du C.S.A.G.I.
4. Réseaux de stations : rapports sommaires.
   - 4.1 Sondages ionosphériques verticaux : A. H. SHAPLEY.
   - 4.2 Mesures d'absorption : W. J. G. BEYNON.
   - 4.3 Vents ionosphériques : J. A. RATCLIFFE.
   - 4.4 Bruit atmosphérique : F. HORNER.
   - 4.5 Sifflements : M. G. MORGAN.
   - 4.6 Observations d'aurores par radar : A. C. B. LOVELL.
   - 4.7 Météores : A. C. B. LOVELL.
   - 4.8 Sondages par rétrodiffusion : A. M. PETERSON.
   - 4.9 Luminescence du ciel nocturne : F. E. ROACH.
   - 4.10 Etat des données de l'A.G.I. et Centres d'analyse : P. MANGE.
   - 4.11 Programme mondial et échange à court terme des données : A. H. SHAPLEY.
   - 4.12 Ursigrammes : Révérend Père P. LEJAY.
   - 4.13 Fusées et satellites pendant l'A.G.I. : L. V. BERKNER.

Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.

Rapport succinct sur l'activité du Comité depuis la dernière Assemblée Générale de l'U.R.S.I.

Au cours de la période faisant l'objet du rapport, le Comité a tenu deux réunions. Des comptes rendus complets en ont été publiés dans le *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.*, n° 94, pp. 25-44 et n° 99, pp. 30-50. Les questions principales discutées sont résumées ci-après.

Réunion de Bruxelles du 8 au 10 septembre 1955

Huit membres et dix-huit observateurs assistèrent à la réunion ; deux groupes de travail furent constitués. Le premier examina la distribution mondiale des stations ionosphériques et émit des propositions pour remplir les lacunes existantes dans le réseau mondial. L'autre groupe de travail a étudié le procédé à suivre pour arriver à l'uniformité dans le dépouillement des enregistrement de *h'f*, l'échange des données et la publication des caractéristiques de l'ionosphère pendant l'A.G.I.

Au cours de cette réunion le Comité prit des dispositions pour l'établissement d'une série de Manuels d'Instructions couvrant les principales études ionosphériques de l'A.G.I. et il émit également des propositions au sujet de la réunion, de la publication, de la mise en circulation, etc. des caractéristiques ionosphériques de l'A.G.I.

Réunion de Bruxelles du 29 au 31 aout 1956

A cette occasion neuf membres et vingt trois observateurs assistèrent aux réunions. On signala des progrès satisfaisants pour la préparation des Manuels d'Instructions de l'A.G.I., ainsi qu'une liste détaillée complète des stations ionosphériques avec des tables des angles du soleil au zénith pour les stations ionosphériques de l'A.G.I. On constitua des groupes de travail pour discuter différents aspects du programme ionosphérique pour l'A.G.I. et des rapports furent établis couvrant les mesures de l'absorption, des vents et l'observation des siffleurs. On discuta en outre la proposition de 1955 sur l'établissement de Centres Régionaux pour les

données de l'A.G.I. Le Sous-Comité pour les Sondages Ionosphériques à Incidence Verticale présenta un rapport très complet sur les différents aspects du sujet, y compris des horaires de sondage pendant l'A.G.I., des procédés de dépouillement ainsi qu'une liste revisée des symboles à utiliser pour la réduction des ionogrammes.

On s'attend à ce que le Comité tienne une réunion au cours de la prochaine Assemblée Générale à Boulder.

W. J. G. Beynon,
Secrétaire.

Rapport sur les réunions de Boulder

Deux réunions du Comité U.R.S.I.-A.G.I. ont été tenues à Boulder, les 29 août et 3 septembre 1957, sous la présidence de Sir Edward Appleton, Président du Comité.

I. — Publication

1. — *Publications concernant les études radioélectriques de l'A.G.I.*

(cf. également par. 3)

Le Comité s'est mis d'accord sur le fait qu'une politique de libre publication des résultats de l'A.G.I. doit être encouragée. Il apparaît que la publication des études radioélectriques de l'A.G.I. peut être envisagée sous trois rubriques :

a) *Les plans* : ceux-ci furent exposés dans les compte-rendus des séances du Comité U.R.S.I.-A.G.I., et ont été publiés dans le *Bulletin d'Information de l'U.R.S.I.* Le Comité est d'accord sur le fait que, dans un but de synthèse, ces plans soient publiés à nouveau par le C.S.A.G.I. dans le volume approprié des Annales de l'A.G.I.

b) *Publication des données ionosphériques sélectionnées* : le Comité note la proposition préliminaire, émanant du Groupe de travail du C.S.A.G.I. pour les centres de données ionosphériques, d'imprimer environ trois volumes de données ionosphériques fondamentales ; il appuie cette proposition.

c) *Publication des interprétations* : le Comité accepte de parrainer la préparation, par des auteurs appropriés et dans une période d'environ trois ans à dater de la terminaison de l'A.G.I., de volumes

d'un caractère interprétatif dans lesquels une revue cohérente des résultats publiés de l'A.G.I. dans le domaine radioscientifique pourrait être donnée.

2. — *Bibliographie des Publications Radioélectriques de l'A.G.I.*

Le Comité discute de la préparation et de la publication, par l'U.R.S.I., d'une bibliographie des publications de l'A.G.I. dans le domaine radioscientifique ; il apparaît que cette question peut être envisagée d'une manière adéquate par le Comité des publications du C.S.A.G.I., et aucune mesure n'est donc prise la concernant.

3. — *Rapport sur les séances consacrées à l'A.G.I. pendant l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I.*

Le Président note le succès considérable de la séance consacrée à l'A.G.I., tenue à Boulder le 27 août ; le Comité décide de recommander au Comité Exécutif que le rapport sur la réunion du matin soit publié dans les Comptes Rendus de la XIIe Assemblée Générale.

II. — Sous-Commission de l'U.R.S.I. pour les sondages ionosphériques a incidence verticale a l'échelle mondiale

Le Président de cette Sous-Commission (M. A. H. Shapley) fait rapport sur les activités récentes de son groupe ; le maintien d'un contact direct entre la Sous-Commission et les stations ionosphériques participantes est jugé essentiel pendant l'A.G.I. afin de sauvegarder l'homogénéité des données ionosphériques. Le Comité est d'accord sur la proposition de demander aux Comités Nationaux de l'A.G.I. de faciliter de tels contacts pendant la durée de l'A.G.I.

Il est porté à la connaissance du Comité que certaines stations ionosphériques ne fonctionnent pas suivant le plan prévu ; le Comité U.R.S.I.-A.G.I. est d'accord pour attirer d'urgence l'attention des Comités Nationaux sur la nécessité d'assurer le plein fonctionnement de toutes les stations dans le délai le plus bref.

Il est décidé que le Sous-Comité des sondages à l'échelle mondiale continuera ses activités jusqu'à la reconstitution de la Sous-Commission IIIa de l'U.R.S.I., probablement à la prochaine

Assemblée Générale. Il est également décidé que le Sous-Comité devrait être constitué de membres désignés par les Comités Nationaux, de membres éventuels cooptés par le Président, et d'un Comité Exécutif de la composition suivante : Shapley, Rawer, Aono, Piggott, Turner, Mednikova.

III. — Coopération dans certaines études ionosphériques de l'A.G.I.

La question de l'appui de l'U.R.S.I. aux groupes de chercheurs de l'A.G.I. désirant coopérer à certaines études (p. ex. celles des vents ionosphériques) est discutée ; il est décidé que le Comité U.R.S.I.-A.G.I. encouragera cette coopération. De plus, pour le cas où des difficultés concernant la publication des résultats de telles études coopératives se manifesteraient, le Comité U.R.S.I.-A.G.I. recommande que l'U.R.S.I. publie ces résultats sous la forme d'un Rapport Spécial.

IV. — Liste des stations ionosphériques, compulsée par l'U.R.S.I.

Le Secrétaire fait rapport sur la situation actuelle de ce travail ; il est souhaité que la publication du volume soit faite le plus tôt possible. Il est suggéré qu'ultérieurement, des informations sur l'inclinaison magnétique aux altitudes de 100, 200 et 300 km soient inclues dans ce Compendium mais que la publication de celui-ci ne soit pas retardée du fait.

V. — Mandats de recherche pour l'A.G.I.

Le Comité discute de la possibilité pour les Fondations et les Organisations Scientifiques d'établir des mandats de recherche pour l'A.G.I. afin de mettre des chercheurs en mesure d'analyser les données recueillies. La recommandation suivante est adoptée par le Comité.

« Le Comité U.R.S.I.-A.G.I. est parfaitement au courant des plans déjà formulés dans beaucoup d'institutions au monde en vue d'élucider scientifiquement les observations radioélectriques de l'A.G.I. par des études théoriques. Néanmoins, vu l'occasion vaste et unique réservée par ces observations pour la compréhension géophysique, le Comité invite tous les organismes responsables

de la recherche scientifique à envisager la possibilité d'instituer des mandats spéciaux de recherche et d'étude de l'A.G.I. — de toutes les catégories depuis le stade professoral — pour l'exécution de ces recherches théoriques dans les Centres Mondiaux de données de l'A.G.I., les Universités et les Institutions similaires sur une base individuelle ou collective.

Le Comité adresse ses louanges à l'Unesco pour avoir institué des mandats spéciaux d'étudiants pour la phase opérationnelle de l'A.G.I., et fait confiance à cet organisme pour continuer à subsidier, de la même manière, des études individuelles pendant les stades ultérieurs d'élucidation scientifique. »

VI. — Comité de liquidation de l'A.G.I.

Le Comité a pris connaissance des propositions de l'I.C.S.U. en vue d'établir un Comité liquidateur de l'Année Géophysique Internationale. Ce comité commencera à fonctionner dès la dissolution du Secrétariat du C.S.A.G.I. en juillet 1959. Le Comité décide de recommander au Comité Exécutif le nom du Dr W. J. G. Beynon comme représentant du Comité liquidateur.

VII. — Activités futures du Comité U.R.S.I.-A.G.I.

Il est décidé que le Comité U.R.S.I.-A.G.I. poursuivra ses activités sur tous les sujets radioscientifiques faisant partie du cadre des études de l'A.G.I. et concernant l'analyse ultérieure des données. La prochaine réunion sera tenue en 1958. La constitution revisée est proposée, et ultérieurement adoptée par l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I.

Président : Sir Edward Appleton.

Vice-Président : Dr L. V. Berkner.

Membres : Dr H. G. Booker, Dr N. Pushkov (*), Dr Fukushima (*), Dr W. Dieminger, Dr R. L. Smith-Rose (*), M. J. A. Ratcliffe, M. A. H. Shapley, Dr Slutz (*), Dr D. F. Martyn, Dr Nicolet, R. P. Lejay, M. D. Lepechinsky, Colonel E. Herbays, Dr W. J. G. Beynon, Secrétaire.

En proposant cette constitution revisée, le Comité a eu en vue la plus grande importance future des Centres Mondiaux de données ;

par conséquent, les noms marqués par un astérisque ont été présentés comme ceux des personnalités représentant les quatre Centres Mondiaux de données.

W. J. G. Beynon,
Secrétaire.

Recommandations du Comité à l'Assemblée Générale

Voir p. 100.

Rapport sur la réunion de « l'Année Géophysique Internationale » tenue le 27 août 1957 au cours de la XIIe Assemblée Générale

SÉANCE DE LA MATINÉE

1. — Remarques d'Introduction par Sir Edward Appleton (Président du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I.)

(*Traduction*)

Si mon allocution d'ouverture était un sermon — ce qu'évidemment elle n'est pas — je choisirais comme texte une sentence tirée du Livre de Job, chap. 12, verset 8, qui dit : « Parle à la Terre et elle t'enseignera ». Parce qu'au cours de cette réunion pour l'A.G.I., nous traiterons des questions d'ordre radio-scientifique que nous nous sommes proposés de poser à la terre et à son atmosphère. Nous parlerons en fait de deux questions que nous avons formulées et de la façon et du moment que nous avons choisis pour les poser.

Je suis sûr que je parle au nom de chacun des membres du Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. lorsque j'exprime combien nous apprécions l'occasion qui nous est donnée de rendre compte de notre gestion à notre organisation-mère.

Il y a exactement 7 ans, au cours de la réunion tenue à Bruxelles du 4 au 6 septembre 1950 par la Commission Mixte de l'Ionosphère, une proposition formulée dans un rapport motivé soulignait

l'intérêt d'organiser une troisième Année Polaire Internationale 1957-1958.

Cependant, alors que la proposition concernait une Année Polaire, le rapport comprenait ces mots : « Il faudrait peut-être mettre en lumière le fait que l'expression « Année Polaire » contenue dans ce document, n'implique pas uniquement un programme d'observations spéciales faites dans la région polaire, mais une coopération de tous les observateurs dispersés sur toutes les latitudes en vue d'établir une coopération, la plus étroite possible, pour donner une vue d'ensemble de phénomènes géophysiques à l'échelle mondiale. Il est entendu que le problème de l'Antarctique recevrait toute l'attention qu'il mérite ». De plus le rapport recommandait d'inviter l'I.C.S.U. à établir un comité de coordination pour encourager l'établissement d'un réseau approprié de stations d'observations, par l'intermédiaire des différentes Unions et de leurs Comités Nationaux. Une recommandation spéciale concernait la mise en service d'un Secrétariat central semi-permanent. Cette proposition de la Commission Mixte allait heureusement mettre en action des organismes plus influents — notre propre Union Radio Scientifique par exemple ; et l'U.R.S.I., par l'intermédiaire de sa Commission de l'Ionosphère, l'approuva le même mois à sa réunion de Zurich ; il fut fait appel aux Unions intéressées et plus particulièrement au Conseil International des Unions Scientifiques.

Une mesure particulièrement appropriée à mon avis fut celle de désigner notre propre Secrétaire Général, le Colonel Herbays, comme Secrétaire du Groupe de Travail de l'I.C.S.U. formé en 1952 afin d'établir le programme de l'A.G.I. ; dès ce moment, en effet, et avec l'approbation de tous, il fut décidé d'organiser une « Année Géophysique », et non pas seulement une « Année Polaire ». Cet organisme tint sa première réunion en 1952 à Bruxelles, dans les bureaux du Secrétariat Général de l'U.R.S.I.

Cette même année 1952, à l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I. à Sydney, en Australie, notre Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I., déjà désigné en 1950, était constitué définitivement, le Dr Beynon étant confirmé dans ses fonctions de Secrétaire et Sir Edward Appleton dans celles de Président.

J'ai mis en avant le nom du Dr Beynon, et ceci pour une très bonne raison. C'est en effet grâce à son dévouement total, à sa détermination dans la poursuite du but à atteindre, à l'énergie

qu'il a dépensée sans compter depuis 5 ans, que votre Comité est capable aujourd'hui de vous présenter un rapport aussi impressionnant sur ses travaux et les résultats obtenus. J'aurai plus tard l'occasion de citer d'autres noms importants — et spécialement celui de M. Shapley — mais je suis certain qu'il serait le premier à approuver ma reconnaissance au Dr Beynon. Je n'ai plus que quelques mots à dire au sujet de l'historique de l'organisation générale de l'A.G.I.

En 1953, dans la même salle du Palais des Académies de Bruxelles où les premières propositions originales avaient été formulées par la Commission mixte de l'Ionosphère, le Comité Spécial de l'A.G.I. a tenu sa première Assemblée Plénière. Au cours de cette Assemblée, les responsabilités du Groupe de Travail de l'I.C.S.U. ont été assignées à un nouvel organisme, le C.S.A.G.I., dont le Président et le Vice-Président, respectivement le Prof. Chapman et le Rear-Admiral Berkner, étaient en fait ceux qui avaient introduit le sujet de l'Année Géophysique à la première réunion de la Commission de l'Ionosphère que j'ai mentionnée plus haut. En même temps, le Dr Nicolet était mis à la tête du Secrétariat établi en Belgique. Il nous est agréable aujourd'hui de nous rappeler l'intérêt radio-scientifique que ces trois personnes ont témoigné, et de les accueillir comme orateurs principaux dans notre discussion de ce matin. Lorsque le C.S.A.G.I. fut fondé en 1953, le Dr Beynon, déjà notre Secrétaire, en fut nommé membre avec le rôle de Rapporteur pour le groupe V, l'Ionosphère.

De cette façon, les travaux de notre propre Comité A.G.I. se sont alignés sur le programme général de C.S.A.G.I. Cependant, je voudrais faire remarquer que le programme de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I., comme nous le verrons au cours de la discussion d'aujourd'hui, n'est pas limité aux observations ionosphériques bien que de telles observations en constituent la majeure partie.

Il reste encore une question concernant l'histoire des débuts de l'A.G.I. dont je voudrais parler ce matin, et ceci pour vous rappeler qu'au cours de l'Assemblée Générale de La Haye en 1954, à l'initiative de notre Commission III (Radioélectricité Ionosphérique) l'U.R.S.I. avait adopté la résolution suivante :

« En conséquence, l'U.R.S.I. attire l'attention sur le fait qu'une extension des observations actuelles isolées, recueillies au moyen de fusées et par l'intermédiaire d'instruments portés par des

satellites artificiels, permettrait un examen continu de l'intensité du rayonnement X et ultra-violet solaire et de ses effets sur l'ionosphère, particulièrement durant les éruptions chromosphériques, en enrichissant considérablement de ce fait notre connaissance scientifique de l'atmosphère extérieure ».

J'ai été heureux de voir que le Dr Dellinger, dans un important article sur la coopération internationale dans la recherche radioscientifique, publié dans les Proceedings de l'I.R.E. l'an passé, rappelle à ses lecteurs cette première référence faite par un organisme scientifique à la valeur particulière des projets de satellites artificiels. Comme on le sait, l'entreprise par les E.U. d'un projet aussi spectaculaire a été annoncée en 1955 par le Président Eisenhower lui-même ; nous avons appris depuis lors que l'U. R. S. S., a également entrepris l'organisation de méthodes similaires d'exploration géophysique pour l'A.G.I.

Je parlerai maintenant des plans actuels de l'A.G.I. dans le domaine de la Radio-Science. Nous sommes confrontés avec trois problèmes :

a) la situation des stations radioscientifiques ;

b) l'organisation de la procédure d'opération, préliminairement à l'A.G.I. ;

c) la communication par radio des informations géophysiques et autres, éventuellement destinées à influencer la procédure durant l'A.G.I. elle-même.

Chacun de ces trois sujets a fait l'objet d'une étude attentive, les deux premiers par votre Comité pour l'A.G.I. et le troisième par le Comité des Ursigrammes de l'U.R.S.I. sous la présidence du R. P. Lejay.

Le Comité pour l'A.G.I. a préconisé l'encouragement des sondages verticaux de l'ionosphère à l'échelle mondiale. A cet effet, il a appuyé de son autorité les propositions des Comités Nationaux pour la création de *nouvelles* stations de sondage, spécialement pour celles qui devaient remplir les vides existant dans la chaîne mondiale.

Un travail efficace a été réalisé dans ce domaine par le Sous-Comité que nous avons organisé en 1955, sous la présidence du Dr Smith-Rose.

D'après les informations actuelles contenues dans le répertoire

de ces stations établi par notre Secrétaire Général, le Colonel Herbays, 167 stations de sondages ionosphériques verticales fonctionnent actuellement dans le monde, 33 de ces stations étant situées dans l'Arctique et 17 dans l'Antarctique. Cependant, du point de vue essentiel de l'interprétation géophysique des résultats, qui sera améliorée dans la suite par cette opération d'ensemble, nous avons considéré l'homogénéïté des données comme un but primordial à atteindre. Nous avons donc cherché à atteindre le maximum de précision, d'uniformité et de régularité dans la production et l'interprétation des ionogrammes. Et c'est ici que j'aimerais mentionner spécialement, avec satisfaction, les travaux de notre Sous-Comité pour les Sondages Mondiaux, comité formé il y a juste deux ans et qui a eu la responsabilité de régulariser toutes les procédures établies pour atteindre ces objectifs. Sous la présidence de M. Shapley, ce Sous-Comité a apporté une contribution majeure à l'étude de l'ionosphère, étude dont l'influence dépassera considérablement le cadre de l'A.G.I. elle-même. Je choisis mes termes en disant qu'on ne pourrait pas trouver un meilleur exemple de coopération internationale dans le domaine scientifique.

Comme on le comprendra facilement, le Sous-Comité pour les Sondages Ionosphériques à l'Echelle Mondiale s'est trouvé confronté en tout premier lieu avec les différences dans la pratique des ionogrammes obtenus dans les différentes parties du monde. Le Sous-Comité a en conséquence requis l'opinion de plus de 100 stations ionosphériques sur les questions en litige. Relativement au sujet considéré comme le plus épineux, c'est-à-dire l'interprétation des ionogrammes en haute altitude, il a pu bénéficier des excellents résultats obtenus par un groupe spécial qui a consacré tous ses efforts à cette question.

En formulant ses propositions finales, préliminairement à l'A.G.I., le Sous-Comité a eu à considérer un compromis entre le désirable et le pratique. La valeur de ses propositions a été reconnue par leur adoption générale. Cependant, avec une modestie qui l'honore, le Sous-Comité reconnaît qu'il n'a pas pu aplanir toutes les difficultés avant le début de l'A.G.I. ; sur la suggestion de M. Shapley, j'ai autorisé son maintien.

La nécessité est apparue ensuite d'assurer la plus large diffusion des procédés, ce qui a eu pour premier effet d'amener votre Comité

principal à suggérer l'idée de la préparation de manuels radio pour l'A.G.I. Cependant nous avons considéré que de tels manuels devaient contenir beaucoup plus qu'une simple liste d'instructions et devaient comprendre notamment des sujets propres à maintenir ou à provoquer l'intérêt des opérateurs dans la science de base de leurs travaux de routine.

Comme la plupart d'entre vous le savent, ces manuels ont été rédigés et publiés sous la direction générale des Drs Beynon et Brown. Ils constituent le vol. III d'une série de manuels d'instructions de l'A.G.I. (le vol. III a été en fait le premier des manuels d'instructions de l'A.G.I. à être imprimé. Il a été publié avant le début de l'A.G.I. ; bien avant cela, des copies lithographiques en avaient été fournies aux stations radioélectriques). La partie I du vol. III traite des sondages ionosphériques et contient les recommandations du Sous-Comité de M. Shapley. De plus, ce Sous-Comité a supervisé l'établissement d'un atlas d'ionogrammes, document de valeur qui, par une multitude d'exemples, souligne les principes énoncés dans le rapport écrit du Sous-Comité.

Comme on sait, des sondages ionosphériques verticaux ont été effectués pendant la seconde Année Polaire Internationale de 1932-1933, mais l'équipement manuel utilisé était grossier comparé à l'équipement automatique que l'on possède actuellement. Depuis la seconde Année Polaire, une variété d'autres méthodes d'exploration géophysique par radio a été développée. Le Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. a en conséquence activement cherché à encourager l'adoption de ces méthodes sur une base mondiale. Je puis, par exemple, mentionner comme résultat que 75 stations mesurent pendant l'A.G.I. *l'absorption* ionosphérique.

D'autres études organisées doivent être faites relativement aux vents ionosphériques, au bruit atmosphérique, aux « whistlers », aux météores, à la diffusion avant et arrière, etc. Pour faciliter l'établissement de ces programmes, des expériences spéciales pré-A.G.I. ont été faites sur une base internationale en ce qui concerne l'absorption et les vents dans l'ionosphère.

De plus, des manuels d'instructions A.G.I. ont été écrits sur ces sujets par des auteurs spécialisés. Ils constituent les parties II, III et IV du vol. III que j'ai mentionné et forment avec la partie I traitant des sondages à incidence verticale une contribution remar-

quable à la littérature radioscientifique. Des traductions en français et en russe ont été faites.

Jusqu'à présent je n'ai traité que de l'opération des stations radio scientifiques. La communication des informations à ces stations par le Service des Ursigrammes sera examinée plus tard au cours de cette réunion par le R. P. Lejay.

2. — Allocution du Dr L. V. Berkner, Vice-Président du C.S.A.G.I.

(Traduction)

M. le Président, MM. les Membres de l'U.R.S.I., Messieurs,

Je prends la parole ce matin au nom du Professeur Chapman, Président du C.S.A.G.I., malheureusement empêché aujourd'hui par les charges de l'A.G.I. Mon but sera donc de parler à sa place du caractère général du programme de l'A.G I et de certains de ses aspects intéressant plus particulièrement l'U.R.S.I.

Pour nous scientifiques, l'A.G.I. nous fait considérer la Terre en tant que planète. Comme personne, à un moment donné, ne peut en avoir une vue d'ensemble, la coopération née de l'A.G.I. va permettre à de nombreux observateurs dispersés sur toute la surface du globe de synthétiser leurs observations de telle sorte que la description des phénomènes terrestres soit donnée à une échelle planétaire. Assurer le succès de telles observations revient à les soumettre à une procédure normalisée. C'est dans ce but que plusieurs groupes de travail du C.S.A.G.I. ont défini des normes dans tous les domaines où la nécessité s'en faisait sentir. Les méthodes retenues sont publiées dans les nombreux manuels qui ont paru dans les six premiers volumes des Annales de l'A.G.I.

Les premières épreuves de ces manuels sont déjà en circulation et quelques éditions définitives ont déjà paru. Tous les manuels devraient être définitivement publiés avant la fin de l'année. Une seconde condition que la description des phénomènes terrestres à l'échelle planétaire doit remplir est celle de la simultanéïté des mesures. De nombreuses observations seront faites continuellement. De plus, l'accord a été réalisé sur l'organisation d'intervalles réguliers de 10 jours désignés sous le nom d'Intervalles Météorologiques Spéciaux et prévus pour les périodes des équinoxes et des solstices.

Mais d'autres mesures plus compliquées doivent également être réalisées simultanément aux moments plus rares où se manifesteront des phénomènes géophysiques inhabituels. En conséquence, les autorités scientifiques se sont mises d'accord pour effectuer de telles observations, en suivant un calendrier de trois ou quatre jours mondiaux réguliers par mois.

Des observations spéciales du même type seront entreprises lorsque des perturbations géophysiques seront prévues à l'échelle mondiale.

Pour établir les prévisions, les observatoires solaires enverront des rapports d'activité solaire aux trois centres de Washington, Paris et Tokyo. Après analyse les données seront expédiées au Laboratoire Central de Propagation Radio du Bureau National des Standards de Washington où l'état complet de l'activité solaire sera établi.

Lorsque des régions actives apparaîtront sur le soleil, le centre d'Alerte de Washington enverra une alerte internationale par le réseau universel des communications A.G.I. (Avis d'alerte) pour avertir tous les observateurs géophysiques qu'il pourrait y avoir des éruptions solaires. Si l'activité augmente, le Centre d'Alerte annonce un Jour Mondial Spécial A.G.I. afin que les observateurs puissent se trouver à leur poste d'observation avec leur équipement le plus complet lorsque l'éruption se produit et afin qu'ils puissent suivre son développement et sa réaction sur la Terre.

Dans ces mises au point et cette simultanéïté, l'U.R.S.I. et son Comité A.G.I. ont joué le rôle principal. Le volume 3 et certaines parties d'autres manuels ont été développés sous le contrôle de l'U.R.S.I. et dans ce domaine l'A.G.I. doit beaucoup au Dr W. J. G. Beynon.

Toute la question des Jours Mondiaux et de la simultanéïté des mesures, ainsi que l'Avis A.G.I. (A.G.I.W.A.R.N.) a été développée par M. A. H. Shapley, rapporteur C.S.A.G.I. des Jours Mondiaux, avec l'étroite et inlassable collaboration des autres membres de l'U.R.S.I. Etroitement lié à ce plan, le développement du programme des Ursigrammes où il faut noter la collaboration remarquable du Président Lejay et de M. Lepechinsky.

L'A.G.I. est actuellement en cours. Elle débuta d'une façon spectaculaire avec une série d'éruptions solaires suivies de fortes perturbations magnétiques et une aurore coïncidant avec le 1er

juillet 1957, son jour d'ouverture. Plus de 40 stations de 12 nations ont établi leurs bases dans l'Antarctique et les opérations s'y poursuivent avec vigueur. Pour la première fois dans l'histoire de la science, des cartes du temps pour le continent Antarctique entier ont été établies. Ceci prouve une extension de la coopération entre les nations collaboratrices. Dans l'Arctique, les E. U. et l'U. R. S. S. ont formé plusieurs stations sur les banquises de glace afin d'observer les phénomènes géophysiques dans les bases Antarctiques. Ces stations sont littéralement entourées par des centaines d'autres stations sur les masses de terres adjacentes à l'Océan Arctique, afin de former un réseau de stations géophysiques dans les régions Arctiques. Un énorme réseau de milliers de stations couvre toute la terre et celui-ci a été décrit dans plusieurs articles scientifiques.

Les Unions ont joué un rôle principal dans la mise au point du programme A.G.I. Tout d'abord, leurs représentants ont travaillé inlassablement comme membres et comme rapporteurs C.S.A.G.I. dans le développement du programme A.G.I. Le travail de l'U.R.S.I. est l'image même de la collaboration des Unions dans les efforts de recherches internationaux de l'A.G.I. Nous devons une profonde reconnaissance au Président, Sir Ed. Appleton, pour la sagesse et la prévoyance avec lesquelles il a guidé ce Comité, et à l'U.R.S.I. en général d'avoir bien voulu se porter garant et surtout de l'avoir financé. Le Secrétaire du Comité, le Dr Beynon, est également le rapporteur C.S.A.G.I. pour la Physique Ionosphérique et dans ce domaine il parvint, par l'intermédiaire du Comité de l'U.R.S.I., à concentrer toutes les forces de la science radio sur ce sujet. Le volume 3 des manuels A.G.I. constitue en quelque sorte le monument érigé pour couronner cet effort. De même, le Comité de l'U.R.S.I. pour l'A.G.I. joua un rôle prépondérant dans le développement des plans pour les jours mondiaux et les communications de l'A.G.I. Ses activités furent d'une valeur prodigieuse à M. Shapley, Rapporteur des Jours Mondiaux, qui est depuis longtemps membre de l'U.R.S.I. et qui parvint à utiliser avantageusement l'organisation de l'U.R.S.I. Je crois qu'il est juste de dire que l'exemple du rôle joué par l'U.R.S.I. dans le développement du programme de l'A.G.I., peut être considéré comme l'exemple idéal des relations appropriées entre les Unions et les Comités Spéciaux de l'I.C.S.U. en vue des efforts futurs de ce genre.

Le travail primordial de l'année prochaine consistera essentielle-

ment à collectionner les observations et les données conformément au plan de l'A.G.I. Les Centres d'Informations Mondiales joueront inévitablement un rôle important dans les activités qui nous occupent actuellement puisqu'ils représentent des centres rassemblant des données, pour lesquelles nous avons pris des dispositions depuis si longtemps. En parallèle avec le rassemblement de ces données, des efforts intensifs seront effectués pour synthétiser les données, pour décrire les phénomènes de la terre d'une manière nouvelle et plus complète, et pour analyser ces descriptions à l'échelle planétaire en ce qui concerne leur signification réelle.

Dans cet effort les Unions peuvent jouer un rôle vital. Nous réalisons tous que les assemblées de l'U.R.S.I. et des autres Unions traiteront spécialement des divers aspects planétaires de l'A.G.I. De plus, elles présenteront l'opportunité pour une variété de réunions sur des sujets spéciaux que les données de l'A.G.I. ouvrent maintenant à la discussion. On peut supposer que ces réunions conduiront à la publication de volumes qui décriront en détail les connaissances acquises dans chaque champ d'activité de l'A.G.I. En cela, les Unions et les Commissions Mixtes se doivent d'assurer une responsabilité majeure. Je pourrais ajouter que l'U.R.S.I., à cette assemblée, commencera sans aucun doute à envisager sérieusement les réunions qu'elle espère tenir dans la prochaine période triennale et les moyens de les financer, et qu'elle envisagera aussi des réunions mixtes avec les autres Unions, dont le sujet appartient au champ d'activité de l'U.R.S.I. Cela constituera une activité majeure de notre Union.

En conclusion, je sais que je puis parler au nom de l'ensemble de l'organisation de l'A.G.I. et de ses collaborateurs quand je vous exprime les remerciements des hommes de science pour le travail que l'U.R.S.I. et ses membres ont effectué pour organiser l'A.G.I.

D'autre part, l'U.R.S.I. doit une reconnaissance spéciale au Secrétaire général de l'A.G.I., le Prof. Nicolet, pour son effort inlassable en tant que centre de communications et d'organisation pour cette aventure scientifique. Nous pouvons dire que le succès avec lequel l'A.G.I. a été organisée et se déroule actuellement, décrit d'une manière exceptionnelle l'intégrité des hommes de science de tous les pays qui joignent les mains pour rendre possible cette étude de la terre.

3. — Aperçu du Programme de l'A.G.I., par le Dr M. Nicolet, Secrétaire Général du C.S.A.G.I.

Celui-ci donne lecture de l'article publié dans *Nature*, vol. 180, pp. 7-10, 6 juillet 1957.

4. — Rapports sommaires sur les Stations de l'A.G.I.

4.1. — Sondages ionosphériques a incidence verticale : A. H. Shapley.

Le texte de ce rapport n'a pas été fourni.

4.2. — Mesures d'absorption ionosphérique : Dr W. J. G. Beynon (Rapporteur du C.S.A.G.I. pour l'Ionosphère).

(*Traduction*)

Les sondages verticaux de l'ionosphère dont M. A. H. Shapley nous a entretenu s'intéressent à la mesure du temps de propagation des signaux réfléchis par l'ionosphère et aux variations de ce temps avec la fréquence des signaux rayonnés. Les mesures d'absorption ionosphérique concernent l'atténuation de ces signaux au cours du processus de réflexion par l'ionosphère, ou, en d'autres termes, la mesure du *coefficient de réflexion ionosphérique*

Deux méthodes existent actuellement pour étudier l'absorption ionosphérique. Dans la première, un émetteur pulsé est placé au sol et l'amplitude des signaux réfléchis par l'ionosphère est mesurée. En comparant les amplitudes des signaux réfléchis successivement, on peut déterminer le coefficient de réflexion ou si l'amplitude du signal initialement rayonné par l'émetteur est connue, la mesure de l'amplitude du signal constituant le premier écho est suffisante pour donner le coefficient de réflexion ionosphérique.

Une seconde méthode a été développée au cours de ces dernières années, dans laquelle des sources extraterrestres sont substituées aux sources placées au sol, et l'atténuation de leurs signaux pendant leur passage dans l'ionosphère est étudiée.

Je n'entrerai pas dans les détails théoriques sur l'absorption ionosphérique. Il suffit de dire qu'en général, la principale région absorbante est localisée au-dessous de la région E. Dans certains cas l'absorption ionosphérique principale peut se produire à des

niveaux plus élevés, mais le plus souvent, celle-ci se produit au-dessous d'environ 100 km d'altitude. Par conséquent, les mesures d'absorption ionosphérique nous renseignent sur cette région inférieure de l'ionosphère.

A l'occasion de la Seconde Année Polaire Internationale de 1932-1933, il n'y eut pas de mesures systématiques de l'absorption ionosphérique des ondes radioélectriques. Dans les 25 années écoulées depuis 1932, des études de routine sur l'absorption ionosphérique ont été effectuées dans un certain nombre de stations, et avec le développement de la méthode du bruit cosmique, une voie nouvelle et complémentaire a été rendue disponible. Si nous désignons respectivement par A1 et A2 ces deux méthodes (c'est-à-dire celle qui utilise un émetteur au sol et celle qui emploie un émetteur extraterrestre), nous pouvons espérer obtenir au cours de l'A.G.I. les données de 60 stations A1 et de 17 stations A2. La distribution géographique de ces stations montre qu'il existe 4 ou 5 régions pour lesquelles nous pouvons espérer obtenir un bon échantillonnage de résultats d'absorption. En Afrique, dans la zone tropicale, 9 stations utilisent la méthode A1, et il existe un groupe concentré de stations A1 en Europe. La méthode A2 est particulièrement bien adaptée à l'étude des « black out » polaires, et il existe une bonne distribution de stations A2 à l'intérieur et autour de la zone aurorale. Une chaîne de telles stations est en cours d'établissement en Alaska, et celles qui existent en Europe occidentale nous permettent d'espérer des résultats intéressants sur l'absorption ionosphérique en ces latitudes boréales. On espère que les mesures d'absorption ionosphérique dans les stations de la zone aurorale fourniront des informations complémentaires à celles obtenues par les études géomagnétiques et aurorales sur l'incidence de la radiation corpusculaire. Aux latitudes tempérées et équatoriales la méthode A2 constituerait un moyen puissant pour étudier toutes les phases des perturbations ionosphériques à début brusque (P.I.D.B.). En quelques endroits, nous trouvons les méthodes A1 et A2 utilisées côte à côte ou en des stations voisines de sorte qu'une étude des résultats obtenus simultanément par les deux méthodes doit fournir des informations sur la grandeur relative des absorptions produites à différents niveaux dans l'ionosphère.

Les principaux objectifs des mesures d'absorption ionosphérique de l'A.G.I. peuvent être résumés brièvement en ces termes :

1. Obtenir des données en beaucoup plus de stations, afin de chercher à constituer une sorte d'image mondiale de l'absorption ionosphérique.

2. Etudier la croissance et le déclin de l'absorption ionosphérique pendant les P.I.D.B. et les « black out » polaires.

3. Examiner avec plus de détails certaines anomalies, comme l'accroissement particulier de l'absorption, observé aux latitudes tempérées pendant l'hiver local.

4.3. Déplacements horizontaux dans l'ionosphère : M. J. A. Ratcliffe.

(*Traduction*)

Les mouvements horizontaux dans l'ionosphère ne peuvent être détectés par les méthodes radioélectriques que parce que des irrégularités horizontales se produisent dans les couches ionosphériques. Celles-ci prennent l'une ou l'autre des formes ci-après :

a) traînées météoriques ionisées ;

b) irrégularités aurorales ionisées ;

c) distributions aléatoires de densités électroniques plus élevées ou plus faibles ;

d) rides ou ondulations dans la stratification des électrons.

Les mesures de mouvements horizontaux sont effectuées pendant l'A.G.I. en observant les ondes réfléchies par les traînées météoriques et les aurores. Des informations utiles sont obtenues par l'étude des variations de la distance d'écho, et également par celle du déplacement dopplérien des fréquences. Les impulsions réfléchies à incidence normale par l'ionosphère sont amenées à disparaître plus ou moins rapidement par suite des irrégularités qu'elles traversent et l'observation de leur évanouissement au moyen de récepteurs relativement peu espacés fournit des informations sur les mouvements horizontaux ionosphériques. Les ondes provenant des radiosources extraterrestres et pénétrant dans les irrégularités de l'ionosphère sont sujettes à des évanouissements similaires et l'observation de telles scintillations en trois points de réception donne des informations supplémentaires pour ces irrégularités. Les « rides » dans l'ionosphère produisent des variat ons plus marquées dans les ondes reçues par les sondeurs ionosphériques, et

parfois les échos deviennent multiples. Ces phénomènes sont étudiés au moyen de récepteurs plus espacés.

Les informations ainsi obtenues pourront être utiles dans la considération des problèmes ultérieurs sur les mouvements à l'échelle mondiale. Les résultats fournis par l'étude des météores et par l'observation des évanouissements d'une onde réfléchie par la couche E donnent des informations sur les mouvements atmosphériques à des altitudes comprises entre 80 et 130 km. Ces mouvements paraissent se modifier sur la surface de la terre mais ont une composante commune, et des composantes qui varient avec la saison et l'heure du jour.

Les mouvements dans la région F sont étudiés par l'observation d'évanouissements, de rides ou de scintillation des radiosources. Le mouvement des irrégularités dans cette région est probablement causé par des forces électromagnétiques, et non par les mouvements de l'air. La question de savoir si les « rides » représentent des mouvements d'ensemble d'électrons, ou des mouvements ondulatoires se propageant dans un milieu électronique au repos n'est pas encore éclaircie. Très peu de choses sont connues sur les variations mondiales des mouvements dans la région F.

Relativement peu d'études ont été effectuées concernant les mouvements des aurores. Il apparaît avec quelques présomptions que ces mouvements ont lieu avec prédominance le long des lignes d'égale latitude magnétique, mais la question reste posée de savoir s'il s'agit d'un mouvement d'électrons ou bien d'un agent ionisant.

4.4. — Programme d'étude du bruit atmosphérique : M. F. Horner.

(*Traduction*)

Le programme d'étude du bruit atmosphérique couvre l'étude de tout bruit naturel provenant de l'atmosphère terrestre. Cette définition englobe les whistlers et autres phénomènes connexes de très basse fréquence, mais ceux-ci feront l'objet d'un rapport distinct élaboré par le Dr Morgan.

Le caractère principal du programme d'étude du bruit atmosphérique est un effort très poussé dans l'étude des variations du bruit en fonction de la fréquence, du moment du jour, de la saison, et de la position géographique. Ce programme étendu a été rendu

possible d'abord par le fait qu'un accord général a pu se réaliser, et ceci récemment seulement, sur le choix des caractéristiques à mesurer, et ensuite par la fourniture par les Etats-Unis à un certain nombre de pays d'appareillages pour la mesure de bruits.

La caractéristique principale du bruit qui sera mesurée lors de cette surveillance générale est la puissance moyenne de bruit pendant un intervalle adéquat. Actuellement, seules quelques stations mesurent directement la puissance de bruit, mais le nombre de ces stations ira en croissant graduellement et, à la fin de l'A.G.I., atteindra la vingtaine environ. On projette de maintenir ces stations en activité plusieurs années après l'A.G.I. En outre, un certain nombre d'autres stations, une vingtaine environ, effectuent des mesures dont on peut indirectement déduire la puissance de bruit.

Bien que cette puissance soit une description partielle utile du bruit, sa mesure ne suffit pas. Au cours des premiers temps de la radioélectricité, on a reconnu divers types de bruits, souffles, claquements, grincements, etc. Notre but est de décrire ces phénomènes par la mesure d'une série de paramètres statistiques. Le nombre de stations effectuant ces mesures plus complexes atteindra au moins dix.

Un autre élément que nous désirons connaître au sujet du bruit est son origine. Quelques stations enregistreront les directions d'arrivée, mais en plus, on utilisera les nombreux réseaux de stations pour la localisation des orages sur une base régulière. Ces stations sont le plus souvent mises en exploitation par des organisations météorologiques, mais il existe une nette collaboration entre l'U.R.S.I. et l'O.M.M. dans ce domaine. Beaucoup de stations utiliseront des enregistreurs simples conçus pour évaluer le nombre d'éclairs au voisinage de la station, et ceci aidera à améliorer les renseignements concernant les distributions des orages.

Nos connaissances sur le mécanisme des décharges luminescentes et sur la façon dont l'énergie électromagnétique rayonnée se propage à grande distance, doivent être améliorées. Pendant l'A.G.I. des essais répétés seront effectués pour enregistrer la variation du champ due à un éclair, simultanément en un certain nombre de stations et pour en déduire des informations concernant la source et la propagation.

D'après les distances usuelles pour lesquelles les phénomènes

présentent un intérêt, il semble adéquat que de telles mesures faites en coopération, se fassent sur une base régionale plutôt que mondiale. Comme début, on s'occupe de créer des dispositifs pour l'enregistrement des formes d'ondes des atmosphériques simultanément en une demi-douzaine de stations en zone européenne. Beaucoup d'autres stations situées dans d'autres parties du monde enregistreront les formes d'ondes des atmosphériques.

Un autre aspect du programme d'étude du bruit, aspect d'un intérêt direct pour les chercheurs étudiant l'ionosphère, est la mesure de l'élévation subite du bruit sur les très basses fréquences qui se produit lors de conditions ionosphériques perturbées.

Dans les mesures de bruit, l'interférence qui se produit entre les transmissions lors de sondages ionosphériques superposées au trafic normal occupant la plus grande partie du spectre des fréquences, augmente très fortement la difficulté de mesure lors des Jours Mondiaux dans les stations où les deux types de mesures sont effectués. Ce problème peut être partiellement résolu par l'enregistrement du bruit sur bande magnétique entre les brefs intervalles existant entre les transmissions de sondage ionosphérique et en effectuant une analyse subséquente. Mais il peut s'avérer nécessaire de concentrer le travail d'étude du bruit sur des journées autres que les Jours Mondiaux. Sur cet aspect du programme, chaque chercheur devra profiter de son expérience personnelle.

4.5. — Sifflements : Dr M. G. Morgan.

(*Traduction*)

Les sifflements constituent un phénomène terrestre unique du fait qu'ils trouvent leur origine à la surface de la terre, se propagent jusque dans les couches les plus extérieures de l'atmosphère terrestre, et sont renvoyés vers la terre. Etant donné que ces phénomènes se déroulent à une échelle mondiale, ils conviennent de façon idéale à une étude synoptique durant l'A.G.I. La théorie complète de leur génération a été décrite lors de la Xe Assemblée Générale de l'U.R.S.I. à Sydney en 1952. Depuis, la validité de cette théorie a été établie clairement et un grand nombre de détails secondaires sont à présent à l'étude.

Les sifflements proviennent de l'énergie de très basse fréquence qui est rayonnée par les éclairs. A ces fréquences, la composante extraordinaire de l'onde magnéto-ionique dans l'ionosphère est

étroitement guidée le long des lignes de flux du champ magnétique terrestre. On a trouvé qu'aux altitudes élevées, il existe une densité d'électrons suffisante pour que cette énergie soit guidée le long des lignes de flux du champ géomagnétique depuis l'endroit où elle est créée jusqu'aux couches les plus extérieures de l'atmosphère et retourne vers la terre au point magnétiquement conjugué de l'hémisphère opposé. La propagation est dispersive, et le long d'un parcours aussi long, il s'écoule un certain laps de temps entre l'arrivée des composantes de haute et de basse fréquence. Du fait que les basses fréquences arrivent progressivement plus tard, l'impulsion originale est captée comme un son de hauteur descendante appelé sifflement. Alors que l'impulsion génératrice peut n'avoir duré plus de quelques millisecondes, le sifflement peut durer une ou deux secondes.

Deux principaux groupes de stations ont été constitués pour l'étude de ce phénomène d'origine naturelle pendant l'A.G.I. :

Groupe 75° W (longitude nominale)

	Station		*Latitude approximative*
	Thule		90° N géomagnétique
	Godhavn		81
	Frobisher Bay		73
	Knob Lake		65
	Mont Joli		60
Ottawa		Halifax	57
	Hanover		55
	Washington		50
	Bermuda		43
	Gainesville		40
	Huancayo		00
	Ushuaia		40° S
	Port Lockroy		50
	Ellsworth		60

Ottawa et Halifax sont situés à l'ouest et à l'est de la ligne joignant Mont Joli et Hanover et ces quatre stations couvrent une aire située à une latitude où les sifflements sont très actifs. Cependant, deux seulement de ces stations sont actuellement en opération (Mont Joli et Ushuaia).

Groupe du Pacifique

Station	*Latitude approximative*
Kotzebue	65° N
College	65
Anchorage	60
Unalaska	60
Wakanaï	35
Toyokawa	25
Brisbane	25° S
Hobart	35
Wellington	45
Dunedin	50
Macquarie Island	65

Une seule de ces stations est actuellement en opération (Kotzebue).

Ces deux groupes sont reliés par des stations situées à :

Stanford
Seattle
Saskatoon
Boulder
Battle Creek

En Europe et en Asie des stations fonctionnent à :

Cambridge
Kootwijk
Poitiers
Moscou
Kerguelen

Les groupes 75° W et du Pacifique ont pris des dispositions pour obtenir les directions d'arrivée des atmosphériques qui produisent les sifflements dans les régions côtières de l'est et de l'ouest de l'Amérique du Nord.

Des signaux radioélectriques de très basse fréquence émis de Washington sur 15,5 kc/s ont été captés après propagation suivant le mode des sifflements au Cap Horn, et on projette de commencer une écoute routinière de ce signal pour augmenter le nombre d'observations des signaux d'origine naturelle.

En plus des sifflements, des émissions de très basse fréquence

provenant du bombardement de la terre par des particules solaires sont captées par les mêmes appareils. On suppose que ces signaux sont engendrés suivant un procédé analogue à celui qui se produit dans les tubes à ondes progressives, soit un faisceau de charges heurtant obliquement le champ géomagnétique en présence d'une atmosphère ambiante d'électrons. Les signaux transitoires qui sont créés se propagent alors vers le bas le long des lignes de champ suivant le mode des sifflements. Ces signaux peuvent consister soit en un sifflement stable, contenu dans une bande de fréquences étroite, soit en un chœur de tons musicaux dont la hauteur va croissant, également contenus dans une étroite bande de fréquences, soit encore en des formes transitoires isolées.

L'étude des émissions de très basse fréquence est d'aussi grande importance que celle des sifflements en vue de la compréhension de la nature des couches les plus extérieures de l'atmosphère terrestre. Heureusement, la nature de la propagation permet que les deux phénomènes naturels soient etudiés à l'aide du même appareillage. On effectue des enregistrements sur bande magnétique à l'aide d'un amplificateur à haut gain et à large bande connecté à une antenne. Pour des études synoptiques, on ajoute aux enregistrements des marques de temps précises.

4.6. — Etude des aurores par radar : Prof. A. C. B. Lovell.

(*Traduction*)

L'ionisation produite dans la région à 100 km d'altitude pendant les aurores est d'une importance considérable dans le programme de l'A.G.I., parce que la densité électronique est suffisamment élevée pour donner lieu à des échos radioélectriques à l'aide d'un équipement de radar relativement simple. Une chaîne mondiale de tels équipements est mise en opération durant l'A.G.I., et cela pour deux tâches principales : (i) afin d'enregistrer l'occurrence des aurores 24 h sur 24 d'une manière complémentaire aux observations photographiques et visuelles en fournissant ainsi des informations lors de conditions diurnes et de ciel couvert, (ii) afin d'étudier la nature de la diffusion des ondes radioélectriques par les diverses formes aurorales, et les relations entre échos et conditions géophysiques associées. Des stations coopérant à ce programme ont été établies dans l'Antarctique, en Amérique, au Canada, en Grande

Bretagne, en Suède et en Norvège, et des résultats importants ont déjà été obtenus.

4.7. — Etude des météores par radar : Prof. A. C. B. Lovell.

(*Traduction*)

Un nombre très élevé de météores pénètrent dans l'atmosphère terrestre chaque jour et se consument dans la région entre 80 et 120 km d'altitude. Au cours du processus d'évaporation, des traînées ionisées sont créées et diffusent les ondes radioélectriques incidentes, de sorte que les météores peuvent être observés par la technique des échos radioélectriques. Le rôle joué par l'ionisation additionnelle dans les phénomènes ionosphériques est quelque peu incertain, et l'on espère que beaucoup de ces questions importantes pourront être élucidées au cours de l'A.G.I. A cet effet, le programme des Journées mondiales a été établi de manière à tenir compte des essaims de météores, c'est-à-dire de la période d'activité météorique intense qui se présente lorsque la Terre rencontre des concentrations de débris météoriques. De plus, des équipements enregistrant d'une manière continue les échos météoriques ont été établis dans l'hémisphère boréal et austral afin de déterminer le nombre de météores entrant dans l'atmosphère à tout instant donné. Cet « indice météorique », déjà publié mensuellement à l'heure actuelle, permettra aux chercheurs ionosphéristes de relier leurs résultats aux phénomènes météoriques.

4.8. — Sondages par diffusion arrière : Dr A. M. Peterson.

(*Traduction*)

Le sondage de l'ionosphère par diffusion arrière est une méthode utilisant des pulsations de radar sous incidence oblique pour l'étude des couches régulières, de la couche sporadique E et de diverses irrégularités qui se produisent au sein de l'ionosphère. Alors que les sondages ionosphériques à incidence verticale enregistrent dans les détails uniquement les événements qui se produisent à la verticale du lieu, les sondages par diffusion permettent la surveillance à partir d'un emplacement unique d'une région considérable de l'ionosphère, mais de façon plus grossière. De plus, les sondages par diffusion facilitent l'étude des classes d'irrégularités

ionosphériques qui, à cause de leur forme et de leur distribution dans l'espace, présentent une sensibilité d'aspect et ne peuvent être observées que sous une incidence oblique.

Une grande variété de sondeurs avec des caractéristiques nettement différentes ont été utilisés avec succès lors de sondages par diffusion. Deux types de sondeurs ont été développés, le « sondeur à fréquence fixe » et « le sondeur à balayage de fréquence ».

Les sondeurs à fréquence fixe ont été utilisés pour des transmissions sur une ou plusieurs fréquences fixes, en utilisant des antennes directives orientables et quelques moyens adéquats de représentation et d'enregistrement des renseignements. Alors qu'une simple représentation distance-temps ou de type A suffira lorsque l'intérêt se porte sur la mesure des conditions le long d'un trajet déterminé, pour une représentation plus pratique des conditions le long d'un grand nombre de trajets, une représentation par position dans le plan « P.P.I. » est préférable. Lorsqu'on utilise une représentation « P.P.I. », il se forme sur l'écran du tube à rayons cathodiques un diagramme polaire distance-azimut. Ce diagramme peut ensuite être photographié pour fournir un document permanent.

Les sondeurs à balayage de fréquence sont sous plusieurs aspects semblables aux sondeurs bien connus à balayage de fréquence sous incidence verticale. Certaines modifications à l'équipement de base sont cependant nécessaires pour réussir des sondages par diffusion. On doit réaliser une antenne ou un groupe d'antennes directives et à large bande pour les transmissions sous incidence oblique. De plus, l'utilisation d'impulsions plus longues et de récepteurs à largeur de bande plus étroite que ceux utilisés dans les sondeurs à incidence verticale se révèle très souvent utile. Comme dans le cas de la plupart des mesures à entreprendre durant l'A.G. I.,il est souhaitable d'obtenir des sondages par diffusion arrière à partir de stations largement distribuées à travers le monde. Puisque le nombre de stations doit toujours être limité, quelques recommandations au sujet de l'emplacement et de l'exploitation des stations dont on pourra disposer, seront formulées. Il apparaît hautement souhaitable d'effectuer des observations simultanées à des latitudes magnétiques diverses pour vérifier la dépendance en fonction de la latitude, des irrégularités d'ionisation alignées suivant les lignes de champ, irrégularités du type auroral et égale-

ment celles du type de basse latitude (variété encore non expliquée actuellement). Une distribution de stations à des latitudes diverses serait également d'une grande utilité pour l'étude de la couche sporadique E. Cela permettrait, par exemple, l'étude du mouvement des plages d'ionisation de façon à déterminér si le mouvement se fait uniformément vers l'ouest dans tout le monde comme c'est le cas aux environs de Stanford. Un certain nombre de stations dans l'hémisphère sud seraient de grande valeur pour cette étude. Pour l'étude du mouvement et autres caractéristiques de la couche sporadique E, il sera également important de créer des groupes de stations assurant une couverture avec recouvrements de la région E à partir de plusieurs endroits simultanément. Comme une telle couverture exige des stations voisines l'une de l'autre de 1000 à 1500 km, elle ne pourra être réalisée que dans des régions d'étendue limitée. On a prévu une telle région durant l'A.G.I. dans l'ouest des Etats-Unis où existera une chaîne de treize stations. Pour une couverture continue de la couche F normale, par la technique de diffusion arrière, l'espacement des stations peut être porté à 2000-3000 km.

En résumé, nous pouvons dire que les recherches par diffusion arrière largement répandues pendant l'A.G.I. procureront d'importantes informations nouvelles concernant :

1) les couches régulières,
2) la couche sporadique E,
3) les aurores,
4) les traînées d'ionisation météorique,
5) les irrégularités, alignées suivant les lignes de champ, se produisant aux basses latitudes.

4.9. — Commentaires sur la Lumière du Ciel Nocturne a l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I. : F. E. Roach.

(*Traduction*)

Approximativement 30 stations d'observations sont ou bien en activité, ou bien projetées pour l'Année Géophysique Internationale. En général elles sont orientées à peu près suivant des méridiens. Les chaînes principales de stations sont 1) la chaîne

Europe-Afrique, 2) la chaîne de l'U. R. S. S., 3) la chaîne des Indes, 4) la chaîne Japon-Australie, 5) la chaîne américaine.

Tous les observateurs mesureront la raie verte de l'oxygène (5577 A). D'autres radiations seront observées, parmi lesquelles le doublet jaune du Sodium à 5890-5896 A, les raies rouges de l'oxygène à 6300-6364 A, et les bandes de OH spécialement intenses dans l'infra rouge proche.

Les méthodes d'observation utilisées dans l'étude de la lumière du ciel nocturne sont photographiques ou photoélectriques. Même les structures les plus brillantes impliquent, pour une étude spectrographique au moyen de spectrographes à grande ouverture, des temps de pose allant d'un quart d'heure à une heure. Les spectrographes de routine utilisés dans les études aurorales ont l'avantage d'avoir une fente recouvrant tout un cercle vertical du ciel, d'un point de l'horizon au point diamétralement opposé, en sorte que leurs résultats ont un caractère synoptique. Les photomètres photoélectriques utilisés pour les études du ciel nocturne pendant l'A.G.I. sont de deux types : 1) ceux qui observent une région fixe comme le zénith ou le pôle céleste, 2) ceux qui analysent l'ensemble du ciel suivant un programme systématique.

Le programme général de ces études consiste à obtenir l'intensité absolue de la lumière du ciel nocturne en un grand nombre de stations de manière à pouvoir établir une image synoptique du phénomène. Comme généralement les observations ne sont possibles qu'en l'absence de lumière lunaire ou de nuages, une fraction seulement (1/3 à 1/5) des heures nocturnes pourra fournir des résultats utilisables en une station donnée. Il y aura donc beaucoup moins de données pour construire cette image mondiale que dans des disciplines comme celles des sondages ionosphériques verticaux, par exemple, où les observations peuvent être effectuées d'une manière continue indépendamment des conditions extérieures.

L'interprétation physique de la lumière du ciel nocturne dépendra du nombre de données quantitatives recueillies en un grand nombre de stations de l'A.G.I. Les résultats actuels des recherches, au début de l'A.G.I., suggèrent que la compréhension du phénomène de luminescence contribuera d'une manière fondamentale à la connaissance de la structure et de la dynamique de la haute atmosphère.

1.10. — Les centres de données mondiales de l'A.G.I. : Dr P. Mange.

4.11. — Le programme des Journées mondiales de l'A.G.I. : M. A. H. Shapley.

(Ces contributions n'ont pas été reçues).

4.12. — Le rôle des Ursigrammes au cours de l'Année Géophysique : R. P. Lejay (Président du Comité Permanent des Ursigrammes).

Le Service des Ursigrammes est appelé à jouer au cours de l'Année Géophysique un double rôle :

1° Il doit intervenir pour assurer la transmission rapide des données nécessaires pour l'établissement des prévisions d'alertes et de perturbations ionosphériques.

Il contribuera en partie à fournir au centre de Boulder les données nécessaires. Son organisation lui permet en effet de rassembler les renseignements fournis par les observatoires magnétiques et solaires dans chaque région et d'en transmettre dans les délais les plus brefs l'essentiel vers les Etats-Unis.

Le rassemblement des données régionales et les échanges quotidiens entre les organismes chargés des Ursigrammes permettent de plus à chacun de ces organismes d'établir leurs propres pronostics soit en vue d'une utilisation directe comme il sera dit plus loin, soit en vue d'une transmission à Boulder, à titre d'information.

2° Les données géophysiques et solaires ont un intérêt croissant pour les institutions et les stations particulières, quelquefois complètement isolées, qui participent aux observations de l'A.G.I. et qui, sans ces renseignements détaillés, seraient dans l'obligation de suivre aveuglément les décisions qui leur seraient communiquées sans pouvoir en saisir le motif. Les Ursigrammes leur permettent de suivre les phénomènes, et il est hors de doute qu'ainsi les personnels des observatoires qui, très souvent, ne sont pas de simples exécutants mais des scientifiques qualifiés, y trouveront un nouvel intérêt.

Un avantage sera tiré éventuellement par les observateurs de la connaissance précise de l'évolution des phénomènes. Ils pourront en effet utiliser cette vue d'ensemble immédiatement, dans la conduite de leurs propres observations en prenant les dispositions

nécessaires et adapter leur propre programme suivant les circonstances variables, suivant les disciplines et les recherches poursuivies, en complément des observations exigées par les décisions internationales.

La principale préoccupation du Comité des Ursigrammes et la plus grande difficulté qu'il a dû surmonter ont été de chercher à mettre sur pied une organisation unique qui puisse donner satisfaction à la fois aux services de prévision, aux observatoires et aux utilisateurs scientifiques, dont les exigences étaient en certains cas contradictoires. Il fallait tenir compte dans l'élaboration des codes du choix des observations possibles pour les observatoires dans les délais voulus par les prévisionnistes, des heures d'observation et de dépouillement, et des heures locales d'établissement de prévisions.

Au cours de nombreux échanges de vues, un accord général a pu être conclu. Un système de code unique, assez souple pour être complété au besoin, a pu être établi et admis universellement, comportant des variantes de manière à s'adapter à toutes les situations.

L'accroissement tant des données transmises, du nombre de stations d'observation et du nombre d'utilisateurs a entraîné un développement des moyens de transmission modernisés et complétés. Une aide efficace a été obtenue des Service de Télécommunications en de nombreux pays. Ainsi, l'Année Géophysique aura été l'occasion d'un développement considérable du Service des Ursigrammes, qui aura largement profité de l'effort international, tandis que, réciproquement, il aura apporté à l'A.G.I., l'aide d'une puissante organisation, déjà rodée. Les progrès accomplis ne laissent aucun doute que le Service des Ursigrammes devienne encore plus efficient et plus rapide et ne réponde aux exigences de plus en plus nombreuses des intéressés dans un nombre croissant de différentes Nations, aujourd'hui plus de la moitié des pays adhérents à l'U.R.S.I.

4.13. — Fusées et Satellites pendant l'A.G.I. : Dr L. V. Berkner (Rapporteur du C.S.A.G.I. pour les Fusées et Satellites).

(*Traduction*)

M. le Président, MM. les Membres de l'U.R.S.I., Messieurs,

Je suis heureux de vous exposer les progrès réalisés et les plans élaborés concernant le programme de lancement de fusées et de

satellites pendant l'A.G.I. Vers la fin de cette année sera publié le Manuel des Fusées et Satellites (Volume VI des Annales de l'A.G.I.) qui donnera des informations complètes sur le programme des Fusées et Satellites, mais en attendant, je saisis cette occasion pour vous présenter les caractéristiques de ce porgramme tel qu'il est organisé à ce jour.

Dans le domaine des fusées, nous pouvons prévoir une étude des couches les plus externes de l'atmosphère à l'aide de fusées, étude la plus étendue qui ait été effectuée jusqu'à présent. Des programmes de lancement de fusées ont été présentés par l'Australie, la France, la Grande-Bretagne, le Japon, les Etats-Unis et l'U.R.S.S. Cet après-midi, les diverses nations décriront ces programmes dans les détails. C'est pourquoi, mon rapport concernant le programme relatif aux fusées se bornera à un bref sommaire.

Pendant la période pré-A.G.I., un certain nombre de nations a déjà procédé au lancement de fusées qui ont permis des observations très significatives. Je sais, par exemple, que le Dr Freidman décrira, au cours de cette réunion, les premières observations recueillies sur les rayons X durant le développement d'une éruption chromosphérique, observations effectuées dans le cadre du programme pré-A.G.I. de lancement.

Le programme relatif aux fusées comprendra le lancement de fusées à partir de l'Arctique jusqu'à l'Antarctique en passant par les régions tempérées et équatoriales. Ces observations seront dirigées sur des sujets intéressant les membres de l'U.R.S.I. et engloberont l'étude du géomagnétisme, des aurores, de la lumière du ciel nocturne, de l'atmosphère externe et de la météorologie atmosphérique extérieure générale, de la physique de l'ionosphère, des poussières météoriques, du rayonnement solaire ultraviolet et X, et de beaucoup de phénomènes connexes relatifs à l'exosphère et à l'espace entourant la terre. Les fusées qui seront lancées auront des équipements de grandes dimensions, capables d'emporter plusieurs centaines de livres d'appareils scientifiques, comme l'Aerobee des E. U., les fusées météorologiques et géophysiques de l'U. R. S. S. et la Skylark de la Grande-Bretagne, en passant par les fusées plus petites, la Kappa et la Sigma du Japon comportant une tête pourvue de façon ingénieuse d'instruments scientifiques, jusqu'aux fusées relativement peu coûteuses et légères destinées à être larguées de ballons par diverses nations.

Le programme relatif aux fusées revêt une signification particulière du fait de l'obtention de mesures sur une section transversale de l'atmosphère, mesures qui rattacheront nos observations à partir de la surface de la terre aux observations plus continues qui seront effectuées par les satellites sur leurs orbites en deçà de l'exosphère et au-dessus des régions principales de l'ionosphère.

Nous tournant maintenant vers les satellites terrestres pourvus d'instruments, nous pouvons rappeler qu'il y a trois ans exactement, l'U.R.S.I., lors de son Assemblée Générale à La Haye, avait adopté la résolution suivante :

« L'U.R.S.I. reconnaît l'extrême importance d'observations continues du rayonnement extraterrestre au-dessus de la région E, spécialement lors de la prochaine A.G.I. En conséquence, l'U.R.S.I. attire l'attention sur le fait que l'extension, au moyen de satellites terrestres emportant un appareillage scientifique, des observations isolées actuelles par fusées permettra une mesure continue de l'intensité du rayonnement solaire ultra-violet et des rayons X, et de leurs effets sur l'ionosphère, particulièrement durant les éruptions solaires, et de ce fait, accroîtra nos connaissances sur les couches les plus externes de l'atmosphère ».

Deux nations ont répondu à cette résolution et ont annoncé leur intention de lancer des satellites équipés d'instruments de mesure dans le but de rassembler des informations d'ordre scientifique. Le 29 juillet 1955, le Président Eisenhower annonçait à Washington l'intention des Etats-Unis d'entreprendre cette tâche dans le cadre de l'A.G.I. Le 11 septembre 1956, à Barcelone, l'Académicien I. P. Bardin, Président du Comité de l'A.G.I. de l'U.R.S.S., annonçait de même l'intention de l'U.R.S.S. de lancer des satellites similaires. Cette mise en œuvre d'une résolution de l'Union est une preuve de la force de la science internationale agissant par l'intermédiaire de ses Unions.

Depuis ces annonces, le programme de lancement de ces véhicules a été élaboré avec énergie. Ce programme a comporté, non seulement la réalisation des satellites contenant les divers appareillages expérimentaux, mais également un immense effort au sujet du véhicule pour lancer ce satellite, des moyens de guidage pour placer l'engin sur une orbite adéquate, des moyens d'enregistrer les informations scientifiques que le satellite rassemble sur son

trajet, et finalement au sujet des moyens à mettre en œuvre pour suivre avec précision le satellite dans ses révolutions autour de la terre.

Dans les quelques mois qui ont suivi l'annonce initiale, les progrès ont été suffisants pour nous permettre de prévoir avec grande confiance que des satellites de fabrication humaine feront le tour de la terre avant la fin de la présente année.

Le satellite lui-même consistera en un réceptacle sphérique poli qui abritera les éléments permettant la réalisation de ses buts scientifiques. Parmi les éléments contenus dans le satellite, doivent se trouver en premier lieu, les appareils destinés aux expériences que l'on désire effectuer. Je discuterai de celles-ci un peu plus loin.

En second lieu, le satellite doit contenir les moyens d'enregistrer les résultats des expériences. Ces renseignements expérimentaux accumulés pendant chaque révolution autour de la Terre, sont emmagasinés, de la façon la meilleure, sous la forme d'impulsions électriques décrivant ces résultats. En outre, le satellite doit contenir un récepteur radioélectrique permettant de lui signaler le moment où il peut se décharger des renseignements emmagasinés et un émetteur radioélectrique pour envoyer sur commande ces informations vers le sol. Ces moyens de stockage, d'interrogation et de transmission sont connus sous le nom de systèmes télémétriques. Pour économiser l'énergie électrique à bord du satellite, le système télémétrique entre en action uniquement quand il est interrogé de façon adéquate par une station radioélectrique appropriée placée au sol et, sur interrogation, transmet ses informations en vue d'un enregistrement permanent. Bien entendu, le satellite pourrait émettre de façon continue, mais dans ce cas, beaucoup de renseignements seraient perdus.

Troisièmement, le satellite doit contenir une ou plusieurs balises radioélectriques, ou si vous préférez, un moyen de briller sur les longueurs d'onde radioélectriques, de façon telle qu'il puisse être vu dans le spectre des radiofréquences à l'aide de récepteurs adéquats placés au sol. Bien sûr, le satellite peut être repéré visuellement dans certaines circonstances — par exemple, une ou deux heures avant le lever ou après le coucher du soleil — lorsqu'il passe au zénith encore éclairé par le soleil. Puisqu'à un tel moment l'observateur au sol se trouvera dans l'obscurité, il verra le satellite sous l'aspect d'un faible point lumineux équivalent à la brillance

d'une étoile de cinquième magnitude lorsqu'il s'élève vers l'ouest et passe au zénith en allant vers l'est. Mais de telles observations peuvent être gênées par les nuages, et en tout cas, n'ont pas la possibilité d'être suffisamment fréquentes pour permettre de déterminer la trajectoire exacte du satellite sur le ciel. A l'aide d'une balise radioélectrique adéquate, le satellite peut être vu à n'importe quel moment par des stations radioélectriques appropriées. Avec le système de repérage « Minitrack » consistant en un radio récepteur et une antenne très spéciale et d'un type très compliqué, le satellite peut être repéré et sa position déterminée, lorsqu'il passe à quelques centaines de kilomètres de la station Minitrack, avec une précision supérieure à quelques dizaines de mètres. Je puis ajouter que cette précision est comparable à celle des observations visuelles à l'aide de caméras de Schmidt du type le plus perfectionné, caméras qui seront employées pour la détermination de la trajectoire du satellite.

Donc, le satellite contient l'appareillage expérimental, les dispositifs de stockage et de transmission des informations expérimentales, une balise radioélectrique pour permettre son repérage précis par des moyens radioélectriques, et bien entendu, des batteries pour fournir l'énergie électrique à tous ces dispositifs pendant plusieurs semaines de fonctionnement. Ces dispositifs sont contenus dans une sphère de métal brillant, sphère qui, dans la version des Etats-Unis, mesure un peu plus de 20 pouces de diamètre et pèse un peu plus de 20 livres. Evidemment on a dû faire appel aux techniques électroniques les plus avancées et les plus élaborées pour comprimer tout cet appareillage et ces batteries dans cet espace relativement restreint. Mais cette concentration n'est qu'une des difficultés de la réalisation du satellite. Il doit être conçu pour opérer dans l'espace où, à l'ombre de la Terre, sa température peut tomber aux environs de zéro absolu, mais peut être voisine du point de fusion quand il est exposé de plein fouet aux rayons du Soleil. Vous pouvez imaginer la complication extrême des problèmes de construction de l'appareillage pour que l'équilibre radiatif maintienne l'appareillage situé à l'intérieur du satellite à une température telle que ses constituants puissent encore fonctionner. Il se fait que l'or possède les propriétés de rayonnement les plus appropriées, de sorte que beaucoup de composantes internes sont dorées.

Avant d'entrer dans le détail des observations scientifiques réalisables à l'aide des satellites, permettez-moi de mentionner un ou deux aspects de leurs orbites. Les premiers satellites des Etats-Unis et de l'U. R. S. S. se déplaceront probablement suivant une direction est approximative pour profiter de l'énergie de rotation de la Terre. A l'altitude la plus proche de la surface terrestre, c'est-à-dire à son périgée, le satellite se trouvera à un peu plus de 300 milles de hauteur. Mais l'orbite sera plutôt elliptique, atteignant des distances de 600 milles et même de 2000 milles de hauteur à l'apogée. Sur ces orbites, le satellite tournera autour de la Terre avec une période de 90 à 100 minutes, c'est-à-dire environ une heure et demie, de façon à accomplir 14 ou 15 révolutions par jour. Comme les informations scientifiques doivent être répétées vers les stations interrogatrices après chaque révolution, la Terre recevra ces informations environ 15 fois par jour. Puisque la Terre tourne de 15 degrés par heure sous le satellite, sa surface se déplacera d'un peu plus de 20 degrés, soit environ 1000 milles, pour chaque révolution complète. Donc, la surface entière de la Terre sera examinée chaque jour puisqu'un satellite à 300 milles de hauteur peut explorer une bande de largeur supérieure à 1000 milles. Pour les satellites ultérieurs lancés à plus haute altitude, la période de révolution autour de la Terre sera allongée. Evidemment,notre unique satellite, la Lune, qui est distant de 240.000 milles effectue sa révolution en 28 jours. En fait, on peut concevoir qu'un satellite soit lancé à une altitude et avec une vitesse correctes de façon à ce qu'il paraisse à peu près immobile. Inévitablement, il dériverait lentement à cause d'une faible différence entre sa vitesse orbitale et la vitesse de rotation de la Terre. Un tel satellite se trouverait à une altitude correspondant à quelques rayons terrestres. On peut envisager une orbite orientée suivant la direction Nord-Sud, passant au-dessus des pôles, de sorte qu'un tel satellite n'exigerait qu'une seule station interrogatrice située en l'un des pôles, mais encore une fois, le satellite s'écarterait lentement d'une telle orbite. On peut également choisir comme orbite la trajectoire du Soleil depuis son lever jusqu'à son coucher, de sorte que le satellite soit visible en tout temps et puisse voir le Soleil continuellement. Bien entendu, on peut sélectionner une variétés d'orbites futures, chacune présentant certains avantages spécifiques pour un problème de recherches particulier.

L'extension de l'orbite vers le nord ou le sud de l'équateur ne peut être inférieure à la latitude du lieu de lancement bien qu'elle puisse être supérieure. Donc le choix du lieu de lancement impose certaines restrictions sur le choix des orbites possibles. Les Etats-Unis lanceront leurs satellites au Cap Canaveral en Floride, sur une orbite qui explorera la Terre entre les parallèles 40° nord et 40° sud. D'autre part, l'U. R. S. S. lancera ses satellites d'un point situé à 55° nord environ, sur une orbite qui explorera la Terre approximativement entre les Cercles Arctique et Antarctique. Mais les satellites de ces deux nations pourront éventuellement être lancés de façon à examiner l'entièreté de la Terre, quoiqu'il faille cependant fournir un supplément d'énergie pour un lancement nord-sud pour compenser la perte d'énergie due à la rotation de la Terre.

Après cette brève discussion au sujet du satellite lui-même, permettez-moi de me tourner vers les programmes d'expériences qui peuvent être accomplis pendant l'A.G.I. à l'aide de ce nouveau et puissant outil. Considérons tout d'abord le domaine de la météorologie.

Nous savons tous que l'atmosphère terrestre peut être considérée comme un gaz du genre de celui d'une machine thermique — une machine thermique qui reçoit du Soleil un apport d'énergie, principalement entre les latitudes moyennes et l'équateur. La région équatoriale constitue la boîte à feu et emmagasine cette énergie sous forme de vapeur à partir d'eau qu'elle vaporise. Le gaz atmosphérique subit une perte d'énergie par rayonnement vers les pôles à partir des régions de latitude moyenne. Les régions polaires sont les condenseurs de cette grande machine thermique. L'atmosphère terrestre est probablement la seule grande machine thermique utilisant un radiateur comme condenseur.

Le transfert de la chaleur, de la boîte à feu vers le condenseur implique une circulation d'énergie transportée par le gaz dans l'espace environnant — circulation qui est celle de l'atmosphère et qui régit notre temps. Une telle circulation de gaz au-dessus d'une sphère de rotation suppose le couplage de plusieurs cellules de circulation et n'a pas grande stabilité. Malheureusement, l'entrée et la sortie de chaleur de cette machine ne sont pas fixés. L'entrée fluctue suivant la modification de la couche nuageuse équatoriale qui réfléchit plus ou moins vers l'espace la chaleur

solaire incidente. La sortie dépend de la réabsorption de la chaleur rayonnée dans l'atmosphère en même temps que le contenu des gaz réabsorbants est modifié. De plus, ces variations d'entrée et de sortie ne sont pas connues, puisque des mesures synoptiques sont très rares sur les 70 pour cent de la surface terrestre non accessibles aux observations régulières (océans et régions polaires). En outre, une faible modification au-dessus des océans peut modifier localement l'apport de chaleur vers l'atmosphère ou en provenance de celle-ci. Toutes ces variations locales de l'entrée et de la sortie tendent à bouleverser la stabilité déjà précaire du flux atmosphérique. Donc la météorologie d'aujourd'hui doit prévoir le comportement d'une machine thermique dont les variations d'entrée et de sortie ne sont pas connues. Une machine qui peut développer des zones chaudes d'absorption de chaleur ou des zones froides de rayonnement excessif de chaleur dans des régions dont l'accès ne nous est pas possible.

Le développement de ces zones chaudes et froides peut jouer un rôle important dans les modifications de la circulation atmosphérique générale ou dans la formation des cyclones. Lors du transport de la chaleur des régions équatoriales vers les pôles, la circulation n'est pas aussi simple qu'elle le serait au travers d'une série de tubes. Au lieu de cela, la chaleur est transportée, par couplage, successivement, au travers d'une série de cellules, dans les régions équatoriales, les régions tempérées et les régions polaires, et cela dans chaque hémisphère. Parfois ces cellules ne transportent pas entre elles la chaleur comme elles devraient le faire, avec un délai dû au transfert de la chaleur ou à la formation de zones inhabituellement chaudes et froides ou à un rétablissement du régime d'écoulement ordinaire. Ce délai peut se prolonger longtemps, mais en cas d'arrêt, il peut y avoir des effets radicaux sur le temps. Ces effets ne peuvent être prévus ou compris avant que la totalité de la Terre ne soit observée à des intervalles très courts à l'aide de dispositifs de mesure appropriés. Le satellite nous donne la perspective de révolutionner notre puissance d'observation dans le domaine de la météorologie, et fournit au météorologiste un nouvel outil d'une puissance décuplée. Parmi les premières expériences à l'aide de satellites s'effectueront des essais de mesure de l'équilibre thermique de la Terre et des variations de cet équilibre d'un endroit à un autre. Ceci impliquera des mesures de l'albédo terrestre et

du rayonnement de la Terre aux grandes longueurs d'onde. Donc, pour la première fois, le météorologiste pourra acquérir quelques notions sur la variation d'énergie à l'entrée et à la sortie de la machine thermique atmosphérique dont il doit prévoir le comportement. Ceci ne constituera qu'un début. Peu après viendra le relevé expérimental, à intervalles courts, des systèmes de nuages et d'orages au-dessus de toute la Terre avec le tracé des variations et mouvements des systèmes orageux, et l'observation de la formation des cyclones. La localisation des zones chaudes et froides dans le sens d'une entrée excessive vers la machine thermique atmosphérique, ou d'une sortie excessive de cette machine, est certainement du domaine du possible à l'aide du satellite. Il ne serait pas difficile de compter les orages ou même le nombre d'éclairs du côté de l'hémisphère obscur de la Terre et de tracer le développement des fronts actifs. De plus, la possibilité qu'a le satellite d'explorer rapidement la Terre, d'emmagasiner et de transmettre sur demande une grande quantité de renseignements, suggérera beaucoup d'autres expériences décisives pour la météorologie. Mais peut-être, avant tout, des progrès dans nos connaissances des couches englobant la Terre seront accomplis. Il est vrai que les poussières météoriques de taille microscopique varient en densité d'un endroit à l'autre de la région balayée par la Terre sur son orbite. Ces poussières sont-elles d'une telle nature ou d'une telle abondance qu'elles puissent influencer les chutes de pluies, comme l'a suggéré Bowen ? Des expériences à l'aide de satellites permettront de mesurer la distribution des diamètres des poussières météoriques rencontrées par la Terre sur son orbite.

Permettez-moi à présent de me tourner vers des considérations sur le rayonnement solaire. Nous pensons ordinairement que le Soleil est une étoile fixe. En fait, le rayonnement visible provenant du Soleil est défini par une constante solaire. Mais le rayonnement de courte longueur d'onde, l'ultra-violet et les rayons X provenant du Soleil sont absorbés dans la haute atmosphère et ne peuvent être observés, même au sommet des plus hautes montagnes. Des observations à l'aide de fusées ont montré de très fortes variations du rayonnement solaire sur ces courtes longueurs d'onde, variations allant jusqu'à 100 fois même quand le Soleil paraît calme. Les fusées de l'A.G.I. ont enregistré un énorme accroissement d'ultra-violet et particulièrement du rayonnement X, accompagné seule-

ment de faibles manifestations visibles, par exemple une petite éruption dans la chromosphère solaire, de sorte que les rayons X de longueur d'onde de l'ordre de l'Angström pénètrent profondément à l'intérieur de l'atmosphère et peuvent être observés déjà à 35 milles d'altitude. Il est clair qu'il est important de comprendre le caractère et la variation de ce rayonnement solaire qui autrement serait invisible. Et cela, le satellite peut le faire magnifiquement. En enregistrant d'une manière continue le rayonnement à partir d'un endroit avantageux situé en dehors de l'atmosphère absorbante, le satellite peut nous fournir une description complète du caractère, de l'intensité et de la variation de ce rayonnement solaire dans la région ultra-violette et X du spectre. Nul ne peut dire où cette connaissance nous mènera. Il est certain que cela augmentera notre capacité de prédire l'efficacité des radio-communications à longue distance. Cela accroîtra certainement nos connaissances en Physique solaire ; mais la présence occasionnelle de rayons X très intenses dans les couches relativement basses de l'atmosphère peut avoir d'autres conséquences, que nous ne comprenons pas encore à l'heure actuelle.

Un troisième groupe d'expériences à effectuer par le satellite se rapporte à la composition de l'exosphère et des courants de particules qui la traversent. L'exosphère est la partie de l'atmosphère s'étendant au-dessus du niveau de la région la plus externe de l'ionosphère, soit la région F, à plus de 250 milles d'altitude. Habituellement, les observations radioélectriques de l'exosphère ne sont pas possibles à cause du rôle d'écran joué par l'ionosphère. Plusieurs phénomènes nous montrent déjà, avec une évidence croissante, que l'exosphère joue un rôle important et intéressant notre entourage général. C'est une région traversée par les rayons cosmiques déviés par le champ géomagnétique. C'est la région de premier impact, des jets de corpuscules éjectés par le Soleil, ces corpuscules qui produisent les perturbations géomagnétiques et les manifestations aurorales lorsqu'ils sont interceptés par la Terre. Il semble très vraisemblable que la couronne solaire s'étende jusqu'à l'orbite de la Terre, de sorte que l'exosphère soit la région de couplage entre la couronne et l'atmosphère terrestre. En fait, lorsqu'on demanda au Professeur Donald Manzel pourquoi les géophysiciens étaient intéressés par le Soleil, il répondit : « Parce que nous y

vivons ». Il voulait dire par là que la Terre se trouve à l'intérieur des régions externes de la couronne solaire.

Tout à fait en dehors de ces exemples classiques du rôle joué par l'exosphère sur le comportement de notre environnement, des études récentes du phénomène étrange connu sous le nom de « whistlers » ont fortement stimulé notre intérêt pour cette région qui relie notre Terre à l'espace qui l'entoure. Les « whistlers » sont des perturbations électromagnétiques de très basse fréquence — quelques centaines de kc/s — qui furent d'abord décelées sur des lignes téléphoniques dans les Alpes en 1886. Les « whistlers » proviennent d'éclairs dont le champ paraît se propager au loin dans l'espace à travers l'exosphère, le long des lignes de force du champ magnétique terrestre, en suivant ces lignes jusqu'au retour dans l'hémisphère opposé. Donc, ils sont parfois entendus comme des échos successifs espacés d'une ou deux secondes par leur réflexion d'un hémisphère vers l'autre. Assez étrangement, un écho, tardif est souvent plus puissant que l'écho original, comme si l'onde s'amplifiait au cours de sa propagation. Il s'est maintenant avéré que les « whistlers » peuvent être amplifiés dans l'exosphère. Des courants de particules venant du Soleil et interceptés par la Terre sont focalisés par le champ magnétique terrestre de manière à constituer une sorte d'amplificateur muni de tubes à ondes progressives. Les ondes de « whistlers » se déplaçant dans l'exosphère prennent de l'énergie aux courants de particules solaires et paraissent donc subir une amplification dans l'exosphère lorsque ces particules eux-mêmes paraissent engendrer des bruits radioélectriques de très basse fréquence appelés de noms caractéristiques tels que « crochets » et « souffles ».

L'exemple des « whistlers » est un de ceux qui concernent l'influence de l'exosphère et l'espace environnant sur notre entourage général ; une douzaine d'autres pourrait être citée. Il est donc très important de comprendre les relations générales de cette région où notre atmosphère est liée à un espace extérieur rempli de toutes sortes de débris.

Le satellite nous fournit les moyens d'étudier cette région externe. A l'aide de magnétomètres à protons ou de dispositifs similaires, il sera possible de mesurer la force et la direction du champ magnétique terrestre à haute altitude. Il serait possible de vérifier directement si ce champ est déformé aux hautes altitudes au-dessus de la

surface lorsqu'il est couplé aux particules occupant ou traversant l'espace situé sur la trajectoire de la Terre. Il serait possible de déterminer si la déflection des courants de particules qui nous arrivent sous l'influence du champ magnétique terrestre produisent des courants annulaires qui peuvent encercler la Terre, et de mesurer l'intensité de ces courants s'ils existent. Il serait possible d'effectuer des expériences dans les régions où les amplificateurs à ondes progressives — l'amplificateur qui renforce les « whistlers » — sont actifs.

Le satellite peut effectuer des mesures directes de l'énergie et de l'intensité des particules incidentes et des courants de particules comportant à la fois les rayons cosmiques primaires mous et durs. Je puis ajouter que ces expériences concernant les rayons cosmiques envisagées pour le satellite impliquent l'enregistrement continu du comptage des rayons cosmiques. Dans ce but, un enregistreur sur bande magnétique, pesant environ 6 onces, a été réalisé pour enregistrer cette information et pour la répéter à la station télémétrique interrogatrice lorsque le satellite passe au zénith.

Maintenant, je vais mentionner quelques expériences, qui peuvent être qualifiées de « libres » et qui peuvent être effectuées à l'aide du satellite. Ce sont des expériences qui ne requièrent aucun appareillage spécial, mais uniquement l'observation de la trajectoire du satellite et de ses perturbations. La première est la mesure de la pression atmosphérique aux hautes altitudes auxquelles le satellite se déplacera. Lors de la première conception du satellite, nous avions cru pouvoir calculer la pression atmosphérique à ces hauteurs avec un certain degré de précision. Mais depuis que le programme relatif aux satellites a été projeté, la pression a été recalculée par différents groupes scientifiques en utilisant plusieurs méthodes. Malheureusement, aujourd'hui, il est impossible d'accorder les différents groupes sur le point de savoir quelle pression atmosphérique le satellite rencontrera, même à un couple d'ordres de grandeur près. Cette pression peut être établie directement par la mesure du taux d'accélération du satellite le long de son orbite. Je désire instamment ajouter que l'importance de cette pression est décisive pour la durée de vie du satellite puisque plus la pression sera grande, plus la vie sera courte. L'incertitude sur la pression aux niveaux des orbites rend impossible la prédiction de la durée de vie avant d'avoir effectué la première expérience.

En se basant sur les estimations précédentes, la durée de vie peut aller de quelques jours dans le cas de pressions élevées, à un an et plus dans le cas où la pression serait beaucoup plus basse.

Une seconde expérience libre impliquant uniquement l'observation du satellite concerne la géodésie. Ici deux aspects distincts du mouvement orbital doivent être considérés. Le premier est un aspect dynamique et le second un aspect géométrique. Les observations dynamiques impliquent l'observation des perturbations de l'orbite du satellite au cours des rotations successives, pour en déduire des renseignements concernant les anomalies de la gravité. En liaison avec d'autres informations, ces observations peuvent nous renseigner sur la distribution de la matière à l'intérieur de la Terre. Par la méthode géométrique, c'est-à-dire l'observation précise du satellite en deux ou trois positions le long de la même orbite ou le long d'orbites successives, nous pouvons obtenir directement des informations concernant la forme du géoïde, et l'emplacement précis des points de la surface terrestre les uns par rapport aux autres. Je puis ajouter que la précision que l'on peut obtenir par ces méthodes pourrait nous permettre d'établir les mouvements de la croûte terrestre ou la dérive des continents en un laps de temps raisonnable, c'est-à-dire moins d'un siècle.

Une dernière expérience libre se rapporte à la détermination de l'ionisation totale dans l'exosphère entre l'ionosphère et le niveau du satellite. Vous vous rappellerez que le satellite emportera une balise radioélectrique ; aux faibles hauteurs apparentes, lorsque le satellite commence à monter sur l'horizon, les ondes issues de cette balise doivent traverser l'espace ionisé, en sorte qu'elles seront réfractées vers le zénith. En conséquence, au ras de l'horizon, le satellite apparaîtra au radio récepteur plus haut qu'il n'est déterminé par l'observation visuelle directe. Lorsque l'angle entre la position radioélectrique et la position visuelle est déterminé, à une hauteur connue, l'ionisation totale entre la Terre et le satellite peut être aisément calculée, puisque cette ionisation a causé une visée radioélectrique trop élevée. En soustrayant l'ionisation entre l'observateur et le maximum de l'ionosphère, ce qui est connu par d'autres mesures, il nous restera l'ionisation totale entre l'ionosphère et le satellite lui-même. En une station donnée, le satellite apparaîtra sur des orbites successives échelonnées depuis 300 à peut-être 2000 milles, de sorte qu'une succession de mesures de

l'ionisation de l'exosphère aux altitudes successives pourrait nous fournir la distribution de l'ionisation dans toute l'exosphère.

Nous pourrions continuer la description de bien d'autres expériences possibles, mais je crois que je n'en mentionnerai plus qu'une, qui, bien que ne pouvant être réalisée immédiatement, présente une importance considérable. La possibilité de cette expérience est spécifiquement mentionnée dans une communication concernant le satellite russe, communication qui me fut transmise par l'Académicien Bərdin. C'est la mesure du déplacement vers le rouge dû à la gravité. Comme vous le savez tous, dans l'étude de beaucoup d'aspects fondamentaux de la science, il est d'une importance vitale de déterminér si le déplacement vers le rouge dû à la gravité est observé comme le prévoit la théorie d'Einstein. Toute la question des propriétés du temps, intervenant du point de vue dimensionnel dans nos théories, dépend du résultat d'une telle expérience. Une façon de l'entreprendre serait de comparer le temps relatif indiqué par deux horloges atomiques — l'une soumise au champ gravitique à la surface de la Terre et la seconde loin au-dessus de la surface de la Terre où le champ gravitique est considérablement plus faible. Récemment, en utilisant le Césium atomique, le Professeur Zacharias a développé une horloge atomique qui est théoriquement capable de donner le temps avec une précision de 10^{-12}. Bien que cette précision n'ait pas encore été atteinte (les horloges actuelles donnent une précision de 10^{-11}), l'achèvement d'une horloge atomique légère et d'une précision adéquate semble bien être du domaine des possibilités dans les prochaines années. Avec une telle précision dans la mesure du temps, le lancement d'une telle horloge dans un satellite terrestre pourrait permettre la réalisation directe de l'expérience du déplacement vers le rouge.

En conclusion, puis-je remarquer qu'il est important que la technologie la plus développée à l'heure actuelle ait été mise au service de la Science. Je suis heureux de dire que les nations participantes ont accepté de rendre librement accessibles à chacun toutes les connaissances acquises par les évolutions du satellite. A la fin de septembre 1957, une conférence sur les fusées et satellites se tiendra à Washington, conférence où nations de l'est et de l'ouest se donneront la main pour résoudre les problèmes en suspens concernant l'évolution des satellites.

L'Union Radio Scientifique Internationale peut considérer avec

fierté la part qu'elle a jouée dans l'encouragement au développement du satellite comme instrument de recherches scientifiques pacifiques pour le plus grand bénéfice de toute l'humanité.

SÉANCES DE L'APRÈS-MIDI

Quatre séances furent tenues simultanément au cours de l'après-midi, avec les programmes suivants :

1. PHYSIQUE DE L'IONOSPHÈRE (*Président* : Sir Edward V. APPLETON) :

a) l'interprétation et la réduction uniformes des ionogrammes (A. H. SHAPLEY) ;

b) distributions vraies en altitude (J. A. RATCLIFFE et E. R. SCHMERLING) ;

c) observations spéciales et analyses pour les Journées Mondiales (A. H. SHAPLEY) ;

d) mesures d'absorption au cours de l'A.G.I. (W. J. G. BEYNON) ;

e) mesures de vents ionosphériques au cours de l'A.G.I. (J. A. RATCLIFFE) ;

f) mesures de rétro-diffusion au cours de l'A.G.I. (A. M. PETERSON) ;

g) quelques résultats des Stations Antarctiques (D. LÉPÉCHINSKY ,R. W. KNECHT) ;

h) discussion sur le rassemblement et l'échange des données ionosphériques.

2. GÉOMAGNÉTISME, AURORES ET LUMIÈRE DU CIEL NOCTURNE (*Président* : F. E. ROACH) :

a) analyse synoptique des observations géomagnétiques (K. MAEDA) ;

b) interprétation des observations aurorales par radar (A. C. B. LOVELL, A. M. PETERSON) ;

c) cartes synoptiques de la lumière du ciel nocturne (F. E. ROACH) ;

d) discussion sur le rassemblement et l'échange des données.

3. Activité Solaire et Rayons Cosmiques (*Président* : W. O. Roberts) :

a) normalisation des observations courantes du bruit solaire (T. Hatanaka, M. Cohen) ;

b) surveillance des éruptions chromosphériques par leurs effets ionosphériques (A. P. Mitra) ;

c) effets solaires sur la composante cosmique neutronique (A. Weaver) ;

d) uniformité des observations et des réductions (G. Righini) ;

e) discussion sur le rassemblement et l'échange des données (R. T. Hansen).

4. Fusées et Satellites (*Président* : L. V. Berkner) :

a) introduction (L. V. Berkner) ;

b) le programme britannique-australien de sondages par fusées (L. G. H. Huxley) ;

c) le programme de sondages par fusées aux Etats-Unis (J. Carl Sneddon) ;

d) le programme japonais des fusées (K. Maeda) ;

e) le programme des satellites et des fusées en U.R.S.S. (V. A. Kotelnikov) ;

f) programmes pour satellites artificiels instrumentés (J. P. Hagen).