

Union Radio Scientifique Internationale

International Scientific Radio Union

PALAIS DES ACADEMIES, BRUXELLES

Secrétariat Général : 54, avenue des Arts, Bruxelles

Recueil des Travaux de l'Assemblée Générale tenue à Copenhague en Mai-Juin 1931

Papers of the General Assembly held in Copenhagen in May-June 1931

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION	2
SÉANCE INAUGURALE	2
COMMISSION I. — Introduction	12
Travaux	13
Annexes	16
COMMISSION II. — Introduction	31
Travaux	32
Annexes	38
COMMISSION III — Introduction	56
Travaux	57
Annexes	59
COMMISSION IV. — Introduction	75
Travaux	76
Annexes	80
COMMISSION V. — Introduction	93
Travaux	94
Annexes	96
SÉANCES PUBLIQUES	106
ASSEMBLÉE GÉNÉRALE	107

TABLE OF CONTENTS

	Pages.
INTRODUCTION	2
OPENING SESSION	2
COMMISSION I. — Introduction	12
Works	13
Annexes	16
COMMISSION II. — Introduction	31
Works	32
Annexes	38
COMMISSION III — Introduction	56
Works	57
Annexes	59
COMMISSION IV. — Introduction	75
Works	76
Annexes	80
COMMISSION V. — Introduction	93
Works	94
Annexes	96
PUBLIC SESSIONS	106
GENERAL ASSEMBLY	107

INTRODUCTION

L'Assemblée Générale de l'U. R. S. I., tenue en mai-juin 1931 à Copenhague, comportait, outre l'Assemblée Générale proprement dite, des séances des cinq Commissions de l'U. R. S. I. et des séances publiques.

Les séances plénières ainsi que les séances publiques furent présidées par M. le Général Ferrié, Président de l'U. R. S. I.

Les délégués officiels des pays adhérents étaient les suivants :

Belgique : MM. l'Ingénieur R. BRAILLARD, le Prof^r E. DI-VOIRE, le Dr R.-B. GOLDSCHMIDT, le Prof^r CH. MANNE-BACK et l'Ingénieur J. MARIQUE ;

Danemark : MM. l'Ingénieur K. CHRISTIANSEN, le Prof^r KNUDSEN, le Prof^r LA COUR, le Prof^r A. LARSEN, le Prof^r Dr P. O. PEDERSEN, le Dr V. POULSEN et l'Ingénieur SCHOU ;

Etats-Unis d'Amérique : MM. le Dr L. W. AUSTIN, L. A. BRIGGS, le Prof^r Dr CHAFFEE, le Dr J. H. DELLINGER, le Major-Général G. O. SQUIER et le Dr W. WILSON ;

France : MM. le Général G. FERRIÉ, P. BRENOT, le Commandant R. BUREAU, le Prof^r R. JOUAUST, le Colonel L. JULIEN, l'Ingénieur M. LATOUR, l'Ingénieur LE CORBEILLER, le Prof^r R. MESNY et l'Ingénieur E. PICAULT ;

Grande-Bretagne : MM. le Prof^r E. V. APPLETON, le Prof^r S. CHAPMAN, le Dr D. W. DYE, le Dr R. L. SMITH-ROSE, le Dr E. H. RAYNER et le Dr R. A. WATSON-WATT ;

Italie : MM. le Lieutenant-Colonel F. AMOROSO, l'Ingénieur C. BACCHINI, le Commandant Ingénieur T. GORIO, le Major Chevalier A. MARINO et le Commandant Chevalier U. RUELLE ;

Japon : MM. le Capitaine M. HATTORI, l'Ingénieur Y. ITOW, l'Ingénieur Y. KUSUNOSE, le Dr H. NAGAOKA, l'Ingénieur T. NAKAGAMI et le Lieutenant-Commandant TANI ;

Pays-Bas : MM. A. DUBOIS et le Dr B. VAN DER POL ;

Suède : M. le Prof^r PLEYEL ;

Suisse : M. le Dr Ingénieur LUGEON.

L'Allemagne n'était pas représentée officiellement à l'Assemblée, mais M. le Professeur Dr K. W. Wagner y représentait les milieux scientifiques allemands.

Le *Secrétariat Général* était représenté par M. le Dr R. B. Goldschmidt, Secrétaire Général et le Capitaine Dorsimont.

Séance inaugurale du lundi 28 mai 1931

Opening Session, Thursday, May 28, 1931

M. le Prof^r P. O. PEDERSEN ouvre la session et prononce l'allocution suivante :

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESSIEURS,

J'ai l'honneur, au nom du Comité Danois, de souhaiter à tous les membres de l'Union Radio-Scientifique Internationale une très cordiale bienvenue.

Le nombre et l'étendue des réunions internationales a été en augmentant continuellement pendant ces dernières années et cet essor a été considéré de bien des côtés avec un peu de scepticisme qui n'est peut-être pas entièrement injustifié. Toutefois, en ce qui nous concerne, le cas

est clair et net : les problèmes mêmes dont nous nous occupons, comme par exemple la propagation des ondes radio-électriques, ne peuvent absolument pas être résolus nationalement, mais exigent, vu leur nature, une collaboration internationale. Je serais même tenté de dire qu'il serait désirable que nous entraînions dans cette collaboration quelques-unes des autres planètes, mais, malheureusement, je crois que nos chances sont minimes sur ce point. J'ose en tout cas espérer que les nations qui ne se sont pas encore ralliées à notre Union le feront sans trop tarder.

Pour terminer, j'exprime des vœux ardents pour que l'Assemblée de l'U. R. S. I., qui nous

réunit aujourd'hui, puisse encore marquer à son actif une somme importante de travail utile et fécond pour la radiotechnique.

Enfin, j'ai l'agréable devoir de prier notre Président célèbre, M. le Général Ferrié, de vouloir bien accepter, dès maintenant, la présidence de cette réunion.

M. le Président répond aux souhaits de bienvenue qui lui sont exprimés et dit combien tous les assistants sont heureux d'être réunis à Copenhague sous la présidence d'un savant éminent tel que le Prof^r Pedersen et avec le concours du célèbre Prof^r Poulsen. Il faut remarquer que la tâche imposée à l'U. R. S. I. est particulièrement difficile attendu qu'elle s'adresse à des phénomènes fugitifs et sans cesse variables qui exigent, pour être observés, une collaboration internationale.

Il cite l'exemple de la recherche par Schwabe de la périodicité des phénomènes solaires et espère qu'avec les méthodes scientifiques actuelles et la coopération mondiale, la recherche des périodes de variation des phénomènes de la radiotechnique donnera plus rapidement des résultats satisfaisants.

Il passe ensuite la parole au Secrétaire Général, M. le D^r R. GOLDSCHMIDT, et le prie de donner lecture de son rapport.

**RAPPORT DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL
SUR L'ACTIVITÉ DE L'U. R. S. I.
DE 1928 A 1931.**

**REPORT OF THE GENERAL SECRETARY
ON THE ACTIVITY OF THE U. R. S. I.
FROM 1928 TO 1931.**

Depuis l'Assemblée Générale qui s'est tenue à Bruxelles en septembre 1928, l'U. R. S. I. a continué à déployer une grande activité, ainsi qu'il ressort du nombre et de la valeur scientifique des rapports et des travaux dont le Secrétariat Général a été saisi et qu'il a mis en circulation ⁽¹⁾.

Pays adhérents. — Lors de l'Assemblée Générale de 1928, le nombre de pays adhérents était

de 11, à savoir : AUSTRALIE, BELGIQUE, ÉTATS-UNIS, FRANCE, GRANDE-BRETAGNE, ITALIE, JAPON, NORVÈGE, PAYS-BAS, PORTUGAL, UNION SUD-AFRICAINE.

Quatre nouveaux Comités Nationaux ont été constitués depuis dans le cadre des statuts prévus par le Conseil International de Recherches, et nous avons été heureux de pouvoir notifier leur adhésion en attendant que celle-ci soit ratifiée par le Comité Exécutif.

Les nouveaux pays adhérents sont : le DANEMARK, la NOUVELLE-ZÉLANDE, la SUISSE et la SUÈDE. Je suis certainement votre interprète en saluant et en souhaitant la bienvenue aux délégués de ces Comités.

Nous avons eu, par contre, à déplorer l'élimination d'un Comité National dont la collaboration nous avait toujours été précieuse, le Comité National Australien, qui a été dissout en raison des difficultés financières considérables que rencontre actuellement ce pays. Convaincus d'avoir, ici encore, été vos interprètes, nous avons transmis aux éminentes personnalités qui composaient ce Comité National, les vifs regrets que l'U. R. S. I. ressent en perdant leur collaboration et nous les avons assurées que lorsque, par suite de circonstances nouvelles, le Comité National Australien pourra être reconstitué, notre Union sera heureuse de renouer des relations auxquelles elle attachait le plus grand prix.

Nous vous proposons, par mesure exceptionnelle, de continuer en faveur des membres du Comité National Australien, et à titre personnel, la communication des documents et des correspondances générales de l'U. R. S. I. En agissant ainsi, non seulement nous marquerons aux savants australiens l'importance que nous attachons à leur appui, mais nous faciliterons, en même temps, la reprise effective d'une collaboration internationale avec eux lorsque les circonstances se présenteront plus favorablement.

Quoiqu'il en soit, la progression du nombre de Comités Nationaux affiliés à notre Union témoigne de l'intérêt qui se rattache à ses travaux et constitue un encouragement en faveur de leur poursuite et de leur développement.

Le Secrétariat Général continue, d'autre part, par les négociations déjà entamées à Washington en vue d'obtenir d'autres adhésions.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 7.

Réunions tenues par l'U. R. S. I. depuis 1928.

— L'U. R. S. I. a participé effectivement aux travaux du Comité Consultatif International Technique des Communications Radioélectriques (C. C. I. R.) qui s'est réuni à La Haye en septembre 1929. Grâce à l'aimable intervention de nos collègues du Comité National Néerlandais, notre Union a pu être représentée à La Haye par une délégation composée de notre Président, M. le Général Ferrié, et de votre Secrétaire Général, ainsi que de plusieurs personnalités appartenant aux différents Comités Nationaux et au Secrétariat Général.

Plusieurs membres de la Commission financière s'étant trouvés réunis à cette occasion, celle-ci a pu procéder à des délibérations dont le compte-rendu a été envoyé aux différents Comités Nationaux.

En août dernier, grâce à l'initiative de M. le Prof^r Kennelly, Président de la IV^e Commission, celle-ci a tenu à Stockholm, à l'occasion de la IV^e Assemblée Générale de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale, une réunion fructueuse dont vous avez eu également les comptes-rendus.

Selon les décisions prises à Bruxelles en 1928, une Assemblée Générale devait être tenue en septembre 1930; les réunions auraient eu lieu partiellement en Belgique et partiellement en Hollande. Des circonstances ultérieures, au sujet desquelles les membres du Comité Exécutif ont été consultés, ont amené celui-ci à postposer de huit mois cette Assemblée, à laquelle plusieurs de nos éminents collègues eussent été empêchés de se rendre.

Bibliographie. — Ainsi qu'il résulte d'un rapport spécial ⁽¹⁾, l'étude du développement des services de bibliographie a été poursuivie.

L'envoi des références bibliographiques fournies par les Comités Nationaux a été effectué régulièrement.

Nous devons remercier de leur précieux apport, ceux de ces Comités qui ont bien voulu consacrer un soin tout particulier à nous documenter.

Travaux des Commissions. — Un travail international, d'une importance considérable, s'est poursuivi au sein des différentes Commissions. Vous noterez notamment, avec une satisfaction particulière, l'organisation, aujourd'hui acquise, de l'envoi des « Ursigrammes ». De tels résultats donnent la mesure de l'importance d'un organisme comme le nôtre et évoquent les réalisations qu'il est encore susceptible de fournir dans l'avenir.

Nous devons témoigner aux Présidents des Commissions ainsi qu'aux Membres de celles-ci, notre très vive reconnaissance pour le dévouement qu'ils ont montré en apportant à ces travaux le concours de leur science si profonde et si hautement estimée.

Par application des décisions prises à Bruxelles, en 1928, les Commissions ont été reconstituées et vous avez pu apprécier la valeur des concours qui leur ont été apportés. Les listes indiquant la constitution de ces Commissions vous ont été communiquées.

Les travaux des Commissions faisant l'objet de rapports spéciaux, il ne nous paraît pas nécessaire d'en faire, ici, la relation.

Relations avec d'autres organismes scientifiques. — Il y a lieu de signaler :

Les travaux relatifs à l'éclipse du 9 mai 1929, qui ont fait l'objet de diverses communications;

La participation de l'U. R. S. I. aux travaux de la Commission Internationale de l'Année Polaire de 1932-1933. Cette question sera examinée par la présente Assemblée;

Les relations de l'U. R. S. I. avec l'Union Internationale de Géodésie et de Géophysique;

Celles avec l'Union Internationale d'Astronomie et en particulier avec la Commission des Relations entre les Phénomènes solaires et terrestres; l'Assemblée aura notamment à ratifier la désignation de notre Président, comme représentant de notre Union au sein de cette Commission.

Nouveaux statuts de l'U. R. S. I. — Les statuts de l'Union avaient été remaniés à l'occasion de l'Assemblée Générale de 1928; le projet de texte communiqué à tous les Comités Nationaux ainsi qu'au Conseil International de Recherches, n'a fait l'objet d'aucune observation. Néanmoins,

⁽¹⁾ Annexe II, p. 9.

nous vous prions de bien vouloir ne pas considérer ce texte comme définitivement adopté, le Conseil International de Recherches élaborant de nouveaux statuts pour le mois de juillet prochain.

Cependant, en raison de l'orientation nouvelle dans laquelle nous semblons devoir nous engager pour ce qui concerne la constitution des ressources de notre Union, l'avant-dernier paragraphe de l'article 18 devra vraisemblablement être modifié, pour que la cotisation annuelle unitaire des pays corresponde aux besoins actuels.

Rapports avec le Comité Consultatif International Technique des Communications Radio-électriques (C. C. I. R.), institué par la Conférence Internationale Radiotélégraphique de Washington en 1927. — L'organisation des rapports de l'U. R. S. I. avec le C. C. I. R. est en bonne voie.

Ainsi que nous l'avons rappelé, l'U. R. S. I. a été invitée à la réunion que ce Comité a tenue à La Haye en 1929. Elle l'est encore à la réunion actuelle.

Différentes propositions avaient été introduites à La Haye en vue d'une collaboration permanente entre cet important organisme et notre Union. Ces propositions n'ont pas pu avoir de suite effective, pour des raisons qui résultent notamment de l'organisation même du C. C. I. R., qui a décidé, à La Haye, de ne pas constituer de Secrétariat permanent.

D'autre part, et en attendant que l'Administration néerlandaise puisse donner suite à son aimable intention de proposer à la Conférence Radiotélégraphique Internationale qui doit se réunir à Madrid, en 1932, d'admettre l'U. R. S. I. comme membre délibérant du C. C. I. R., notre collaboration avec cet organisme ne peut avoir qu'un caractère officieux.

Cependant, à La Haye même, des projets importants (dont vous avez reçu le texte) avaient été présentés, notamment par le Comité Français, projets qui consistaient à mettre en jeu la collaboration des Administrations et des Compagnies privées des pays adhérents à notre Union, selon un programme précis qui prévoit les renseignements à fournir par le trafic commercial

normal, la participation éventuelle des postes récepteurs commerciaux à certaines observations sur la propagation, la documentation sur les atmosphériques, l'enregistrement de phénomènes divers et mesures spéciales, etc.

Les négociations relatives à cet intéressant programme sont aujourd'hui engagées par l'U. R. S. I. avec les Administrations compétentes.

Chacun reconnaît la haute utilité scientifique de ce programme, des difficultés d'ordre administratif doivent encore être résolues.

La question sera examinée par la présente Assemblée.

Publications. — Eu égard à l'intérêt exceptionnel qui s'attache aux Assemblées Générales de l'U. R. S. I., la publication des comptes-rendus de nos travaux présente une importance particulière. Le plus grand soin a toujours été apporté à leur édition. Mais il importe que les éminentes personnalités qui prennent une part effective aux délibérations, veuillent bien nous assister dans les efforts que nous faisons pour accélérer les travaux d'impression, en nous faisant parvenir, dans le plus bref délai possible, les épreuves que nous leur envoyons pour la correction.

Cette célérité est indispensable si l'on veut faire en sorte que les comptes-rendus puissent être distribués et mis à la disposition du public dans un délai convenable.

Organisation de la présente Assemblée Générale. — Il nous reste à parler de l'organisation de la présente Assemblée Générale. Je dois remercier, en premier lieu, l'Administration danoise et en particulier MM. les Directeurs Généraux Pedersen et Christiansen pour l'aide précieuse et dévouée qu'ils nous ont apportée dans sa préparation.

Sous d'aussi heureux auspices, et eu égard aux multiples facilités qui nous sont accordées pour nos travaux, ceux-ci vont se dérouler dans le milieu le plus favorable.

Je dois également renouveler aux Membres des Commissions, l'appel déjà adressé aux Présidents de celles-ci, quant à l'organisation des travaux des Commissions.

Les Commissions s'inspireront utilement de

cette considération que le but des Assemblées Générales, identiques à la nôtre, n'est pas seulement de provoquer des discussions sur des sujets scientifiques qui leur auront été soumis, mais aussi et surtout de préparer des programmes de travail pour les recherches qui, sortant du cadre du laboratoire, nécessitent une collaboration internationale.

Les Commissions pourront donc, en premier lieu, examiner les programmes de travail qui leur seront soumis. Elles se pénétreront de la nécessité de prendre au sujet de ces propositions des décisions fermes et d'arriver à la rédaction d'un texte aussi précis que possible qui serait soumis à la dernière réunion de l'Assemblée Générale.

Les Commissions qui n'ont pas encore reçu de propositions pour un programme pourraient se borner, à une première réunion, à désigner un rapporteur chargé de l'établir, et laisser, en attendant, siéger les autres Commissions.

J'ai déjà demandé aux Comités Nationaux de désigner, parmi ceux de leur membres qui assistent à cette Assemblée, des remplaçants pour ceux de leurs délégués aux différentes Commissions, dont nous avons à regretter l'absence. Tous les délégués prendraient part au vote sur les propositions, mais, en cas de divergences de vues, l'Assemblée Générale pourrait encore décider à leur sujet en votant cette fois par État.

Quand les Commissions auront terminé ce travail d'organisation des études futures, qu'on pourrait qualifier de « travail administratif », elles pourront aborder les discussions scientifiques. On ne saurait trop les engager à limiter ces discussions à des sujets bien déterminés, si elles désirent qu'elle soient fructueuses.

La présentation des mémoires proprement dits et leur discussion auraient lieu uniquement pendant les séances publiques, qui seront évidemment de ce chef les plus intéressantes de notre Assemblée Générale.

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Il me reste un devoir à remplir, c'est d'être l'interprète de tous les Comités Nationaux et de tous les membres de l'U. R. S. I., pour vous exprimer leurs sincères et chaleureuses félicita-

tions à l'occasion de la suprême distinction que le Gouvernement français vous a conférée en vous nommant Général à vie.

Les éminentes personnalités qui composent notre Union ont été heureuses de voir aussi solennellement consacrée la haute estime du grand pays qui est le vôtre, envers l'un des plus distingués parmi les hommes de science dont il s'honore si légitimement.

Nul mieux que ceux qui participent à nos délibérations ne sait quelle part considérable vous est due dans la reconnaissance publique envers l'élite qui a fait progresser la science radioélectrique. De cette science, l'une des plus prodigieuses conquêtes de l'époque et dont l'humanité ne compte plus les bienfaits, vous avez été, dès l'origine, et vous en êtes aujourd'hui plus que jamais l'un des plus glorieux ouvriers.

L'U. R. S. I. qui se consacre à son étude et à son développement sur le plan international, a eu l'heureuse chance de trouver en vous le guide sûr et expérimenté qui lui était indispensable. Conscients de la dette de reconnaissance que nous avons contractée envers vous pour le concours, précieux entre tous, dont vous favorisez nos travaux, nous vous prions d'accepter aujourd'hui l'expression de notre grande gratitude et de notre respectueuse et profonde affection.

Cette médaille, œuvre d'un sculpteur de mérite, reproduit vos traits déjà rendus familiers à tous par la renommée; je vous prie, au nom de tous nos collègues, d'en accepter l'hommage, elle sera pour nous le souvenir impérissable de l'homme d'élite que nous honorons entre tous.

M. le Président remercie et dit son émotion devant ce témoignage de sympathie. Il déclare que le but principal de son activité a été durant toute sa vie, d'être de quelque utilité à la science. Il apprécie hautement les marques d'estime que lui donnent les membres de l'U. R. S. I., et exprime sa reconnaissance au Secrétaire Général.

Il souhaite ensuite la bienvenue à M. la Cour, Directeur de l'Institut Météorologique de Copenhague qui dirige les travaux de l'Année Polaire. Il se félicite de le voir parmi les membres de l'U. R. S. I.

Il propose ensuite de constituer les Comités Financier et Exécutif.

Après délibérations, ces Comités sont constitués comme suit :

COMITÉ FINANCIER.

Président :

M. le Prof^r MESNY France.

MM. le Prof^r DIVOIRE Belgique.
 le Prof^r PEDERSEN Danemark.
 le D^r J. H. DELLINGER États-Unis.
 le Prof^r APPLETON Grande-Bretagne.
 le Command^t A. AMOROSO . . . Italie.
 le Prof^r NAGAOKA Japon.
 le D^r B. VAN DER POL Pays-Bas.
 l'Ingénieur LEMOINE Suède.
 le D^r J. LUGEON Suisse.

COMITÉ EXÉCUTIF.

Président :

M. le Général FÉRRÉ France.

MM. le Prof^r DIVOIRE Belgique.
 le Prof^r PEDERSEN Danemark.
 le D^r L. W. AUSTIN États-Unis.
 le Prof^r APPLETON Grande-Bretagne.
 l'Ingénieur GORIO Italie.
 le Prof^r NAGAOKA Japon.
 le D^r B. VAN DER POL Pays-Bas.
 l'Ingénieur LEMOINE Suède.
 le D^r J. LUGEON Suisse.

Ces Comités se réuniront le 27 mai, respectivement à 15 et 17 heures.

M. le Président propose ensuite de nommer les Présidents des différentes Commissions pour les réunions à tenir au cours de l'Assemblée Générale.

Les propositions ci-dessous sont approuvées à l'unanimité par l'Assemblée.

COMMISSION I. — *Méthodes de Mesures et Etalonnages :*

M. le D^r D. W. DYE.

COMMISSION II. — *Propagation des Ondes :*

M. le D^r L. W. AUSTIN.

COMMISSION III. — *Perturbations Atmosphériques :*

M. le Prof^r APPLETON.

COMMISSION IV. — *Liaison avec les amateurs, opérateurs et praticiens :*

M. le D^r E. H. RAYNER.

COMMISSION V. — *Radiophysique :*

M. le D^r B. VAN DER POL.

Les Commissions éliront chacune un Vice-Président et un Rapporteur.

Les Commissions se réuniront les jours indiqués ci-dessous à 16 heures.

COMMISSION I. — 29 mai.

COMMISSION II. — 30 mai.

COMMISSION III. — 1^{er} juin.

COMMISSION IV. — 2 juin.

COMMISSION V. — 3 juin.

La réunion plénière de clôture est fixée au samedi 6 juin à 16 heures.

La séance est levée à 11 h. 45.

ANNEXE I

LISTE DES DOCUMENTS MIS EN CIRCULATION PAR LE SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

LIST OF DOCUMENTS CIRCULATED BY THE GENERAL SECRETARY.

Pendant la période écoulée entre la dernière Assemblée Générale de notre Union (septembre 1928) et la fin mars 1931, le Secrétariat Général a mis environ 100 documents numérotés en circulation.

On peut les grouper comme suit :

I. — Caractéristiques et résultats des mesures des émissions U. R. S. I.

A) Du Comité National Américain :

Numéros 187, 203, 206, 208, 212, 218, 223, 236, 237, 238, 244, 250, 259, 272, 275, 283.

B) Du Comité National Français :

Numéros 188, 189, 198, 201, 205, 207, 209, 211, 213, 215, 217, 222, 224, 227, 228, 231, 232, 239, 240, 241, 242, 246, 247.

II. — Éclipse totale du soleil du 9 mai 1929 à Poulo Condore.

A) Du Comité National Américain :

No 219 : Observations du « U. S. Twelfth Naval District » pendant l'éclipse de soleil du 9 mai 1929.

B) Du Comité National Français :

No 234 : Observations relatives à la radioélectricité et à la physique du Globe faites à l'occasion de

l'éclipse totale de soleil du 9 mai 1929 à Poulo Condore (Indo-Chine).

No 235 : Rapport sur les recherches relatives à la propagation à grande distance des ondes radiotélégraphiques effectuées à l'occasion de l'éclipse de soleil du 9 mai 1929, par M. R. Jouaust.

c) **Du Comité National Japonais :**

No 255 : Anomaly in the Radio Transmission during the Solar Eclipse of May 9, 1929, by H. Nagaoka.

III. — Commission pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres.

No 216 : Deuxième rapport de la Commission.

No 245 : Bulletin for character figures of Solar Phenomena. October/December 1929.

No 254 : Idem. January/March 1930.

No 260 : Idem. April/June 1930.

No 278 : Idem. July/September 1930.

IV. — Ursigrammes.

No 266 : Cosmic data broadcasts 16 juillet-23 août 1930.

No 273 : New time and frequencies for broadcasting of cosmic data messages. Modifications apportées au document n° 266.

No 273 bis : Traduction du n° 273.

No 274 : Cosmic data. 5 octobre-8 novembre 1930.

No 276 : Idem. 9 au 22 novembre 1930.

No 277 : Idem. 23 novembre au 6 décembre 1930.

No 280 : Idem. 7 au 27 décembre 1930.

No 284 : Idem. 28 décembre 1930 au 17 janvier 1931.

No 285 : Idem. 18 janvier au 7 février 1930.

V. — Communications diverses.

a) **Du Comité National Américain :**

No 186 : The status of frequency Standardization, by J. H. Dellinger.

No 191 : Transatlantic Radio Transmission and Solar Activity, by Cl. N. Anderson.

No 192 : Methods for the measurement of Radio field Strengths, par C. R. Englund et H. T. Friis.

No 202 : Long wave radio receiving measurements at the Bureau of Standards in 1927, par L. W. Austin.

No 220 : Radio Signal transmissions of Standard Frequency July to December 1929.

No 264 : Radio Signal transmission of Standard Frequency July to December 1930.

No 281 : Radio transmission of Standard Frequency January to June 1931.

b) **Du Comité National Belge :**

No 267 : Note sur le calcul des étages multiplicateurs de fréquence à triodes, par J. Marique.

No 268 : Au sujet des diagrammes dynamiques publiés par Kusunose, par J. Marique.

c) **Du Comité National Britannique :**

No 190 : The study of signal fading, par E. V. Appleton.

No 204 : The influence of the Earth's Magnetic field on Electric Transmission in the Upper Atmosphere, par S. Goldstein.

No 243 : On some measurements of the equivalent Height of the Atmospheric Ionised layer, par E. V. Appleton.

No 261 d : The effect of Ozone on the Temperature of the Upper Atmosphere, par E. H. Gowan.

No 262 : On some short wave equivalent Height Measurements of the Ionised Regions of the upper atmosphere, par E. V. Appleton et A. L. Green.

No 263 : Some simultaneous observations on Dawn-coming Wireless Waves, par E. V. Appleton et J. A. Ratcliffe.

d) **Du Comité National Français :**

No 233 : Nouvelles recherches sur la propagation des ondes courtes dans l'atmosphère, par R. Bureau.

No 257 : Cartes de propagation d'ondes courtes, par R. Bureau.

No 258 : 79° série d'essais sur ondes courtes.

No 265 : 80° série d'essais sur ondes courtes.

No 282 : Note relative aux 77°, 78° et 79° séries d'essais sur ondes courtes.

e) **Du Comité National Japonais :**

No 193 : On the continuous record of the Atmospheric and its diurnal Oscillation, par J. Asakura et S. Fujiwhara.

No 194 : The measurements of the field intensities of some highpower long distance radio stations. — Part. I. — Bolinas et Bordeaux, par E. Yokoyama et T. Nakai.

No 195 : Idem. — Part. II. — Malabar, Palao et Rugby, par E. Yokoyama et T. Nakai.

No 196 : The effect of chemical composition on the tensivity of galena as a radiotector and the cold emission from crystals, par W. Ogawa, C. Nemoto et S. Kaneko.

No 197 : A further investigating of synthetic galena detector and a new theory of crystal rectifiers, par W. Ogawa, C. Nemoto et S. Kaneko.

No 199 : Idem que les n°s 194 et 195. — Part. III. Kahuku. — Pearl Harbor et Saïgon, par E. Yokoyama et T. Nakai.

No 200 : Standardization of frequency, par S. Jimbo.

No 210 : Calculations on vacuum tubes and the design of triodes, par Y. Kusunose.

No 214 : General properties of piezo-electric quartz and the value of a quartz oscillator as a frequency standards, par S. Namba et S. Matsumura.

No 221 : Idem que les n°s 194, 195, 199. — Part. IV. — Warsaw, Tananarive and Monte Grande, par E. Yokoyama et T. Nakai.

No 225 : Oscillation power output of a triode system and principle of its optimum design. — Part. I. — Oscillation power output, par E. Takagishi.

No 226 : On standing electric oscillations on a line excited at a point near its current or potential loop and generation of rotary waves, par E. Takagishi et E. Iso.

No 229 : Idem que le n° 225. — Part. II. — Maximum Pa conditions, par E. Takagishi.

No 230 : Idem que les n°s 225 et 229. — Part. III. — Other optimum conditions and principle of optimum design, par E. Takagishi.

No 248 : Receiving test of French short wave stations.

No 249 : On the propagation of the short waves.

No 251 : Meteorological Influences on Long Distance, Long Wave Reception, par E. Yokoyama et T. Nakai.

No 252 : Establishment of the Radio frequency standard, par Y. Namba.

No 253 : Interim Report on Observations of atmospheres which may be caused by Meteoric Showers, par E. Yokoyama.

No 256 : Possibility of the Radio Transmission being disturbed by Meteoric Showers, par H. Nagao.

f) Du Comité National Suisse :

No 269 : Météorologie. Ionisation et champ électrique à El Golea; l'éclair visible à 800 km; mirages

en automobile; condensation dans les dunes du Grand Erg. Note par M. le Dr J. Lugeon.

No 270 : Electricité atmosphérique. Le repérage radio-électrique des tempêtes de sable du Sahara, à grande distance, par M. le Dr J. Lugeon.

No 271 : Electricité atmosphérique. Mesures de l'ionisation du champ électrique et des atmosphériques au Mont-Blanc. Note par M. le Dr J. Lugeon.

No 279 : Quelques résultats de la mission météorologique suisse au Sahara en 1929.

VI. — Bibliographie.

Pendant la même période, le Secrétariat Général a publié 48 groupes de références bibliographiques dont 25 émanant du Comité National des Etats-Unis d'Amérique, 7 du Comité National Français et 16 du Comité National Japonais.

Ces références se répartissent en 17 fascicules.

Le Secrétariat Général avait cru devoir ajouter lui-même le numéro de la classification décimale aux analyses qui n'en comportaient pas. Mais il a rapidement constaté que, pour les analyses des mêmes articles, son classement ne correspondait pas à celui du Comité National des Etats-Unis. Pour éviter toute confusion, il a estimé qu'il était préférable de laisser aux personnes qui utilisent le classement décimal, le soin de numérotter elles-mêmes les analyses en question. Une note dans ce sens fut insérée dans la publication d'août 1929.

ANNEXE II.

NÉGOCIATIONS RELATIVES A LA PUBLICATION DES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE L'U. R. S. I.

En application des résolutions prises à l'Assemblée Générale de 1928, le Secrétariat Général s'est mis en rapport avec M. le Prof^r E. V. APPLETON, en vue de conclure un accord avec « Experimental Wireless » pour la publication des références bibliographiques de l'U. R. S. I. en langue anglaise.

Les offres de l'Experimental Wireless, transmises par M. le Prof^r Appleton en février 1929 étaient :

1° L'U. R. S. I. pourrait acheter les références telles qu'elles étaient publiées dans l'Experimental Wireless au prix de 1/6- l'exemplaire;

2° Pour la publication de ces références en français, dans *L'Onde Électrique*, l'éditeur de l'Experimental Wireless demandait 15/ par page, soit £ 22.10.00 par mois (références en 30 pages).

Le Secrétariat Général après en avoir référé au

Général Ferrié, Président de l'U. R. S. I., écrivait à M. le Prof^r Appleton pour lui présenter quelques remarques : notamment les prix faits correspondaient à 30 pages de texte, alors qu'à cette époque les références bibliographiques de l'Experimental Wireless n'atteignaient que 11 pages par mois en moyenne.

A la suite de ces échanges de vues, le Secrétariat Général fit le 19 juillet 1929, les propositions suivantes au Général Ferrié :

1° Provisoirement le service bibliographique se ferait uniquement en langue anglaise;

2° L'U. R. S. I. ferait gratuitement le service de la bibliographie aux Comités Nationaux à raison d'un exemplaire par unité statutaire (c'est-à-dire 8 exemplaires pour les États-Unis, la France, la Grande-Bretagne, etc.);

3° Les pays qui, comme les États-Unis ont

accordé à l'U. R. S. I. des subventions spéciales, recevraient un nombre d'exemplaires plus élevé;

4° Les Comités Nationaux pourraient souscrire à leurs frais, un nombre illimité d'abonnements supplémentaires à l'usage de leurs membres.

Le prix approximatif serait de $50 \times 12 \times 1/6$ soit 5,625 francs. Cette dépense pourrait être envisagée par suite de l'intervention des firmes privées américaines.

Le 27 juillet 1929, le Général Ferrié approuvait ces suggestions.

Le Secrétariat Général transmet alors ces suggestions à M. le Prof^r Appleton, en portant toutefois à 60 le nombre des abonnements à souscrire au début.

Le Prof^r Appleton, après pourparlers avec l'éditeur de l'Experimental Wireless, fit savoir, le 15 novembre 1929, que l'Experimental Wireless était d'accord pour fournir 60 exemplaires par mois, au prix unitaire de 1/6-.

Le Secrétariat Général fit savoir, le 9 décembre, qu'il ne lui était plus possible de prendre une décision définitive, d'autres propositions ayant été faites entretemps.

En effet, à la suite de la Conférence de La Haye (septembre 1929) M. le Général Ferrié s'était mis en rapport avec le Bureau International de l'Union Télégraphique de Berne, qui était tout disposé à publier gratuitement, dans le *Journal Télégraphique de Berne*, les références bibliographiques de l'U. R. S. I.

Le 4 novembre 1929, le Secrétariat Général adressait à tous les Présidents des Comités Nationaux, un programme relatif à la publication des références bibliographiques dans le *Journal Télégraphique*.

Chaque Comité National enverrait tous les mois au Secrétariat Général de l'U. R. S. I. une courte analyse (10 à 15 lignes au maximum) de chaque travail publié dans son pays concernant la radiotélégraphie scientifique. La personne qualifiée, qui rédigerait ces analyses, recevrait une indemnité, pour autant que le budget de l'U. R. S. I. le permettrait. Le Secrétariat Général de l'U. R. S. I. prendrait toutes mesures

utiles pour avoir aussi des analyses des travaux publiés dans des pays n'appartenant pas encore à l'U. R. S. I.

L'ensemble de ces analyses, convenablement classé, serait envoyé au Bureau de Berne pour être publié dans la Revue appartenant à cet organisme. Des tirages à part de cette bibliographie seraient ensuite envoyés à chaque Comité National dans des conditions à fixer d'accord entre celui-ci et le Secrétariat Général.

Des articles, donnant l'état d'avancement de chacune des études entreprises par l'U. R. S. I. seraient, en outre, demandés chaque année aux physiciens qualifiés et publiés dans la *REVUE DE BERNE*. Des tirages à part seraient encore demandés et distribués.

Le Comité Français répondit le 4 mars 1930 que la seule solution qui lui paraissait possible étant donné le budget précaire de l'U. R. S. I. était de publier les références dans le *Journal Télégraphique de Berne*. Le Comité des États-Unis d'Amérique ne put donner de réponse à ce moment son Comité Exécutif devant se réunir en avril.

Le 1^{er} avril, le Secrétariat Général reprenait ses propositions, et proposait de publier immédiatement les références dans le *Journal Télégraphique*; il demandait aux Comités Nationaux de lui envoyer les analyses des articles scientifiques intéressant l'U. R. S. I. dans la forme rappelée ci-dessus.

Les Comités Suisse et Néo-Zélandais répondirent qu'ils s'occuperaient de la chose. Le Comité des États-Unis fit remarquer qu'un service bibliographique suffisant existait actuellement (références publiées par le *Radio Research Board*, et par le Bureau of Standards) et que le Secrétariat Général devrait se borner à fournir des références complémentaires qui lui seraient communiquées par les Comités Nationaux.

En conclusion, les propositions du Secrétariat Général ne reçurent qu'une approbation partielle; il fut donc contraint, en l'absence de directives, de continuer à publier lui-même les analyses américaines, françaises et japonaises dans la forme où elles lui parvenaient.

Travaux des Commissions.

Proceedings of the Commissions.

NOTICE HISTORIQUE.

La Commission des *Méthodes de Mesures et d'Étalonnages*, la Commission de *Propagation des Ondes*, la Commission des *Perturbations Atmosphériques* et la Commission de *Liaison avec les Opérateurs, les Praticiens, les Amateurs et les Sciences Connexes* furent instituées par décision de l'Assemblée Générale de l'U. R. S. I., tenue à Bruxelles en juillet 1922.

La Commission de *Radiophysique* fut instituée sous le nom de Commission des *Oscillations*, par l'Assemblée Générale tenue à Washington en octobre 1927; cette dénomination fut changée lors de l'Assemblée Générale tenue à Bruxelles en septembre 1928.

L'activité des Commissions depuis l'Assemblée Générale de 1922 jusqu'à l'Assemblée Générale de 1928 est résumée dans les fascicules 3 à 6 du volume I et dans le fascicule 3 du volume II de l'U. R. S. I.

Les travaux exécutés par les différents Comités Nationaux et Commissions de l'U. R. S. I. depuis l'Assemblée Générale de 1928 ont été résumés et discutés au cours de l'Assemblée Générale tenue à Copenhague en mai-juin 1931, et des programmes de travaux ont été élaborés pour l'avenir.

HISTORICAL NOTICES.

The Commission of *Measurements and Standardization*, the Commission of *Radio Wave Propagation*, the Commission of *Atmospherics* and the Commission of *Cooperation with Operators, Practitioners, Amateurs and Connected Sciences* have been constituted by the decision of the General Assembly held in Brussels in July 1922.

The Commission of *Radiophysics* has been instituted under the name of Commission of *Oscillations*, by the General Assembly held in Washington in October 1927; this denomination was changed during the General Assembly held in Brussels in September 1928.

The activity of the Commissions from the General Assembly of 1922 until the General Assembly of 1928 is summarized in fascicules 3 to 6 of volume I and fascicule 3 of volume II of the U. R. S. I.

The works made by the various National Committees and Commissions of the U. R. S. I. since the General Assembly of 1928 have been summarized and discussed during the General Assembly held in Copenhague in May-June 1931, and programs of works for the future have been elaborated.

COMMISSION I. — MÉTHODES DE MESURES ET ÉTALONNAGES.

COMMISSION I. — MEASUREMENTS AND STANDARDIZATION.

INTRODUCTION

La Commission des Méthodes de Mesures et Étalonnages est composée de la façon suivante : The Commission on Measurements and Standardization is composed in the following way :

Président :	M. le Dr DYE, D. Sc., F. R. C., du National Physical Laboratory.
Belgique :	MM. M. R. CORTEIL, Directeur du Service des Radiocommunications de l'Administration des Télégraphes; M. J. MARIQUE, Ingénieur du Service de l'Aéronautique et M. R. MOENS, Chargé de Cours à l'Université de Gand.
États-Unis :	M. le Dr J. H. DELLINGER, Chief of Radio Section, Bureau of Standards.
France :	M. le Prof ^r ABRAHAM, Professeur à la Sorbonne et M. le Prof ^r R. JOUAUST, du Laboratoire Central d'Électricité.
Grande-Bretagne :	M. le Dr D. W. DYE, M. le Prof ^r E. V. APPLETON, Wheatstone Laboratory, King's College; M. O. F. BROWN, Department of Scientific Research; le Capt. P. P. ECKERSLEY, British Broadcasting Corporation, Sir Joseph PETAVEL et M. le Dr F. E. SMITH.
Italie :	M. l'Ingénieur Tullio GORIO, Inspecteur Supérieur Technique des Postes et Télégraphes; M. le Tenante-Colonel F. AMOROSO et M. le Commandant MATTEINI.
Japon :	M. le Colonel Z. ISHII, Military Scientific Laboratory; M. le Prof ^r T. KUJIRAI, Faculty of Engineering, Tokyo Imperial University; M. le Dr T. MINOHARA, Ordnance Rear-Admiral, Naval Experimental and Research Establishment et M. le Dr K. TAKATSU, Electrotechnical Laboratory.
Norvège :	M. le Prof ^r H. PEDERSEN, Ingénieur en Chef à l'Administration des Télégraphes et M. le Prof ^r VEGARD, Professeur à l'Université d'Oslo.
Nouvelle-Zélande :	M. le Dr M. A. F. BARNETT, Department of Scientific and Industrial Research.
Pays-Bas :	M. A. DUBOIS; le Dr Ir. KOOMANS et M. le Dr B. VAN DER POL, du Natuurkundig Laboratorium der N. V. Philip's Gloeilampenfabrieken.
Portugal :	M. le Capitaine de Vaisseau A. RODRIGUES, Professeur d'Electrotechnique à l'École Navale.
Suisse :	M. le Dr J. LUGEON.

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE DU VENDREDI 29 MAI.

ACCOUNT OF MEETING OF FRIDAY, MAI 29.

La séance est ouverte à 16 heures sous la présidence du D^r D. W. DYE, Président de la Commission I, assisté du Prof^r JOUAUST comme Vice-Président et du Prof^r LATOUR comme interprète.

The Chairman reads a report ⁽¹⁾ setting forth the present general position of radio-frequency standards and measurements with special reference to frequency and its association with time.

Le Prof^r Jouaust attire l'attention sur l'importance des remarques de M. le Président, particulièrement en ce qui concerne l'emploi des horloges piézo-électriques qui peuvent remplacer les horloges à pendule. La France a déjà envisagé leur utilité, non pas en les substituant, mais en les employant en même temps que les horloges à pendule.

Le R. P. Lejay a publié à ce sujet un travail important sur la détermination de la constante de gravitation pour des temps courts. Ce qui pourrait donner des renseignements sur les marées terrestres dues à la lune.

D^r Dellinger remarks that very carefully constructed quartz oscillators could, under suitable conditions, be considered more accurate than the pendulum-clock. At the Bureau of Standards an equipment consisting of four piezo-oscillators gives a constancy of 2 parts in 10 million. The arrangement permitted the continuous recording of beats between one oscillator and each of the other three. On the long running, it is more accurate than the time signals. The accuracy of such oscillators enables them to be used as Prof^r Jouaust suggests for gravity observations.

The Chairman then gives a brief account of the International Comparison Measurements

since 1928 as drawn up in the Report of Great Britain to Commission I ⁽²⁾.

He then refers to a statement made to him by D^r Dellinger that at the Bureau of Standards it was envisaged to have a highly constant transmission at 5 000 kc/s. maintained absolutely continuously day and night. The Chairman refers to the great possibilities inherent in such a transmission modulated in various ways at the same time.

Le Prof^r Jouaust s'excuse de ne pas avoir présenté un rapport et fait remarquer qu'il a été absorbé par le C. C. I. R.

Il signale qu'en France on utilise comme point de départ pour les mesures de fréquences un diapason de 1 000 périodes, maintenu continuellement en oscillation et entraînant un mécanisme d'horlogerie dont on peut comparer les indications à celles d'un pendule de l'Observatoire.

Au début, on utilisait un diapason de 1 024 p/s, appareil dont la fréquence correspond à une note musicale existant normalement dans le commerce.

C'est en modulant avec ce diapason le poste radio-téléphonique de la Tour Eiffel qu'ont été exécutées en collaboration avec le National Physical Laboratory, la Physikalisch Technische Reichsanstalt et le Laboratoire de l'Académie Navale de Livourne, les mesures comparatives demandées par le C. C. I. R. Des accords de quelques millièmes furent ainsi obtenus.

Des mesures simultanées de la fréquence de l'onde porteuse furent aussi essayées. Les variations rapides de cette fréquence rendaient ces mesures difficiles.

Le mode opératoire suivant permet de tourner cette difficulté. Au cours de l'émission, chaque

⁽¹⁾ Annexe I, p. 16.

⁽²⁾ Annexe II, p. 18.

laboratoire intéressé dans la mesure, exécutait des mesures de fréquence aussi nombreuses que possible et notait l'heure de ces mesures. Pour chaque laboratoire, on traçait la courbe donnant en fonction du temps les fréquences mesurées. On constata que ces courbes se superposaient à environ 10^{-5} près quoique les variations fussent de l'ordre de 10^{-4} . On avait donc le droit de conclure que dans ce cas les mesures des divers laboratoires concordaient au cent-millième près.

D^r Dellinger comments on the satisfactory agreement to 1 in 10^6 obtained. He states that recent measurements show the same agreement between the U. S. A. and Italy. The Italians were successful in receiving the Bureau of Standards' 5 000 kc/s. transmissions and have obtained agreement to 1 in 10^6 with them.

He refers to the program of these transmissions every Tuesday afternoon and evening for two hours at a power of 1 K. W., measurements on this transmission made at three laboratories in the U. S. A. equipped with primary frequency standards have given agreement to 2 parts in 10^7 .

Further plans are to increase the power to 20 K. W. so as to be ready in 1932, time working every Tuesday for 2 hours at 5 000 kc/s. and at 15 000 kc/s. It is intended to operate this for one year in order to see whether a day and night service is practicable and eventually to operate continuously every day.

Le Prof^r Jouaust estime que l'idée du D^r Dellinger sera très utile si une transmission de vingt-quatre heures est possible. Il a écouté mais n'a pas réussi à entendre la transmission de 5 000 kc/s. quoiqu'il ait passé plusieurs nuits à l'essayer. Des signaux de cette fréquence sont généralement bien reçus en France vers deux heures du matin, mais on n'est pas sûr de les recevoir à un moment quelconque de la journée. Avec une émission d'une durée de vingt-quatre heures, il y aura certainement des moments pour lesquels la réception sera assurée.

D^r Van der Pol refers to the fading which occurs on short-waves at long distances and indicates that phase variations make difficulties in defining the frequency.

D^r Dellinger agrees as to the effects of the properties of the medium and appreciates that they must be considered when accuracies of a few parts in 10^7 are involved. This order of effect has been observed. The question is also of importance when considering the choice between high frequency measurements and measurements on a low frequency modulation.

Le Prof^r Jouaust fait remarquer qu'il a fait des essais de l'effet Döppler sur les signaux horaires de Washington où un oscillateur au quartz était utilisé, mais qu'il n'a pas entendu de variations dans la fréquence de battement.

D^r Van der Pol remarks that from theoretical considerations the variation of frequency would be of the same order as the frequency of fading.

Le Prof^r Mesny dit qu'il se souvient des observations de Rukop, en 1926, sur la transmission allemande des images entre Rome et Berlin. La transmission d'une ligne droite montrait des déviations correspondantes à un effet Döppler de 1 000 cycles sur une fréquence de 8 mégacycles/sec.

Il estime cependant, que pour des comparaisons, les effets peuvent être négligés car ils sont momentanés et une observation de quelque durée permet de les éliminer.

The Chairman remarks that the matter could be considered from two points of view :

1. That of mean frequency, and 2° that of an instantaneous frequency (though this term presents difficulties in definition).

For frequency intercomparison purposes a mean frequency was always measured and since the number of waves between transmitting and receiving stations was always comparatively few, there could never arise much uncertainty where a period of several seconds or a few minutes was involved.

The instantaneous observations might, however, be of value scientifically in connection with the propagation of waves.

D^r Van der Pol agrees with the Chairman's remarks. He refers also to the results of comparison measurements between quartz oscillator clocks and pendulum clocks made at the Loomie Laboratories in Tuxedo Park. These results

when carefully analysed indicated a definite lunar component of gravity.

The Chairman remarks that no proposals had been received beforehand.

Le Général Ferrié fait remarquer que le Président pourrait faire ces propositions.

The Chairman then submits that the specially steady transmissions at 5 000 kc/s. from the Bureau of Standards should be exploited to their fullest extent. He remarks that he has failed himself to receive these signals but anticipated success in the future.

Le Général Ferrié annonce qu'en France, on a l'intention d'effectuer des émissions d'ondes courtes pour l'étude de la couche Kennelly-Heaviside. Ces émissions pourraient servir en même temps pour d'autres mesures. Le Comité National Français enverra le programme de ces émissions à tous les Comités Nationaux.

The Chairman then refers to the value of vacuum type of quartz resonator as perfected by D^r Giebe. These resonators have been found very constant and very convenient in recent intercomparison measurements and the Chairman feels that they could very usefully employ these resonators.

Le D^r Lugeon fait remarquer l'importance pour la Commission II des émissions faites pendant vingt-quatre heures. Ces émissions permettront l'enregistrement des effets du rayonnement solaire sur la couche ionisée.

Des émissions simultanées sur 5 000 et 6 000 kc/s. permettraient de reproduire graphiquement, en trois dimensions, les effets du rayonnement solaire, le long du trajet de l'onde.

D^r Dellinger thanks the Chairman for calling attention to the 5 000 kc/s. transmissions from the Bureau of Standards and states that he would welcome any suggestions whereby they may serve various purposes.

He thinks that the simultaneous transmissions of two neighbouring frequencies would be difficult, specially at high power where the running expenses were necessarily heavy. He considers it desirable to concentrate on one frequency.

Le Prof^r Jouaust fait remarquer que la Commission I n'a pas pour objet l'étude de la pro-

pagation des ondes mais cependant le champ produit par celles-ci doit toujours être mesuré. Si on emploie des appareils qui ne sont pas identiques, mesure-t-on la même quantité?

Il estime que la Commission I devrait examiner cette question. Elle pourrait rédiger un questionnaire et un syllabus des méthodes standardisées, de façon que tous effectuent les mesures dans les mêmes conditions.

Il propose que le Président se renseigne pour obtenir la description des appareils employés pour les mesures de l'intensité du champ et que lors d'une prochaine assemblée ces appareils soient standardisés pour avoir la certitude que tous mesurent la même quantité.

The Chairman asks for suggestions or comments on this question.

None are made. He then suggests that he could undertake to collect information.

D^r Smith-Rose mentions that apparatus for field intensity measurements base their results upon two quantities, one is current and the other is effective resistance of an aerial or other receiving system. He suggests that it is desirable to have standards of current and resistance but thinks that these are not matters for international action. On the other hand the apparatus used in different countries is very different and the quantities measured might well be different so that the agreement might be difficult to attain. He thinks that the matter should receive attention.

Le Prof^r Mesny pense qu'il est très important de pouvoir apprécier d'une façon précise les différentes méthodes utilisées pour les mesures de champ et que l'étude et la comparaison de ces méthodes s'imposent aujourd'hui qu'elles sont bien définies. Il rappelle qu'il fut décidé à Washington de faire en un même lieu des mesures comparatives avec des appareils différents ce qui pourrait amener le transfert de cette question de la Commission II à la Commission I.

The Chairman then refers to matters concerning the relations between the U. R. S. I. and the C. C. I. R. in regard to questions of frequency standards and measurements since there is considerable overlapping.

Dr Rayner reads a proposal to form a small sub-committee to deal with standards.

This is not made clear to General Ferrié whereat the *Chairman* explains that there is no intention to form a standing Committee of the C. C. I. R. since this is outside the scope of both C. C. I. R. and U. R. S. I. but a small permanent committee could be formed as an indepen-

dant committee or in association with the U. R. S. I.

Dr Dellinger says that he assumes that it was not intended to take action on the matter at present.

The Chairman replies that the idea was only a suggestion for consideration.

La séance est levée à 18 heures.

ANNEXES.

- I. *Chairman's Report to Commission I.*
- II. *British National Committee. — Report for Commission I on the present status in*

Great-Britain of Radio Frequency Standards Measurements.

ANNEXE I.

CHAIRMAN'S REPORT TO COMMISSION I OF THE U. R. S. I.

Frequency.

The measurement of periodicity is a pure measurement in time and its inverse is frequency with which we are largely concerned in our Commission.

Frequency can be produced, measured, multiplied and demultiplied with a precision which has placed it in the first order amongst measurements of all kinds.

We are approaching the condition of a structure of measurement of greater rigidity than the foundations of time upon which it is at present based. We are therefore compelled to look to these foundations in order to stabilise them more and more to keep pace with the ever-increasing accuracy available in the measurements referred to.

The advances made in steadiness of frequency production all over the world during the last few years have been extremely rapid we have, in about three years, increased the accuracy of measurement by at least ten fold.

Great advances have been made in the construction of primary frequency standards in various laboratories. Mention must first be made, in this connection, of the remarkable piezo-electric quartz oscillators developed at the Bell Telephone laboratories in New-York, and

adopted by the Bureau of Standards as their primary frequency standard. Much investigatory work has also been carried out on tuning forks as primary standards in Great-Britain, Japan, France and else where.

A feature which has resulted in a great improvement in performance in these standards and on which is growing in practice is the principle of keeping the primary frequency standard in a state of continuous oscillation day and night.

This is a matter, which must receive serious attention in all national laboratories in which frequency standards are installed. No one would think of starting and stopping a pendulum clock every time it was required to mark time. In a similar way we must not start and stop our frequency standards each time they are used. It is now realised that continuous operation is essential to the highest performance and there are several laboratories in which primary frequency standards are maintained in completely continuous operation. The extension of such a condition in other laboratories would appear to be of first importance.

Once this principle is established, it becomes a very simple matter to integrate the vibrations continuously and thus turn the oscillator into a

clock. There is very little information regarding the day to day stability of vibration clocks by direct comparison with time signals.

Further close collaboration between laboratories possessing highly accurate vibration clocks and astronomical observatories is needed and in those laboratories possessing both pendulum clocks and vibration clocks, comparison observations at short intervals of time — not greater than one hour — will afford most valuable information.

This work is in progress in at least three laboratories, but it is too soon yet to draw any generalised conclusions.

It would seem that time as actually given us by the observatories, is really an average result of observations made on stars and on clocks. Neither is reliable without the other. The fact emerges that one day is not a long enough period to enable astronomical time to be observed to the highest accuracy now desirable and we have to depend more and more upon vibrational time integrators (clocks) of whatever kind to smooth out irregularities in star observations. The clocks have virtually to integrate time over several days, at present this duty is taken by pendulum clocks which it may be conceded are probably the most satisfactory and convenient integrator for the purpose. But a pendulum has too long a period to give the highest accuracy of time subdivision as required by wireless frequency standards owing to difficulties associated with fine subdivision of one oscillation.

The present position may be summed up as follows :

1° Guardian of time itself — the rotation of the earth;

2° Guardians of the day — the rotation of the earth and pendulum clocks;

3° Guardians of the second — pendulum clocks and vibration clocks;

4° Guardians of telephonic and wireless frequencies — mechanical oscillatory systems of various kinds.

This chain of links between time and wireless frequency standards cannot easily be shortened at present, but it may be anticipated that the pendulum clock may ultimately disappear as far as wireless frequency standards are concerned.

The primary frequency standards in all nation-

nal laboratories are single-valued standards and the means used to obtain multiple, submultiple and nonmultiple frequencies from the standard differ in each laboratory, but all, I think, without exception utilise harmonic principles as far as it is possible to do so whether for the measurement or production of harmonic or inharmonic frequencies of accurately known value. Interpolation or difference frequency measurements must be used when nonintegral frequencies are involved, but these are relieved of as much responsibility as it is possible to do in nearly all cases.

The position is such that the measurement of any unknown frequency can be made in several national laboratories to an accuracy superior to the constancy of the source of the frequency, and generally speaking short-period or momentary frequencies can be measured to a very few parts in a million.

Wavemeters.

A very excellent account of the position in respect of wavemeters usually forming secondary standards has been given in a document drawn up by the Italian Government and presented to the C. C. I. R. It is obviously impossible to go into the matter raised there in detail, but I will venture the opinion that the actual performance of wavemeters as at present constructed is not so good as it might be in the light of the knowledge now available on the subject. It is suggested that designs of these valuable instruments could now be drawn up and such instruments be constructed to meet any requirements demanded of them.

In all other measurements, except frequency, a large reduction in the accuracy demanded occurs, with the exception perhaps of certain phase angle or loss measurements on condensers.

The foundations of measurement of inductance and capacity are well enough laid and, in all countries possessing primary electrical standards, are dependent either upon standard inductances calculable from their dimensions or for capacity only the basis used is resistance and time.

The measurement of current and voltage are

not of supreme importance in wireless research and have therefore not received nearly as much attention as frequency. There would seem, however, to be need for a certain amount of co-operation internationally in connection with the measurement of current, since currents are produced in aerials in one country and the resulting small currents or voltages in aerials or loops in other countries are measured in relation to one another.

The difficulties associated with international comparisons of methods of field intensity measurement, for example, are very great since different countries measure different quantities by the various types of apparatus which they use.

In the field of very high frequency current measurement considerable work has been done

towards placing such measurements upon a sound basis. These are referred to in the report of the National Committee of Great Britain to Commission I in which several methods are described.

There remains a vast field of measurement falling under the general reading of « general measurements and properties of circuits ». It is utterly impossible to do justice to this field now, and the matter is not one which really requires any international action. I have tried to summarise the present position in this field in Great-Britain in the above-referred to report of Commission I, a fairly complete bibliography is also appended to that report.

D. DYE.

ANNEXE II.

British National Committee

REPORT FOR COMMISSION I ON THE PRESENT STATUS IN GREAT-BRITAIN OF RADIO FREQUENCY STANDARDS MEASUREMENTS.

The Report covers the period since the beginning of 1928 down to the time of writing. As in previous reports, the subject matter is grouped under the headings :

1. Frequency.
2. Current and Voltage.
3. Inductance and Capacity.
4. General measurements and properties of circuits.

1. FREQUENCY.

(a) Primary Frequency Standards.

Advances have been made in radio frequency standardisation in several directions.

In the first place the measurement of time has received considerable attention and the correlation of time with the standards of frequency has been made much more precise during the past three years.

The present position is such that in this country pendulum clocks still hold the field as accurate time keepers for daily and longer periods. The use of time signals transmitted

in close cooperation with observatories, constitutes the means of determining the daily rates of standard clocks. It has been found at the National Physical Laboratory that time signals from Greenwich Observatory via Rugby are in remarkably good agreement with those from the Paris Observatory via the Eiffel Tower. The signals from Nauen appear to be less regular and to give a consistent small time difference from other two Observatories. Time signals from Washington have been received at the N. P. L. and at Greenwich Observatory but not with good regularity. As a regular practice, therefore, at the N. P. L., the rates of the standard clocks are determined from the Greenwich and Paris time signals only.

It is hoped in the future that more observatories can be included in the determinations of mean time, in order to obtain more exact information regarding the rates of clocks and the variation of rates during the 24 hour periods.

It may be stated that the precision with which

the rates of clocks of the Shortt type such as are used at the N. P. L. and at Greenwich retain their diurnal constancy, is of the order ± 0.03 seconds per day corresponding to an uncertainty of 4 parts in 10^7 .

In England the link between the clock as a time marker and frequency is made almost exclusively by means of tuning forks.

The increasing demands for more and more accuracy in the standards and in the measurements of frequency has shown the necessity of maintaining the standards in a condition of continuous operation.

At the N. P. L. and at the Post Office, tuning forks are maintained in vibration continuously and here and in other laboratories the frequency can be integrated up by means of phonic wheels so as to enable time to be recorded by tuning forks, thus converting them to clocks.

At the N. P. L. the equipment consists of two tuning forks mounted in a constant temperature, constant pressure enclosure, and operated under conditions of batteries, etc., such that a constancy from hour to hour and from day to day is maintained to less than one part in a million. One of these forks drives a phonic wheel and chronograph drum, designed so that impulses once each hour can be recorded upon the drum, the impulses being obtained from a Shortt clock. In this way the hourly rate differences between pendulum clock and tuning fork clock are continuously recorded. The chronograph drum, of 5 cms. diameter, revolves once per second, and the impulse is traversed one mm. per hour along the axis of the drum. The surface of the drum thus travels about half a kilometre per hour so that the line of marks on its surface will make an angle of 45° with the drum axis for a rate difference of only two parts in a million. The slope of the line can be read by inspection at any time from a scale, and thus enables the rate difference to be determined to one or two parts in ten million.

The second tuning fork referred to above, has a frequency about one part in a million different from the first one and hourly rate differences between the two forks are also recorded upon the drum. A check is thus kept upon the regularity of the three time markers.

The mean rates of the tuning forks for 24 hour periods can, of course, be obtained directly from the astronomical time signals without the auxiliary of any pendulum clock in the Laboratory. This is done also at the Post Office using the Rugby time signals. It should be realised, however, that the mean rate of observatory pendulum clocks, over several days' time interval, constitutes the real basis of time signals since transits cannot be observed every day, neither are they observable to the accuracy at present obtainable in frequency comparisons. This may be expressed by the statement that the real unit of time is not one revolution of the earth round its axis but several revolutions. The time subdividers must, therefore operate with regularity for days at a time and pendulum clocks appear to be superior to all other time integrators for such periods.

The present state in Great-Britain is such that an accuracy and regularity of frequency is being maintained to about one part in a million continuously.

Considerable work has been done at the N. P. L. and in other laboratories towards perfecting tuning forks both as frequency standards and for frequency control purposes.

In particular at the N. P. L. the investigations during the last three years have included :

- (a) Variation of damping coefficient with various modes of maintaining the fork and with various intensities of polarising magnetisation when used.
- (b) Variation of frequency with variation of amplitude, temperature, pressure, battery voltages and valve constants, type of subsidiary valve circuits.
- (c) Effects of method of mounting and of varying known amounts of unbalance in the prongs. From the latter investigations a very sensitive and accurate method of balancing has been evolved, whereby an almost perfect independence of the frequency with mounting conditions results.
- (d) Ageing characteristics with respect to time and to repeated temperature cycling have also been investigated.

These investigations have been supplemented by many others made at the Marconi Co. 's

laboratories and by the B. B. C., Post Office, etc., and considerable work is still in progress in order to improve still further the constancy and reliability of this particular convenient form of frequency standard.

The investigations of the Marconi Co. indicate that well-annealed mild steel has a better stability than the special alloy steels of small temperature coefficient. Such mild steel forks are used by them and by the B. B. C. in spite of their large temperature coefficient, the measurement of frequency necessitating of course, accurate temperature control.

Tuning forks, by their considerable thermal mass, can, however, be kept constant in temperature to 0.01° without difficulty. They are so kept in the cases quoted above, so that even in commercial transmissions, and in broadcasting, frequency constancy to a few parts in a million is maintained in stations equipped with tuning fork control.

More information is needed regarding the ageing of forks, the effects of heat treatment and temperature cycling, composition of the steel. A comparison of various methods of driving including electric capacity drive in a vacuum as an alternative to the almost universal electromagnetic maintenance at present used, would give information of great value.

Other frequency standards which may be classed with tuning forks, are steel bar vibrators maintained in longitudinal vibration. Much work has been done at the N. P. L. on such a frequency standard in the form of a bar of elinvar 1 metre long, of frequency about 2 500 cycles per second, driven by electric capacity coupling to small electrodes, one at each end. For low frequencies, such a form of standard appears to be superior to a tuning fork, but, of course, is somewhat bulky and requires special heat control to maintain its length at constant temperature. Such a standard has been permanently set up at the N. P. L. but actual results on its behaviour are not at present available.

(a) **Magnetostriction Oscillators.**

Next in order of frequency come magnetostriction oscillators, and some work has been done by Vincent and at the Admiralty Research

Laboratory on such oscillators. Some preliminary work carried out at the N. P. L. indicated that such oscillators were never likely to equal tuning forks in constancy of frequency owing to greater damping, and to the large effects on frequency of the essential magnetisation. Two important papers on the subject, one by F. D. Smith on a ring form of oscillator vibrating in fundamental radial mode, and another by S. Butterworth on the equivalent electric network of a magnetostriction oscillator, must be mentioned. In particular, the latter paper sheds much light upon the conditions prevailing and upon the large effects of eddy currents upon the whole behaviour of the vibrations and their reactions upon the maintaining circuit.

(b) **Quartz Resonators and Oscillators.**

A considerable amount of work has been done in various Government laboratories upon piezoelectric oscillators, but only a meagre amount of information is available on the subject from these sources.

A novel form of oscillator of the bar type, has been developed by Lucas at the Air Force Establishment. The bar is mounted in an evacuated glass bulb and vibrates longitudinally in various Government laboratories upon piezo-bar itself is at its centre by means of cork. The electrodes leave an appreciable air gap which is maintained constant. The frequency coefficient is about -3×10^{-6} in accordance with the elastic properties of quartz in any direction perpendicular to the optic axis. Specially insulated valves are desirable for use with such oscillators, but otherwise the circuit conditions are normal and the frequency variations according to theory.

Convenient ranges of frequency are from 50 to 100 kilocycles per second, so that the complete mounted bar in its bulb is of compact size and easily be temperature controlled, when desired.

On the theoretical side, valuable contributions have been made by Vigoureux, who has developed the equations connecting the mechanical vibrations in quartz bars with the piezo-electric and the dimensional constants. The agreement between the theory and experiments on such bars has shown that they behave in a simple manner with nearly pure longitudinal motion

for cases where the length dimension is large compared with the cross-sectional dimensions. It may be stated that for such bars, our knowledge is fairly complete, but that some work on the effects of the small shear component upon the temperature coefficient of the vibrations is needed and will probably be carried out.

The piezo electric oscillator has also been thoroughly investigated by Vigoureux, at the N. P. L., and the effects of variation of all the external circuit conditions worked out and tested experimentally. Using the equivalent network of the quartz-electrode system, and developing the equations for maintenance of oscillations when the system is associated with a valve and suitable circuits, of the simple tuned anode circuit type, it has been proved that the behaviour conforms closely to that predicted by theory. The matters investigated included the grid-filament and grid-anode modes of connection. It was found, experimentally and theoretically, that when the capacity in the anode circuit was *greater* than a certain value, oscillations were impossible at the frequency concerned, whilst for the grid-anode connection, oscillations were impossible for a capacity *less* than the same critical value. The frequencies were considerably different for the two critical conditions, — about one part in ten thousand, — but approached very nearly to each other as the critical conditions are receded from on each side.

These effects and the effects of varying grid-anode and grid-filament admittances have been studied in detail and have shown good agreement between experiment and theory.

Given therefore the equivalent network of the quartz-electrode element of an oscillating system, it may be taken that the behaviour under any external set of conditions is predicable.

The work done in connection with the analysis of a quartz crystal electrode element into its equivalent network, has shown that no agreement with theory based on a simple compressional or shear vibration, is obtained. The conclusion reached is that the vibrations are complex and this has been borne out by the work of Dye on the modes of vibration of piezo-electric quartz plates as revealed by an interferometer arrangement, whereby the nature

of the vibrations is seen by eye, by examination of interference fringes obtained between the upper polished surface of the plate and a reference surface supported just above and very close to it.

By this means, a large variety of plates has been examined at the N. P. L. Most of the plates have been cut with plane perpendicular to an electric axis, but a few have also been cut with plane containing an electric and the optic axis. The plates were found to *all* show several modes of vibration near that corresponding to the fundamental compressional mode in thickness direction. When these various modes are examined in the interferometer, it is immediately seen that they are complicated. The important conclusions drawn from these experiments are that when a plate vibrates in either fundamental compressional mode, or in fundamental shear mode, according to type of cut, at frequencies corresponding to thickness direction of vibration, then, associated with this type of vibration (which must necessarily occur), there are other overtone compressional, flexural, torsional or other kinds, in directions parallel with the plane of the plate. These components of the resultant vibrations absorb energy and involve additional stresses in the material which are undesirable and result in a great reduction of the effective piezo-electric reaction of the plate upon its electrodes, and risk of fracture and temperature rise. The temperature coefficient of the resultant vibration is greatly dependant upon the relative values of the components of the motion, since quartz has very different temperature coefficients of moduli in varying directions.

Work is in progress upon the analysis of the resultant motion into its components using rectangular plates and operating upon the dimension ratio of thickness to each of the other two dimensions. This observation of resonant crevasses and their relative positions and intensities as functions of temperature, together with photographs of the mode of vibration as given by interferograms constitutes one of the important investigations to be made upon quartz plates not only from the point of view of their use as frequency standards, but also to obtain

fundamental information upon the relationships of the various elastic moduli to one another and to the boundary conditions of the plate. The general mathematical solution of such a problem is well nigh insuperable but attempts at some simplified cases are being undertaken.

On the practical side, the use of piezo-electric oscillations steadily becomes more wide-spread, but in general lags behind the possibilities and behind development in other countries. As a general statement, it may be said that entirely satisfactory plates can be cut and adjusted to any desired frequency up to about 5×10^6 cycles per second. The boundary conditions at the plate edges can always be adjusted so that one mode of vibration predominates and is the only one at which oscillation occurs. The adjustments of temperature coefficient by adjustment of boundary conditions so as to obtain a zero or very small temperature coefficient, are not yet under control for plates vibrating compressionally at any frequency, nor for plates vibrating in shear for frequencies greater than 1×10^6 cycles per second.

A new type of oscillator in the form of an annulus of quartz cut with plane of the ring perpendicular to the optic axis and mounted in an electrode system connected so as to maintain the fundamental longitudinal mode, has been experimented upon at the N. P. L. and shows great promise as a standard for the highest possible precision. The rings vibrate in such fashion that the mean diameter expands and contracts, every part of the ring having a radial vibration. The stress and strain are uniform all round the ring and are of pure compressional kind. The temperature coefficient is not yet known but will certainly be very small. The frequencies for which such rings can be made conveniently, range from 20 000 to 50 000 cycles per second.

Summarising the present position in relation to frequency production and standardization, it may be stated that for frequencies up to 3 000 cycles per second, tuning forks are used; up to 50 000 cycles per second harmonics of tuning forks and, to a much less extent, magnetostriction oscillators, are used; from 50 000 up to 1 000 000 cycles per second quartz oscillators

and multiplied frequency from tuning forks are used, and to a small extent purely electrical valve systems. The extension of the region to 5 000 000 cycles per second, is governed by the use of quartz oscillators and special electrical circuits. Above 5 000 000 cycles per second, harmonic control from crystal oscillators is chiefly used, but considerable attention has been given to purely electrical oscillatory systems, in particular by the Marconi Co.

The electrical oscillatory system as a standard of frequency is beginning to receive attention, and its possibilities are being explored. Work by the Marconi Co. on master oscillators in the frequency region 5 to 30 mega-cycles per second shows considerable possibilities meriting further investigations. By suitable choice of materials and design in the essential oscillatory circuit temperature coefficients as small as 1 in 10^6 have been obtained. The conditions to be satisfied in the valve circuits have also been explored mathematically and experimentally by E. Mallett and F. Colebrook and others. The former has shown how the use of a series anode reactance can be used to compensate for the changes in frequency which would otherwise occur, due to change in the valve characteristics.

Since in all valve oscillatory systems the amplitude built up must be defined by a departure from linearity in the valve or circuit characteristics, harmonics must inevitably be introduced and a variation in fundamental frequency will also result. The conditions associated with this non-linearity have not been fully developed owing to mathematical complexity but simplified cases have been worked out by Colebrook and suggestions for further theoretical and experimental work are seen to be highly desirable.

In closing this section on frequency standards from the point of view of maintained frequency, the writer feels justified in quoting a short abstract of a note by A. S. Eve in « Nature » on the « Growing Importance of Frequency ». « A scientific status for frequency is urged comparable to that for energy, mass and heat. The conservation of energy has its counterpart in the conservation of frequency. In place of the linkages in nature such as $e=mc^2=hf=Jq$, we

can, by adopting « Superunits » write down $E=M=F=Q$ wherein energy, mass, frequency and heat all appear expressed with the same number. Also the Einstein-Bohr equation $h\nu = W_1 - W_2$ can be written $\nu = f_1 - f_2$. The linkage between energy and time suggests a close relationship between energy and frequency ».

Wavemeters.

Wavemeters by which frequency is read or deduced from a scale reading, may rightly be included under standards, if of suitable quality and advances in design and construction, during the last three years have shown that resonating and oscillating wavemeters have notably advanced in accuracy and permanence.

Some of the aspects of oscillating wavemeters have been touched upon above in connection with purely electrical frequency standards. The principles laid down have been carried into practice in oscillating wavemeters constructed at the N. P. L. to cover a range from 10 to 20 000 metres. D. F. Martyn has also contributed an article in the *Phil. Mag.* on frequency variations in valve oscillators.

Highly accurate wavemeters of the self-oscillating type are available, as made by instrument-making firms. Those of continuously variable type over a long range attain an accuracy of about 3 parts in 10 000, whilst specially adjusted instruments to cover only a limited range attain an accuracy and permanence of 1 part in 10 000.

The resonant type of wavemeter has also received much attention at the hands of one instrument firm who has developed accurate variable air condensers (of which more will be said later), and inductances so designed that the whole instrument has a very small temperature coefficient and also remains constant with time. Such wavemeters are somewhat bulky but retain their calibration accuracy to about 1 part in 10 000. The Marconi Co. has also developed station wavemeters of the resonant type, and has reached a good state of perfection mainly by attention to mechanical principles in the design. These wavemeters, specially suited to short wave measurements, are mounted in temperature regulated glass-walled enclosures

which ensure a permanence of calibration accuracy to about 1 part in 10 000.

Wavemeters of the resonant type, as described above, are also used sometimes with a valve circuit connected to the wavemeter, so as to produce the least disturbance on the resonant frequency or used as a negative resistance to maintain oscillations in the wavemeter without the use of auxiliary inductances.

Quartz Resonators.

As adjuncts to provide fixed frequency points in conjunction with resonant wavemeters, the familiar type of quartz resonator is sometimes used. It cannot be said, however, that the practice has been developed to the extent which would be justified by the great accuracy, portability and convenience of the quartz resonator. The luminous types of resonator mounted in a glass bulb in an atmosphere of a mixture of helium and neon, under reduced pressure, are particularly satisfactory types of resonator, much used in Germany, but only very seldom seen in this country. There is no doubt from the writer's experience of these resonators, that they are capable of providing a known frequency in an independent valve oscillator to an accuracy of about 1 part in a hundred thousand.

A number of international frequency measurements have been made from time to time during the past three years and are detailed in a separate Appendix (1).

2. CURRENTS AND VOLTAGE.

Advances have been made in current measurement particularly at very high frequencies. E. B. Moullin has perfected an instrument which is electro-dynamic in principle. The repulsion between two parallel conductors carrying the same current is the actual means used to observe and measure the current. The design is such that calculations of all the factors which enter into the expression for current can be calculated. These factors include, of course, the main term and a number of terms involving the distributed capacity, inductance and effective resistance of the active conductors. These can all be calculated or measured, and the correction terms be

(1) See p. 27.

thereby determined. In a modified form for larger currents, the difficulties of leading the current into and out of the moving conductor have been overcome by using the principle of mutual induction into the moving element. The moving element is a cylindrical tube mounted excentrically with respect to an enclosed fixed conductor which carries the current. The whole is enclosed in oil for damping and cooling purposes. The accuracy is stated to be about 1 % at frequencies as high as 30×10^6 cycles per second.

Another type of extra high frequency ammeter developed by C. C. Fortescue, utilises the thermal effect of current. The form of this instrument is that of a wire concentrically mounted in an enclosing tube. The measurement is made by expansion of the wire. Currents larger than that permissible in a single wire, are measured by using a cylindrical cage arrangement of identical wires and tubes, care being taken to ensure symmetry in the end connections. The expansion of one wire is used in measuring the current.

The system lends itself to a comparatively simple calculation of the correction terms depending upon distributed inductance and capacity and skin effect in the wire. The latter term is, of course, of great importance. Currents of frequency as high as 100×10^6 have been measured by such devices, but one of the great difficulties encountered has been to devise circuits by which different current measuring instruments can be compared. The bridge system adopted would appear to be very satisfactory in this connection.

At the National Physical Laboratory work has been done following up that carried out some years ago on a mercury coil in glass tubing. The arrangement for current measurement consists of a straight glass tube filled with mercury and enclosed in a concentric return tube. A capillary tube communicating with the mercury, serves to indicate, by the expansion of the mercury, the current.

An alternative method uses two cylindrical conductors contained in two concentric shields and compares the differential expansion when alternating current is sent through one and

direct current through the other; by such comparative measurements, thermal effects, other than those due to the currents, are eliminated.

Work is in progress in connection with all these methods and developments may be expected in the near future after intercomparison measurements, also in progress, have indicated what are the probable errors associated with each. Other methods utilise the thermionic emission of a valve. The filament of the valve is used as the current-carrying element and the emission is used to measure the current.

But little work has been done upon current transformer or condenser dividers for measurements of large currents at extra high frequencies, but transformers with air core have been used successfully at frequencies of 10×10^6 cycles per second, and condenser dividers have been developed for currents of 50 amperes at frequencies up to 5×10^6 . The residual inductances of condensers fix the present limit of frequency at which they can be used in parallel for purposes of current subdivision for measurement purposes.

Experiments on current measurement by utilisation of the potential difference at the ends of a suitable resistance unit have been made at the N. P. L. using a valve to measure the method gives very good agreement with thermo-junction methods up to 2×10^6 cycles per second, but divergences occurred from this value up to 10^7 cycles per second. Various differences were obtained with various types of thermo-junction, the indications being that the valve method is at least as satisfactory as the thermo-junction method, with the advantage that greater sensitivity can be obtained if desired.

In connection with the measurement of very small voltages, as in field intensity measurements, etc., advances have been made in the means used to calibrate such apparatus. Screened oscillators and attenuators have been designed and proved satisfactory for frequencies up to 20×10^6 . In some forms the attenuator consists of a transmission line of concentric form for which the calculations can be made with accuracy. In others, as in a portable intensity measuring set for frequencies from 5

to 12 mega-cycles per second, resistance attenuation is used and the mutual inductances are of toroidal form.

The valve voltmeter has been investigated fairly fully and its possibilities and limitations are known. Moullin has developed a peak voltmeter operating by the principle of cumulative grid rectification, the mean grid potential being equal to the peak value of a sine wave of applied voltage. By the emission of the grid condenser, the apparatus is converted to a mean voltmeter. The instrument has an input resistance of about 1.5 megohms and depends for its calibration upon the constancy of this resistance.

The copper oxide rectifier has also been applied commercially to the construction of milliammeters for alternating current. Such instruments read the mean rectified current but since at high frequencies, wave distortion is not very great, the readings may be taken as proportional to root mean square values also. Hartshorn has investigated the behaviour of such instruments and has found that considerable errors occur due to the resistance of the instrument varying with current passing through it, and at the same time the rectifier behaves as if shunted by a condenser of considerable capacity. It was found possible to compensate these errors by the use of an inductive shunt satisfying certain relations. The errors were reduced in a typical case from 30 % between 50 and 10 000 cycles per second, to a negligibly small amount.

3. CONDENSERS AND INDUCTANCES.

Progress has been made in the design and construction of these essential adjuncts to radio frequency measurements. For wavemeter purposes, special variable condensers of great permanence have been constructed embodying the principle of two condensers in series. These condensers have a moving system of thick plates not connected to the terminals, but serving to take up the space between other fixed banks of plates forming the actual capacity. The system is thus equivalent to two condensers in series and hence a considerable axial displacement of the moving system causes no change in effective capacity. By careful attention to the form and

disposition of the insulating material, the temperature coefficients of such condensers can also be made very small.

Such condensers retain a calibration accuracy of at least one part in 5 000, and used as the capacity element of resonance, wavemeters allow of an accuracy and permanence of frequency calibration to 1 part in 10 000.

Other special types of condenser developed for short wave wavemeters and for giving very small capacity changes on an open scale, are made in the form of one cylinder mounted excentrically upon an axis parallel with and excentric to the axis of another cylinder within which it is contained. The cylindric surfaces can be produced with good accuracy, and the law of capacity variation be determined by calculation. Capacity changes as small as $0.001 \mu\mu$ F. may be read upon such condensers.

For purposes where capacities are required to be made exceedingly small, in connection with coupling systems for attenuation, etc., condensers embodying a sliding or turning member operating in front of an opening between two compartments, have been used. By such means, a variable capacity of range down to zero value may be obtained.

The development of bridges with Wagner earthing arms for radio frequency measurements, has made possible the use of standard variable air condensers of three-terminal type in which the two working electrodes are each supported upon quartz or other insulating material, directly upon a base plate forming part of the independent screen. In this way all dielectric losses are transferred to the auxiliary capacities between each element and earth. The effective working capacity is, therefore, free from all dielectric losses and by suitable design of the plate system can be made to have unmeasurably small conductor losses. Such condensers are to all intents and purposes perfect from a loss point of view and serve as primary standards of capacity. Such condensers are in regular use at the N. P. L. and have proved very satisfactory.

Inductance coils for wavemeter purposes have also received attention at the hands of instrument makers, and have reached a considerable

degree of perfection in respect of temperature coefficient and freedom from effects of humidity. These results are obtained by choice of suitable insulating materials of different thermal expansions which, by a differential expansion effect, cause a compensation of the changes in inductance due to changes in diameter and axial length of the coils.

In apparatus used in connection with work where shielding is necessary, there is a growing tendency to use toroidal coils. The design of these is well worked out and after allowing for the considerable increment in resistance of ordinary cylindrical coils when enclosed in an effective shielding box, the toroidal form are not sensibly greater in effective resistance for the same overall dimensions.

4. GENERAL MEASUREMENTS AND PROPERTIES OF CIRCUITS.

There has been a very great development in the applications of radio frequency to all kinds of measurements and it is, of course, impossible to give a very clear perspective of the present position.

Considerable advances have been made in the use of bridge networks at radio frequencies; such bridges are in use at the Post Office, and at the laboratories of the Standard Telephones & Cables Co., following the principles of G. A. Campbell whereby each arm is independently double-screened. At the N. P. L. much time has been spent upon a Schering Bridge for accurate measurements upon dielectrics, condensers and other impedances at radio frequencies up to 2×10^6 per second. In this bridge the phase angle of condensers can be measured to an accuracy of about 3×10^6 radian. The bridge is provided with a Wagner earthing network and the conditions enabling a rapid convergence of the alternate bridge and Wagner balances to be obtained, have been worked out. This feature is of great importance and is one of the governing factors, making it possible to use a Wagner device at radio frequencies. With such a bridge, special three-terminal condensers with independent screen may be used as indicated in the section under condensers.

The losses in high class variable air condensers of the usual two-terminal type, can be measured with good accuracy in terms of such standards on a bridge of the kind developed at the N. P. L., and many condensers have been so measured and their losses have been analysed into their respective components.

Completely satisfactory electrode systems have been evolved for accurate measurements of power factor of dielectrics of all kinds in sheet form, using mercury electrodes. Other applications of the bridge are to the direct measurement of impedances of radio frequency chokes, valve element impedances as well as effective resistance of inductive coils of normal kind.

Sutton has carried out experiments on condensers by the use of a principle of similitude in which the condensers are immersed in a conducting liquid. By analysis of the results obtained with air and with the conducting liquid as dielectrics, at various frequencies, it has been found to separate out and determine the components of loss in the air condenser due to conductor and dielectric respectively. Sutton has also carried out measurements of power factor and capacity of the electrodes and bases of various valves, and has shown the importance of an accurate knowledge of these in cases of valve voltmeters and other measuring devices where valves are used.

Mutual inductances which are variable, have been used for high frequency resistance measurements on coils by circuit arrangements which avoid a knowledge of the power factor of variable condensers.

The use of frequency change in various wireless measurements is coming more and more into use, as the peculiar advantages of frequency are being realised. Thus Colebrook and others have shown the convenience and accuracy of methods based on those originally developed by Willans in which the resonant circuit under measurement has no measuring devices connected to it. The circuit is coupled to an oscillator and the frequency changes observed as the tuning capacity in the oscillator is varied through resonance of the circuit. From observations of the instantaneously stationary values of the frequency, the constants

of the circuit may be determined. Good accuracy up to frequencies of 10 megacycles per second has been obtained. The normal resistance variation methods of effective resistance measurement have also been found quite satisfactory at frequencies of 10^7 cycles per second.

Numerous investigations have been made upon valves both on the theoretical and on the experimental sides; it is impossible to refer to these in any detail. They include theoretical investigations into rectification and generalised analysis of triode valve equivalent net works, filter systems, including valves in which filtering and amplification are combined. The measurements of the effective grid-filament and anode-filament impedances of three and four electrode valves have been investigated at telephonic and at radio frequencies. New methods have also been evolved for the measurement of the residual capacity between working grid and anode of screen-grid valves; examples of capacities as small as $0.0014 \mu\mu\text{F}$. have been found. The measurements can now be made to an accuracy of about $0.00005 \mu\mu\text{F}$. at radio frequencies. In one such method used at the N. P. L. the change in effective grid-filament input impedance of the valve resulting from a change from zero to a large anode impedance, is used as a measure of the effective grid-anode capacity, and since an amplification of several hundreds as given by the valve itself is operative, very good sensitivity can be obtained under working conditions.

D. W. DYE., D. Sc., F. R. S.

APPENDIX TO REPORT OF COMMISSION I.

RADIO FREQUENCY INTERNATIONAL. COMPARISON MEASUREMENTS 1928-1931 ⁽¹⁾

The proposals originally made at Brussels in 1928 were that three methods of intercomparison should be used, viz.,

- (a) Simultaneous measurement of the U. S. Naval Short Wave Station at Arlington.
- (b) Circulation of Piezo-Electric Oscillators.

⁽¹⁾ See p. 23.

- (c) Transmissions of telephonic frequency modulations of accurate known values superposed upon a carrier wave of convenient value.

(a) Simultaneous Measurements.

These methods were all followed up but, unfortunately, the first met with very little success. The programme arranged a first by the short wave station was not well received in Europe including Great-Britain. A second programme was arranged at a more suitable time of day for the transmissions but, unfortunately, was sent out on a day of the week other than that arranged. In addition, an Italian station of almost identical wave length caused serious interference.

Further transmissions under improved conditions were promised but, up to the time of writing, these have not been announced.

In the meantime, announcements of specially constant transmissions from the Bureau of Standards Washington, at 5 000 kc/s. have appeared and show great promise of their suitability for international comparison purposes, if not too weak.

Information will be forthcoming shortly upon the reception conditions at the N. P. L. in regard to this transmission.

The only measurements successfully made in England on the Naval Station at Arlington were made by the Post Office and gave agreement to about 2 parts in a million with the Washington values.

In 1930 measurements on several occasions on the Eiffel Tower transmissions were made in France and in England and gave the mean results

Paris	207 398 kc/s.
N. P. L.	207 402 kc/s.

The mean variation from the mean attributable to the station variations in frequency was $\pm 4 \times 10^{-5}$ or twice as great as the mean difference between the two countries.

(b) Piezo-Electric Oscillators.

At the time of the previous report, two of these have been circulated from the Bureau of Standards. These were not temperature-controlled and were measured at different tempera-

tures in different Laboratories. The results on these oscillators showed clearly that they were unequal to the task of really comparing the national standards, the differences observed amongst five laboratories had a mean value of $\pm 2.5 \times 10^{-4}$ in frequency.

In 1929 a more perfect form of oscillator with temperature control was circulated by the Bureau of Standards; this oscillator gave very much reduced differences. The mean variation from the mean in five laboratories was $\pm 3 \times 10^{-5}$ with the N. P. L. values at -4×10^{-5} from the mean and -3×10^{-5} from Washington. The differences in frequency between the values at Washington before departure and after return from its circulation amounted to 2 parts in 100 000.

Later in 1929 another temperature-controlled quartz oscillator brought by hand from the B. S. was measured in France, Italy, Germany, Great-Britain and U. S. A. The mean variations from the mean of all measurements made were — 24, — 29, +15, +6, +31 parts in 10^6 respectively, showing an improvement over the previous measurement.

In 1931 a quartz oscillator was brought over from Paris by M. Jouaust in connection with international comparison work entrusted to him on behalf of the Comité Consultatif Internationale Radio. This oscillator was of very good design, stability and reproducibility, except for one occasion when it developed another mode of vibration. The oscillator has been measured in France, Germany and Italy but the complete results are not yet available. Those between France and England gave the result

Paris	162 052.7 cycles per sec.
N. P. L.	162 052.8 cycles per sec.

This result is exceedingly satisfactory for a measurement on a portable oscillator. The variation before and after the journey between Paris and London was about 2 parts in 10^6 . Observations made upon this oscillator when running in the steady state, showed continual very small variations in frequency suspected to be the result of small movements of the crystal resulting from the vibration. The mean variations in frequency thus observed was just 1 part in a million. In a valve source used in connection with the

measurements, the mean variations — if real — were less than 2 parts in 10 million. The extreme agreement between the two measurements at the two laboratories on this oscillator must be regarded as accidental.

Quartz Resonators.

Some experience has now been gained in the use of quartz resonators as frequency standards suitable for intercomparison purposes. In 1929 M. Jimbo brought from country to country a luminous resonator of the kind developed in Germany. This was measured in many laboratories and very good agreement was obtained. The mean variation from the mean frequency was only 15 parts in 10^6 on a frequency of 10 000 cycles per second, which the bar vibrating flexurally had as its fundamental of that mode.

In February 1931, M. Jouaust brought over a resonator of Giebe type, of frequency 100 000 cycles per second, and this resonator was measured at a number of European national laboratories. The complete results are not yet available but between England and France the results were

Paris	99 975.9 c/s.
N. P. L.	99 976.0 c/s.

again showing a good agreement. These resonators are not temperature-controlled and the condition of resonance is observed visually by a glow which appears at the stressed regions of the resonator. With temperature control, and more sensitive and accurate means of observing resonance, it is believed that such resonators would be capable of giving comparisons to one or two parts in a million.

(c) Telephonic Modulation.

The idea of utilising a telephonic standard frequency modulation on a carrier wave originated with the writer on the occasion of the last meeting of the U. R. S. I. and since that time various tests of the principle have been made both at the N. P. L. and in Paris by M. Jouaust who has adopted the idea on behalf of the C. C. I. R.

The first measurements made were on transmissions from the Eiffel Tower in 1930 using a fork of 1 024 c/s. frequency on the carrier wave of 207.4 kc/s.

Four separate series of transmissions were made and gave results at the N. P. L. 1 024.089, 1 024.052, 1 024.078 and 1 024.043. The corresponding measurements in Paris were 1 024.091, 1 024.089, 1 024.072 and 1 024.046 cycles per second. The measurement in Paris, 1 024.072, was considered less accurate than the others owing to stoppage of the phonic wheel. The means, neglecting this measurement, are in agreement to less than 1 part in a million. But the mean variation is ± 2.5 parts in a million which represents more closely the probable accuracy of the comparisons. Small drifts of frequency amounting to about 3 parts in a million, occurred during an hour's transmission.

Quite recently the B. B. C. station 5XX at Daventry, has transmitted a modulation at 1 000 c/s. on a carrier frequency of about 193 kc/s. The measurements on this, made in Paris, Post Office and N. P. L. gave mean results

Paris	1 000.049 cycles per sec.
Post Office . .	1 000.043 cycles per sec.
N. P. L. . . .	1 000.042 cycles per sec.

The Paris measurements are open to confirmation, and it is thought that the difference from the English measurements is larger than experimental errors. Other comparison measurements were made on this transmission but they are not yet available.

It is hoped to continue these transmissions as a programme once a month on Tuesday mornings. Future transmissions will be more constant than this first one, which showed a drift of about 6 parts in 10^6 during the hour. The tuning fork was not temperature-regulated and would easily account for such drift.

In general, it may be said that transmissions of both kinds and quartz oscillator and resonator standards vie with one another in their improved operation in trying to keep pace with the greatly improved national standards during recent years.

*
**

LIST OF REFERENCES.

Frequency.

- N. P. L. *Annual Reports* for 1928, 1929 and 1930.
 Y. NAMBA, *Effect of Atmospheric Pressure on Frequency of Tuning Forks*. (NATURE, 5 Oct. 1929.)
Marconi Tuning Fork as a Frequency Standard. (MARCONI REVIEW, Nov. 1929.)

- A. S. EVE, *Growing Importance of Frequency*. (NATURE [Supplement], 22 March 1930.)
 J. E. P. VIGOUREUX, *Equivalent Circuit of Quartz Resonator in terms of Elastic and Piezo-Electric Constants*. (PHIL. MAG., December 1928.)
 J. E. P. VIGOUREUX, *Valve-Maintained Quartz Oscillator*. (J. I. E. E., February 1930.)
 H. J. LUCAS, *Some Developments of the Quartz Oscillator as a Frequency Standard*. (E. W. and W. E., April 1930, also J. I. E. E., Wireless Section, March 5, 1930.)
 F. D. SMITH, *Magnetostriction Constant for Alternating Magnetic Fields*. (PROC. PHYS. SOC., April 1930.)
 S. BUTTERWORTH and F. D. SMITH, *The Equivalent Circuit of a Magnetostriction Oscillator*. (PROC. PHYS. SOC., Mar. 1. 1931.)

Wavemeters.

- F. M. COOLEBROOK, *Valve wavemeter 10 to 20 000 metres*. (E. W. and W. E., Dec. 1927.)
 D. F. MARTYN, *Frequency Variations of Triode Oscillators*. (PHIL. MAG., July 1928.)
 T. D. PARKIN, *Standard Frequency Meter*. (MARCONY REVIEW, Apr. 1929.)
 T. D. PARKIN, *A portable pension frequency meter*. (MARCONI REVIEW, Jan. 1930.)
 E. MALLETT, *Valve Oscillation Stabilisation*. (J. I. E. E., May 1930 [Wireless section].)

Current and Voltage.

- An Amperemeter for Measuring Alternating Currents of Very High Frequency*. (PROC. ROY. SOC., Vol. 121A. 1928.)
 E. B. MOULLIN, *Development of a Precision Ammeter for very high frequencies*. (J. I. E. E., May 1930.)
 C. L. FORTESCUE and L. A. MASON, *A very High Frequency Ammeter*. (ELECT. REVIEW, Feb. 14. 1930, and INST. E. E. [Wireless Proc.], June 1930.)
 R. L. SMITH-ROSE and H. N. WILMOTTE, *Absolute method of High Frequency Current Measurement*. (NATURE, 26. Oct. 1930.)
 L. HARTSHORN, *The Frequency Errors of the Copper Oxide Rectifier*. (PROC. PHYS. SOC., Vol. 42, 1930.)
 B. S. SMITH and F. D. SMITH, *Instrument for the Production of Known High Frequency Electromotive Forces*. (PROC. PHYS. SOC., Dec. 1928.)
 E. B. MOULLIN, *Thermionic Voltmeter for Peak and Mean Voltages of any Wave Form*. (J. I. E. E., Aug. 1930.)
 E. B. MOULLIN, *Some Developments of the Thermionic Voltmeter*. (J. I. E. E. [Wireless Proc.], Vol. 5, 1930.)
 J. HOLLINGWORTH and R. NAISMITH, *A Portable Radio Intensity Measuring Apparatus for High Frequencies*. (I. E. E. [Wireless Proc.], Vol. 4, 1929.)
Marconi Transmission Measuring Set. (MARCONI REVIEW, Sept. 1930.)

Capacity and Inductance.

- W. H. GRIFFITHS, *Accuracy and Calibration performance of variable air condensers for precision measurements*. (E. W. and W. E., Jan. and Feb. 1928.)
 W. H. GRIFFITHS, *Standard Inductances for Wavemeters and other Radio Frequency purposes*. (E. W. and W. E., Oct. 1929, also JOUR. SCIENT. INST., Nov. 1929.)
 E. B. MOULLIN, *Variable Condensers for use at 30 million cycles per second*. (JOUR. SCIENT. INSTR., Feb. 1930.)

D. W. DYE, *Basic Measurements of Effective Resistance of Condensers at High Frequencies.* (PROC. PHYS. SOC., August 1928.)

G. W. SUTTON, *Determination of Effective Resistance of Air Condensers at High Frequency.* (PROC. PHYS. SOC., Feb. 1929.)

General Measurements and Properties of Circuits.

G. W. SUTTON, *Capacity and Power Factor of Electrode and Base of Triode Valves.* (PROC. PHYS. SOC., Dec. 1927.)

W. JACKSON, *High Frequency Resistance Measurement by the use of a Variable Mutual Inductance.* (I. E. E. [Wireless Proc.], Vol. 5. 1930.)

Radio Frequency Schering Bridge. (See REPORT OF RADIO RESEARCH BOARD. 1929. P. S. I. R.)

L. HARTSHORN, *Anode Circuit Impedances and Mutual Conductances of Thermionic Valves.* (PROC. PHYS. SOC., Feb. 1929.)

L. HARTSHORN, *Interelectrode Capacities and Resistance. Amplification.* (E. W. and W. E., Aug. 1928.)

F. M. COLEBROOK, *Generalised Analysis of Triode Valve Equivalent Network.* (JOUR. I. E. E., Jan. 1929.)

S. E. A. LANDALE, *Analysis of Triode Valve Rectification.* (CAMB. PHIL. SOC. PROC., July 1929.)

MCNEELY and R. P. BALLOM, *Neon Tube as Indicator of Constancy of Frequency.* (ELECT. WORLD, Jan. 11, 1930.)

S. BUTTERWORTH, *Theory of Filter Amplifiers.* (E. W. and W. E., Oct. 1930.)

E. MALLETT, *Frequency Stabilisation of Valve Oscillators.* (I. E. E. [Wireless Proc.], June 1930.)

COMMISSION II. — PROPAGATION DES ONDES.

COMMISSION II. — RADIO WAVES PROPAGATION.

INTRODUCTION.

La Commission de la Propagation des Ondes
est composée des membres suivants :

The Commission on Radio Wave Propagation
is composed of the following members :

- Président :** M. le D^r L. W. AUSTIN, du Laboratory for Special Radio Transmission Research, Bureau of Standards.
- Belgique :** M. le Prof^r Th. DE DONDER, Membre de l'Académie Royale de Belgique, Professeur à l'Université de Bruxelles; M. le Prof^r Fr. VAN DEN DUNGEN, Professeur à l'Université de Bruxelles et M. le Prof^r G. VAN LERBERGHE, Professeur à l'Ecole des Mines de Mons.
- États-Unis :** M. le D^r L. W. AUSTIN.
- France :** M. le Prof^r MAURAIN, Directeur de l'Institut Physique du Globe et M. le Prof^r R. MESNY, Professeur Principal d'Hydrographie, Professeur à l'École Supérieure d'Electricité de Paris.
- Grande-Bretagne :** M. le Prof^r E. V. APPLETON, Wheastone Laboratory, King's College; M. O. F. BROWN, Department of Scientific Research; M. le Capitaine P. P. ECKERSLEY, British Broadcasting Corporation; M. le D^r E. H. RAYNER, D. Sc., National Physical Laboratory; M. le D^r F. E. SMITH et M. le D^r R. L. SMITH-ROSE, D. Sc., Ph. D., D. I. C., A. M. I. E. E., National Physical Laboratory.
- Italie :** M. le Commandant C. MATTEINI; M. le Major Chevalier A. MARINO, Direction Supérieure d'Études et de Recherches de l'Aéronautique et M. l'Ingénieur V. GORI.
- Japon :** M. T. HAYASHI, Military Signal School; M. T. NAKAGAMI, Bureau of Telephone and Telegraph Engineering, Ministry of Communications; M. le Rear-Admiral K. NISHIZAKI, Naval Technical Department, Ministry of Navy; M. Y. TAKATA, Broadcasting Corporation of Japan et M. E. YOKOYAMA, Electrotechnical Laboratory.
- Norvège :** M. T. ENGSET, Directeur Général de l'Administration des Télégraphes; M. F. GYTHFELDT, Ingénieur à l'Administration des Télégraphes et M. le Prof^r H. PEDERSEN, Ingénieur en Chef de l'Administration des Télégraphes.
- Nouvelle-Zélande :** M. le D^r M. A. F. BARNETT, Department of Scientific and Industrial Research.
- Pays-Bas :** M. le Prof^r D^r Jhr. G. J. ELIAS et M. le D^r B. VAN DER POL, du Natuurkundig Laboratorium des N. V. Philip's Gloeilampenfabrieken.
- Portugal :** M. le Capitaine de Corvette E. M. SOARES, Instruteur de Radiotélégraphie à l'École des Torpilles et d'Electricité de la Marine.
- Suisse :** M. le D^r J. LUGEON.

COMPTE RENDU DES SEANCES. — ACCOUNT OF THE MEETINGS

SEANCE DU SAMEDI 30 MAI. — MEETING OF SATURDAY, MAI 30th.

La séance est ouverte à 16 heures sous la présidence de M. le Dr. L. W. AUSTIN. M. le Prof^r E. V. APPLETON est désigné comme Vice-Président et M. le Prof^r MESNY comme Rapporteur.

Le Général Ferrié demande la parole et souhaite la bienvenue au Prof^r Wagner qui a bien voulu venir prendre part aux travaux de l'U. R. S. I.

Le Prof^r Mesny donne ensuite lecture de la proposition française relative aux mesures régulières à entreprendre dans tous les pays sur la hauteur de la couche de Kennelly-Heaviside ⁽¹⁾.

Prof^r Appleton remarks that actually the participation of eight measuring stations might be expected : one in China (Shanghai), two in Germany, one in Great-Britain, one in France, one in Poland and two in the United States.

Happily the two most used methods : that of frequency change and that of group retardation measure the same quantity, so that each station may use whichever of the two methods is more convenient.

It would be very desirable to carry out the measurements on two waves round 80 and 170 metres, with a view of obtaining data on the two Kennelly-Heaviside layers.

These measurements should be made every week at midnight local time on the Wednesday and at midday on the Thursday.

Le Général Ferrié se rallie aux propositions de M. le Prof^r Appleton, mais comme il pense qu'il n'y a pas plusieurs couches distinctes mais un milieu dont l'ionisation varie de façon continue, il estime que l'on devrait plutôt faire varier la longueur d'onde employée d'une façon continue

autour de sa valeur moyenne. On verrait ainsi si l'on n'obtiendrait pas des variations continues de la hauteur mesurée.

Prof^r Appleton thinks that this method would be too laborious for general use, and that it is unnecessary for the following reason. In his own experiment he has already shown that a continuous variation of frequency shows only very small variations of the effective height until a critical frequency is reached near which a very small change of wavelength shows a very considerable increase in effective height, this new height being about twice the original height. If the frequency is still further reduced, the variations of this new height are again very small.

Dr van der Pol thinks the two points of view may be defended and since the nature and disposition of the layers may vary with latitude, he suggests that both methods should be used.

The Chairman declares discussion on this closed point and asks if Prof^r Appleton would undertake to organize the work and to collection the results.

Prof^r Appleton agrees with this want.

The Chairman proposes the appointment of a sub-commission to study the inter-relations of radioelectric, physical and astronomical phenomena in connection with the problems of the upper atmosphere. Professors Appleton and Chapman, nominated by the Chairman, agree to act as a sub-commission for this purpose.

Le Rapporteur donne ensuite lecture de la deuxième proposition française ⁽¹⁾.

Prof^r Chapman agrees with this proposal.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 38.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 38.

The *Chairman* remarks that the American National Committee has examined the question and is not very favourable to the present proposal, as the Committee is doubtful of the value of measurements of intensity variations, especially for long waves whose variations are often of little importance. This Committee is also alarmed at the prospect of an accumulation of a great mass of numerical data.

He proposes that the French National Committee should be asked to carry out work of this character for a trial period of a year before any general action is taken.

Le Général Ferrié accepte pour le Comité National Français.

Dr. Smith-Rose announces that the British National Committee hopes that the British authorities will, at their own expense, send out a Polar Year expedition to carry out measurements on the effective height of the Kennelly-Heaviside layers and on the distribution of ionisation in them. It would be very desirable that other countries should do the same, and in particular, that the American National Committee should carry out work of this kind in North America, near the magnetic pole.

Prof Appleton gives some details on the British expedition; it is hoped to send three workers for a period of three months beginning in the University vacation of 1932.

He suggests that the American National Committee may obtain assistance and support from the Rockefeller or Carnegie Foundations for work of this kind.

Prof Pedersen announces that probably a Danish mission will be sent out, but it is not yet certain.

Dr. van der Pol makes a similar statement for Holland.

Le Général Ferrié indique que la France enverra une mission et que, si la nature du personnel qui y participera le permet, on pourra aussi faire des mesures sur la hauteur de la couche de Kennelly-Heaviside.

Prof la Cour regrets not to be able to give

preuse information upon the various missions, he has not yet received definitive reports.

He suggests the appointment of a sub-commission, to which he undertakes to communicate all the information he receives on the subject of the Polar Year programme.

Le Général Ferrié estime que cette Sous-Commission ne devra pas borner son travail aux prévisions relatives aux mesures de la couche Kennelly-Heaviside, mais l'étendre aux phénomènes de propagation et des atmosphériques. Elle devrait donc comprendre des spécialistes de ces questions.

The *Chairman* then suggests the appointment of a commission of five Members of which M. la Cour should also be a member. Commissions III et IV would each present another.

Le Prof Appleton est désigné pour la Commission II.

Dr. van der Pol remarks that it would be very desirable that the sub-commission should draw up instructions for the staff of the mission, a staff which ought to be formed beforehand.

Prof Appleton thinks it would require about two months to train a graduate in sciences for these measurements; an ordinary assistant is not sufficient.

The *Chairman* remarks that the discussion on this subject is exhausted and begs M. Braillard to read his work on « Contribution à l'Étude des Lois de Propagation des ondes hertziennes dans la gamme de 150 à 1500 kc/s. » ⁽¹⁾.

After this communication, the *Chairman* says that he finds it remarkable that such a limited number of observations has given so regular curves.

Dr. van der Pol remarks that in this work only maximal values of the fields have been considered.

M. Braillard donnera dans sa note toutes indications de détail relatives aux observations particulières pour éliminer toute incertitude sur les résultats d'ensemble.

(1) Annexe II, p. 39.

SÉANCE DU JEUDI 4 JUIN. — MEETING OF THURSDAY, JUNE 4th.

La séance est ouverte à 10 heures sous la présidence de M. le Dr. AUSTIN.

The *Chairman* summarises the contents of his report on relations between propagation and solar activity ⁽¹⁾.

Dr. Watson-Watt points out that observations on atmospherics add to the data available on these relationships. For example during atmospheric observations throughout Western Europe, upon frequencies from 200 to 800 kc/s., only once on seventeen days of observation, was a total absence of atmospherics found simultaneously at nearly all the stations; the intensity of atmospherics remained much below 1.1 mv/m. during the ten minutes of observation. The phenomenon occurred on the day of a great magnetic disturbance.

On the other hand, for observations on 10 kc/s., he had found that during magnetic disturbance the usual regular curve is followed for most of the time, but that sometimes the intensity of atmospherics increases suddenly and remains on a high level for 20 to 30 minutes ⁽²⁾; those peculiarities seem to be produced when the time rate of change of the vertical component of the magnetic field is a maximum (This component was arbitrarily taken as an index of the magnetic activity, as a matter of convenience, in the case examined).

Le Dr. Lugeon a observé les mêmes phénomènes sans se les expliquer.

Le *Commandant Bureau* fait remarquer qu'il est étrange de constater, d'après les observations du Dr. Austin, que les atmosphériques diminuent, et que le champ des ondes augmente quand l'activité solaire croît. Il semblerait que les atmosphériques devraient augmenter quand la propagation devient meilleure. Sinon, cela prouverait que l'activité solaire agit non seulement sur la propagation, mais sur les sources

d'atmosphériques et que celles-ci perdent de la puissance quand l'activité solaire croît.

Prof Appleton referring to M. Austin's own work remarks on the necessity for runs of data of long duration with a view to finding correlations. He thinks that purely local observations like those on the height of the Kennelly-Heaviside layer may more easily reveal the instantaneous correlations with the magnetic perturbations observed at the place of observation.

Dr. Rayner thinks it might be interesting to make atmospheric observations on very low frequencies, corresponding to waves of 200 km. for instance.

Dr. van der Pol incidentally asks what are the shortest waves capable of being used for long distance communications.

Prof Appleton mentions 17 metres during the night and occasionally 8 to 9 metres during the day.

The *Chairman* says that the Radio Corporation has been able during short spaces of time to obtain communications on 8 metres between United States and South America.

Prof Appleton mentions a very important subject for study: Why are the short waves so advantageous? He recalls the curve given by Taylor and Hulburt for the ranges of a wave as a function of its frequency for a given antenna power. This curve shows a minimum round the frequency of 1 500 kc/s. (200 metres) and it has been thought that this minimum was due to the terrestrial magnetic field which might produce a resonance, but he does not think that this is the true cause of the phenomena. If however, this is not the cause, then what is the cause?

Le *Prof Wagner* rappelle que Meissner a fait des expériences soignées pour chercher à mettre en évidence ce minimum et qu'il n'a rien trouvé.

Dr. van der Pol says that the data are not usually given with sufficient precision, in par-

⁽¹⁾ Annexe III, p. 52.

⁽²⁾ U. R. S. I. General Assembly held at Brussel, in 1928, fasc. I, p. 129, fig. 9.

ticular the power quoted is always antenna power and there are no data concerning the effective radiated powers.

The *Chairman* calls attention to the experiments of Anderson of the Bell Telephone Company. These experiments on short and long waves over the Atlantic have shown that the measured fields were included between those calculated from the Austin formula and from the inverse distance law.

Le *Prof^r Wagner* signale que les mesures faites en Allemagne sur les stations de radiodiffusion à des distances allant jusqu'à 1.000 km. ont donné de jour des valeurs du champ correspondant à la loi exponentielle pour la distance, mais avec un coefficient exponentiel supérieur à celui d'Austin. Les champs de nuit ont toujours été trouvés inférieurs à ceux que donnait la loi de l'inverse de la distance.

Dr. Rayner asks from what direction the waves reach the receiving apparatus. How would they be seen if they were visible? Like a spot in the sky or in diffuse way? In other words might one legitimately speak of rays?

Dr. van der Pol says that according Eckersley the waves are propagated by successive reflexions between the earth and the Kennelly-Heaviside layer. Eckersley sent across the Atlantic a very short signal. Several signals (two to six) were obtained at the receiving stations and from the intervals of time between the signals it has been deduced that several rays were propagated by several reflexions above and below. Does not this phenomenon appear inadmissible owing to absorption during the reflexions at the earth?

Prof^r Pedersen agrees with *Dr. van der Pol*.

Le *Général Ferrié* indique qu'on a fait des constatations du même genre sur les signaux horaires transmis entre Paris et Saïgon.

Dr. van der Pol wonders if the question at issue is not a purely verbal one. The first point is whether it is permissible to speak of rays; *Professeur Manneback* of the University of Louvain has studied the question and has come to the con-

clusion that one may speak of rays only if the gradient of the dielectric properties as a function of λ is very steep when passing from one medium into another. Therefore he concludes that the best thing to do is to sit down at our study tables to consider the conditions at the boundary.

Le *Dr. Lugeon* pense qu'on doit étudier la propagation des ondes courtes en tenant compte de la surface limite de l'ombre et de la lumière au-dessus de la terre. Il a examiné de cette manière des séries d'observations transatlantiques sur 14 et 23 mètres, publiées récemment, et constaté qu'il y a communication ou non suivant que les rayons rasants du soleil se trouvent, sur le chemin de l'onde, au-dessus ou au-dessous d'une certaine altitude.

The *Chairman* brings into the discussion the subject of echoes of long delay.

Dr. van der Pol recalls the conditions in which they were observed and the explanation he gave in « *Nature* ». This explanation is based on the consideration of the velocity of signals groups. It has been argued against his explanation that if the waves stayed so long in an ionised medium they would be completely absorbed, but this objection is not serious because the height of reflexion is not known; the absorption might be very small. The earlier experiments of Quack on waves travelling several times around the earth and those made more recently in Japan show that the waves might stay a long time in the atmosphere and still retain a notable amplitude. It must be remembered that the echoes he has observed are very rare and that they probably want very special conditions in the atmosphere.

The explanation of Störmer is also not free of objections, even the existence of his electron streams is uncertain, for he did not take in account the repulsive forces which would spread them out, for they produce more intense effects than the terrestrial magnetic field.

Dr. Rayner thinks that owing to the fact that echoes are very rare phenomena it ought to be seen if the dates when they were observed do not correspond to very particular conditions.

SÉANCE DU SAMEDI 6 JUIN. — MEETING OF SATURDAY, JUNE 6th.

La séance est ouverte à 10 heures sous la présidence de M. le Dr. L. W. AUSTIN.

Dr. van der Pol gives an account of the very interesting experiments recently carried out by Dr. Mogel. He sent out from a vertical antenna very short pulses of the order of the thousandth of a second and he received them on a neighbouring antenna, at first vertical then horizontal.

In the first case a first signal A (see fig. 1) was registered and a second one B of the same

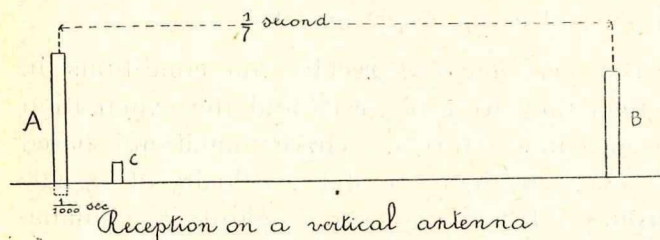


FIG. 1.

value, $1/7$ second later, the time required by the wave to go round the earth. Besides, a short signal C was registered at a distance from A equal to about one tenth of AB.

With reception on the horizontal antenna, two signals A' and B' (see fig. 2) corresponding to A and B were still received, but instead of signal C a long trace beginning somewhat earlier than C. The oscillograph used had a natural frequency of about 10 000 c.s. These results seem to bring into evidence the influence of group-velocity. Besides, as shown by Dr. Joos, a sprading out of the signal is to be expected in these conditions, a phenomenon due to the dispersive properties of the medium; the record of figure 2 would agree with these considerations.

Dr. van der Pol cites in connection with this subject the results he has obtained with delayed echoes. These echoes aurally observed were spread out and dissimilar to the emitted signals.

Le Prof^r Wagner estime que l'explication de M. van der Pol est correcte et rapproche ces

phénomènes de ceux observés dans la téléphonie avec fil à grande distance. Il serait désirable de recevoir de tels échos sur plusieurs récepteurs sélectifs accordés sur des fréquences différentes pour apprécier la dispersion; des observations de ce genre pourraient confirmer l'origine du phénomène.

Il signale d'autres expériences d'échos faites en Allemagne, au cours desquelles, en admettant pour vitesse des ondes la valeur c dans un milieu non-ionisé, on trouvait avec une onde courte une couche réfléchissante située à 2.000 kilomètres de hauteur environ. Avec une onde plus longue, cette hauteur était de l'ordre d'une centaine de kilomètres. Dans le premier cas on a souvent observé plusieurs échos qui correspondaient à des chemins parcourus multiples exacts de celui assigné au premier.

Il pense que la hauteur où se produit la réflexion dépend de la longueur de l'onde.

Dr. van der Pol wishes to emphasise the smallness of the loss of power often found in short wave propagation. In the experiments made by Mogel, the signal produced by a wave which had been five times round the earth was

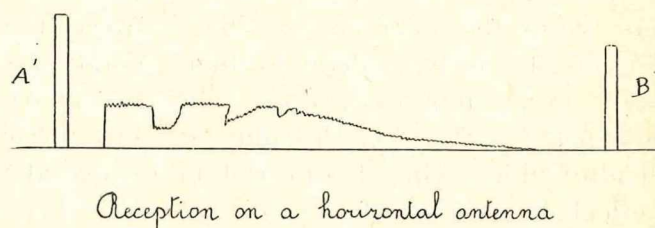


FIG. 2.

still represented on the oscillogram by a deviation equal to one tenth of the first deviation, the detector used following a square law.

The Chairman asks if these long journeys are believed to be due to multiple reflexions.

Le Prof^r Wagner estime que cela donnerait lieu à des pertes d'énergie inadmissibles et il rappelle la théorie de Lassen selon laquelle il existerait une distance zénithale des rayons pour

laquelle ceux-ci pourraient se propager à une hauteur constante et par conséquent se propager à de très grandes distances sans prendre contact avec le sol.

Prof Appleton asks how then these rays can come back to earth.

Le *Prof Wagner* pense qu'ils peuvent céder en chemin une partie de leur énergie par une sorte de diffusion. Il signale que des expériences faites en aéroplane montrent que l'énergie reçue croît beaucoup avec la hauteur au-dessus du sol.

Le *Prof Mesny* fait remarquer que dans ces conditions on conçoit mal que les signaux reçus à grande distance aient une énergie d'un ordre de grandeur comparable à celui des signaux à courte distance. On pourrait encore penser que les différents rayons dont la distance zénithale est voisine de celle mentionnée par M. Wagner atteignent le sol à des distances de plus en plus grandes de façon à ramener d'une manière à peu près continue aux différents points de la terre, l'énergie émise.

Le *Prof Wagner* fait remarquer que les signaux ne se propagent aussi facilement autour de la terre que quand tout le chemin qu'ils peuvent parcourir sur un arc de grand cercle est éclairé par le soleil.

Dr. van der Pol draws attention to the acoustic analogy with a « whispering gallery » in which a weak sound sent in a direction tangential to its wall goes easily round.

Dr. Rayner asks if these phenomena are obtained only when the receiving set is in the neighbourhood of the emitting station. What would happen if the stations were distant from each other?

Le *Prof Wagner* répond que les signaux faisant le tour de la terre ont aussi été observés dans des expériences faites entre Buenos-Ayres et Nauen.

Le *Dr. Lugeon* pense qu'il serait intéressant de chercher à obtenir des échos sur la surface de séparation de la lumière du soleil et de l'om-

bre de la terre, région dans laquelle l'atmosphère ionisée présente une variation importante.

Dr. van der Pol alluding to the experiments mentioned above and carried out by M. Mogel remarks that similar methods could be used to determine the composition of the ionized layers. To study an amplifying apparatus without examining the internal elements, sinusoidal electromotive forces of various frequencies can be applied to the input and what comes out of the apparatus measured, knowing the intensity at the output and the phase of every signal as a function of the corresponding signals at the entrance, it would be theoretically possible to determine all that the amplifying apparatus contains. The introduction of various sinusoidal forces at the entrance could be replaced by a single short impulse at the input and a oscillographe at the output. The Heaviside operational calculus would allow one to determine all the coefficients of the equations defining apparatus.

The problem of the ionized layer is of the same character and its constitution could be theoretically deduced from observations of complex signals resulting from an emitted impulse.

Le *Prof Wagner* ne croit pas bien comprendre M. van der Pol. Assurément on pourrait trouver un système susceptible de fournir les résultats obtenus, mais ce système ne serait pas unique il y aurait un nombre infini de systèmes différents qui seraient équivalents du point de vue considéré.

Dr. van der Pol answers that each of the two methods : a) sinusoidal forces and b) reponse to short impulse, could be used to predict the response of the amplifying set for any electromotive force applied to the entrance.

Prof Appleton asks for a list of members able to cooperate in the measurements of the height and ionisation of the upper atmosphere.

Les personnes qui pourront entrer en liaison à ce sujet sont : MM. APPLETON, DELLINGER, HATTORI (Radio-Committee, Academy House, Tokyo), LEJAY, LUGEON et WAGNER.

ANNEXES.

I. Comité National Français. — Étude de la Propagation.

II. Contribution à l'Étude des lois de la Propagation des ondes hertziennes dans la

gamme de 150 à 1 500 kc/s. — R. BRILLARD.

III. Solar and Radio Relationships. — L. W. AUSTIN.

ANNEXE I.

Comité national français.

ÉTUDE DE LA PROPAGATION.

Le Comité National Français croit devoir attirer l'attention de l'Union Radio Scientifique Internationale sur l'intérêt qu'il y aurait à organiser d'une façon systématique des sondages réguliers de la haute atmosphère, c'est-à-dire des déterminations des couches réfléchissantes correspondant à une fréquence donnée.

De semblables études ont déjà été entreprises en Angleterre où on emploie la méthode indiquée par le Professeur Appleton, aux États-Unis (Bureau of Standards) et en France (Laboratoire National de Radioélectricité). Dans ces deux derniers pays, la méthode employée est celle dite de l'écho. Dans une note présentée à la réunion de la Commission IV de l'U. R. S. I. à Stockholm en 1930, le Comité National Français a attiré l'attention sur les avantages dus surtout à la simplicité que présente cette dernière méthode.

Il est évident d'autre part que le sondage de la haute atmosphère quel que soit le mode opératoire employé, ne peut conduire à des conséquences intéressantes que si on lui applique les règles qui président à l'organisation de toutes les recherches relatives à la Météorologie.

Il est nécessaire que toutes les mesures effectuées en divers points du globe soient centralisées et exécutées dans des conditions qui permettent de comparer les résultats obtenus.

Le Comité National Français propose donc la nomination d'une Sous-Commission composée de radio-électriciens, de physiciens et d'astronomes, laquelle aurait mission :

- 1° d'inviter les Comités Nationaux qui disposent des moyens d'action nécessaire à organiser dans leur pays de semblables sondages,
- 2° de donner son avis sur le mode opératoire qui lui semblerait préférable,
- 3° d'indiquer les longueurs d'onde approximatives sur lesquelles devraient être effectuées ces expériences,
- 4° de fixer les heures ou les moments de la journée où devraient être effectuées les mesures,
- 5° d'organiser la centralisation des résultats obtenus.

Il est absolument impossible de fixer d'une façon exacte les longueurs d'onde avec lesquelles devraient être effectuées ces mesures, elles doivent être déterminées par des conditions particulières (nature du poste dont le comité organisateur peut disposer, etc...)

Il conviendrait simplement de fixer la ou les bandes de fréquence dans lesquelles il paraît intéressant d'effectuer ces mesures par exemple : bande de 80 à 60 m., bande de 40 à 30 m., etc...

Le Comité National Français croit devoir indiquer que pour l'emploi de la méthode de l'écho, la bande de 80 à 60 m. lui semble la plus intéressante. D'après les recherches effectuées au Bureau of Standards, c'est celle pour laquelle les échos semblent le plus facilement observables. D'autre part, avec des ondes plus courtes, il est

à redouter que le poste récepteur ne puisse percevoir l'onde directe, ce qui rendrait l'emploi de la méthode de l'écho illusoire.

Le Comité National Français et le Comité Américain ont organisé sous le nom d'Ursigrammes des messages radiotélégraphiques quotidiens

donnant des renseignements sur divers points de la physique du globe. (Météorologie, Magnétisme, État du soleil).

Si des sondages journaliers de la couche d'Heaviside étaient effectués, cette donnée pourrait être ajoutée aux ursigrammes.

ANNEXE II.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES LOIS DE PROPAGATION DES ONDES HERTZIENNES DANS LA GAMME 150 A 1 500 kc/s (2 000 A 200 m).

Lors de sa réunion au Sommering, en février dernier, le Conseil de l'Union Internationale de Radiodiffusion, sur la proposition de sa Commission Technique, décida de mettre à la disposition de cette dernière les ressources de ses membres, en personnel technique et en matériel, en vue d'entreprendre sur une large échelle, des mesures systématiques de la valeur du rayon indirect des stations de radiodiffusion.

Les buts de cette expérience étaient les suivants :

a) Apporter une contribution utile à l'étude des phénomènes de propagation des ondes hertziennes,

b) Tenter de déterminer le *rayon d'action nuisible* des stations de radiodiffusion, c'est-à-dire la limite à partir de laquelle le rayon indirect, ou onde d'espace, cesse de provoquer des interférences nuisibles dans le *rayon d'action utile* des stations travaillant sur des fréquences voisines, lequel est limité en fait au rayon d'action de l'onde de surface,

c) Déterminer si possible l'effet de la longueur d'onde d'émission, de la situation orographique et géographique de la station, de la direction du rayonnement par rapport au méridien, de la forme de l'antenne d'émission, etc...

d) éventuellement, tirer des résultats pratiques de l'expérience, et étudier les modifications à apporter dans la répartition actuelle des longueurs d'onde entre les stations de radiodiffusion, en vue d'atténuer les interférences spécialement ressenties pendant la période d'hiver, par suite de l'encombrement considérable de la bande de fréquence allouée à la radiodiffusion.

L'essai ayant été poursuivi avec succès, mes collègues et moi avons estimé qu'il était opportun de profiter des réunions de Copenhague pour en porter les premiers résultats globaux à la connaissance des experts réunis ici.

J'insisterai toutefois sur le fait qu'il ne s'agit que d'une première analyse de l'ensemble des mesures effectuées, le temps ayant manqué pour poursuivre l'examen de la question sous tous ses aspects accessibles.

Programme des essais.

1. Les mesures ont été effectuées chaque soir (dimanche excepté) du 3 mars au 7 avril, entre 18 heures et 24 heures, T. M. G. sans interruption.

2. Pendant chaque séance, on observa deux stations seulement, en alternant d'heure en heure, ce qui correspondait à 3 heures d'observation pour chaque station, réparties sur une durée globale de 5 heures.

3. On observa 32 stations de radiodiffusion, reconnues pour leur stabilité, réparties en des points très divers de l'Europe, et couvrant pratiquement toute la gamme à observer (sauf entre 1.000 et 545 kilo-cycles).

4. Les mesures furent effectuées dans 11 centres différents, situés à Helsinki, Stockholm, Oslo, Kobenhavn, Tatsfield (près de London), Eindhoven, Berlin, Praha, Wien, Buda-Pest, Torino.

Chacun de ces centres est pourvu d'un appareil moderne pour la mesure du champ, et la plupart d'entr'eux étaient équipés de façon à procéder à un enregistrement continu des variations de

champ, avec une vitesse de déroulement de la bande de un centimètre par minute.

5. Toutes les caractéristiques d'émission des stations émettrices (puissance, forme de l'antenne, etc...) et toutes les mesures, (y compris les diagrammes d'enregistrement) furent centralisés au Laboratoire de Contrôle de l'U. I. R. à Bruxelles, où l'on procéda à leur dépouillement.

Cette opération n'est pas complètement terminée, (il a été rassemblé près de 1.500 mètres de bandes enregistrées), mais le classement des premiers résultats obtenus semble déjà très instructif.

Je me permettrai de les exposer sommairement, en espérant qu'ils constitueront des matériaux utiles aux physiciens qui étudient le mécanisme de la couche de Kennelly-Heaviside et aux ingénieurs des radiocommunications qui doivent tenir compte de ses effets.

Méthode de classement.

Les stations émettrices étant, en général, de puissances différentes, j'ai ramené pour chacune d'elles la valeur du champ mesuré à une puissance de 1 kilowatt radié.

Il y a quelque incertitude dans la détermination exacte de la puissance réellement radiée par chaque station, mais les erreurs qui peuvent en résulter n'affectent que très peu la valeur réelle du champ mesuré et n'influencent pas l'allure générale des phénomènes observés.

Pour chaque station, j'ai noté, pour chaque centre d'observation, la valeur maximum du champ enregistré, ce qui a permis de tracer une courbe des maxima maximorum du champ en fonction de la distance, pour une station donnée.

Quelques-unes de ces courbes sont reproduites en annexe (1). Il y figure également :

a) Une courbe d'atténuation théorique, en fonction de l'inverse de la distance, en supposant qu'il n'y a pas d'atténuation. L'effet de courbure de la terre a été négligé, pour les distances considérées;

b) Une courbe d'atténuation théorique, correspondant, pour la fréquence envisagée, à une conductibilité du sol égale à 10^{-13} CGS, valeur

moyenne. Cette courbe, établie d'après les théories d'Austin, Cohen, Sommerfeld, Watson, van der Pol, etc... correspond sensiblement à la réalité, suivant les mesures effectuées par P. P. Eckersley et de nombreux autres expérimentateurs. Cette courbe indique la valeur du rayon direct ou onde de surface.

D'une manière générale, on peut remarquer que les mesures effectuées dans les divers centres sont très cohérentes et même fréquemment très concordantes.

Pour chaque mesure, j'ai fait figurer également la direction de propagation vers le centre d'observation par rapport au méridien.

L'examen de l'ensemble des résultats a permis de déduire certaines courbes moyennes, lesquelles, avec une approximation suffisante, permettent de préciser, en valeur absolue, des phénomènes assez mal définis, à ma connaissance, jusqu'à ce jour.

Les graphiques ci-joints s'expliquent par eux-mêmes. J'en entreprendrai toutefois une analyse succincte.

Effet de la fréquence.

Le rayon indirect prend une importance de plus en plus grande au fur et à mesure que la fréquence augmente, ce qui est bien connu.

A la fréquence de 160 kc/s., sa valeur maximum, suit très exactement la courbe d'atténuation correspondant, pour l'onde de surface, à une conductibilité du sol égale à 10^{-13} CGS.

Mais pour des fréquences très légèrement supérieures, l'effet du rayon réfléchi commence à se faire sentir, pour atteindre son maximum aux fréquences les plus élevées.

Cette valeur maximum atteint et dépasse 1 millivolt par mètre pour 1 kilowatt radié, ce qui représente plus de dix fois les valeurs admises il y a deux ans, et explique la sévérité des interférences constatées parfois durant les longues nuits d'hiver, même à proximité des stations d'émission, du fait de stations relativement très éloignées.

Si l'on admet qu'en raison du « fading », le seul rayon d'« action agréable » des stations soit celui qui correspond au champ d'action de l'onde de surface, la supériorité des ondes longues, en

(1) Page 43.

matière de radiodiffusion, apparaît immédiatement.

Effet de la distance.

D'une manière générale, on constate que le maximum du rayon indirect se manifeste à des distances de l'ordre de 600 kilomètres.

La zone de « quasi-silence », située à courte distance des émetteurs, se manifeste à partir des

Remarque.

Ainsi que l'U. I. R. l'a déjà signalé dans sa réponse à la question 11 du C. C. I. R., la valeur maximum du rayon indirect, à des distances comprises entre 300 et 1.600 km., est parfois très notablement supérieure à la valeur du rayon direct calculé en supposant qu'il n'y a pas d'atténuation.

Ceci confirme l'hypothèse qu'en un point

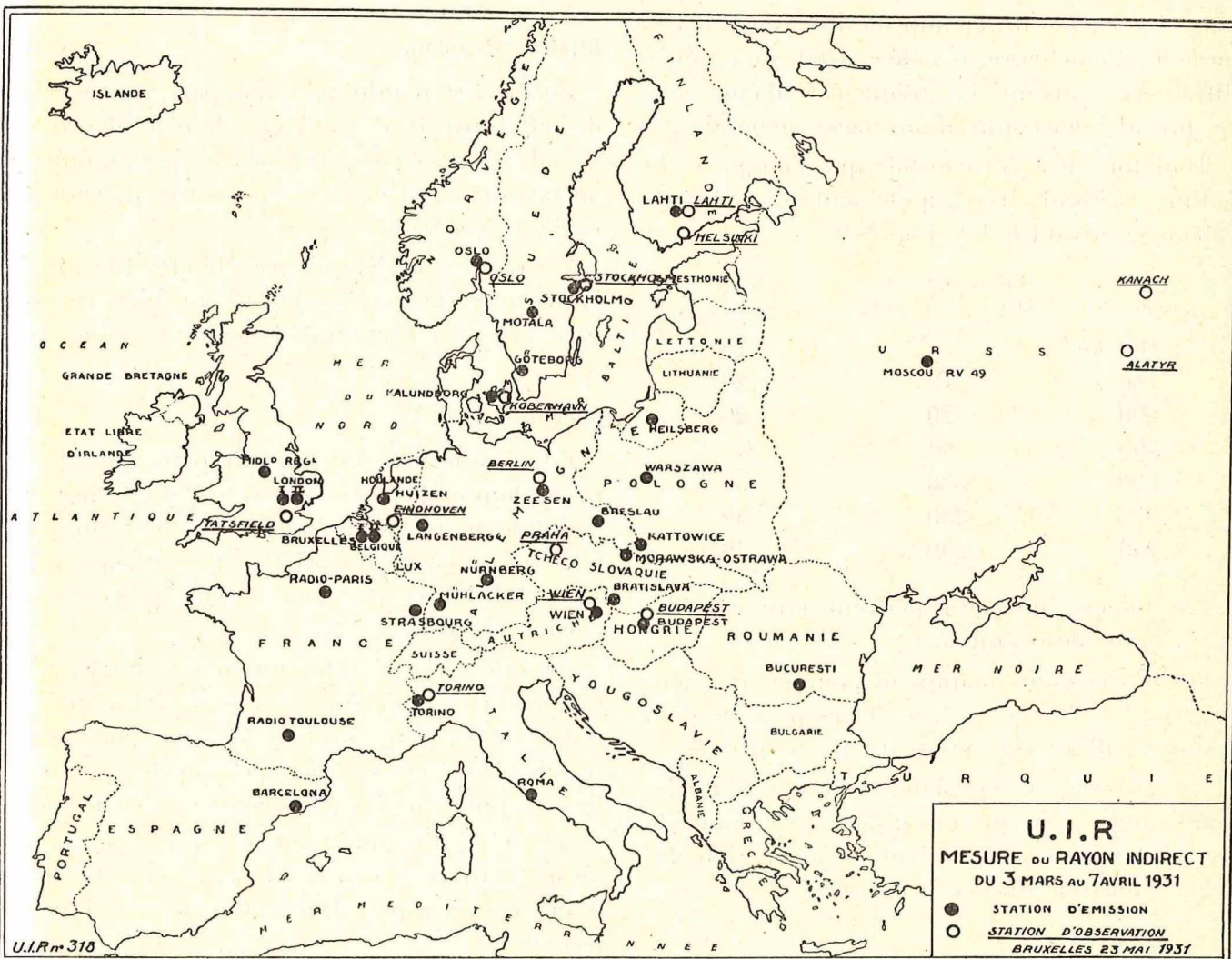


FIG 1.

fréquences de l'ordre de 600 kc/s. et s'aggrave de plus en plus quand la fréquence augmente.

A 1.200 km., les fréquences de 400 à 1.500 kc/s. donnent des valeurs maxima du rayon indirect sensiblement équivalentes.

Vers 2.000 km., le maximum est observé par les fréquences de l'ordre de 600 kc/s.

donné, les rayons peuvent aboutir simultanément, en composant leurs effets, par plusieurs voies différentes correspondant à plusieurs aspects de la couche réfléchissante.

Les valeurs mesurées atteignent 5 fois les valeurs calculées d'après la loi de la distance inverse sans atténuation, et en fait un chiffre

supérieur si l'on tient compte de tous les éléments du problème.

Ampleur du fading.

Sur quelques courbes individuelles des stations nous avons fait figurer des minima minimorum des valeurs de champ observées.

Ceci n'a pu être fait (question d'échelle) que pour les ondes les plus longues.

Ayant analysé par ailleurs les écarts maxima entre les valeurs du champ mesuré pendant des périodes d'une heure, il a été constaté de grandes différences suivant les fréquences d'émission, ce qui est bien connu d'une façon générale.

Toutefois, il a été constaté que l'ampleur du fading croissait très rapidement à partir de 150 kc/s. suivant la loi ci-après :

Fréquence.	Rapports des champs extrêmes.	Ecart en décibels.
160 kc/s.	4	12
180	10	20
200	20	26
300	80	38
600	300	50
1.000	360	52
1.250	200 (p)	46 (p)

Les valeurs indiquées peuvent être considérées comme des minima.

Les observations manquent pour les fréquences les plus élevées, et il n'est pas possible d'en déduire l'allure extrapolée du phénomène.

Par ailleurs, on constate, en règle générale, que l'ampleur maximum du fading se manifeste aux distances correspondant à l'apparition des valeurs maxima du rayon indirect.

Cadence du fading.

L'analyse systématique de ce phénomène n'a pas été effectuée.

Toutefois, la cadence du fading s'accélère beaucoup quand la fréquence augmente, et l'on

a observé, pendant de longues périodes (30 à 40 minutes) un fading régulier et prononcé à la cadence de 8 à 10 secondes, pour des fréquences de l'ordre de 1.200 kc/s.

Effet de la direction.

Contrairement à notre attente, il n'a pas été observé, lorsque la nuit est complète sur tout le parcours du rayon, d'effet de direction par rapport au méridien.

Effet de l'antenne.

Cet effet se manifeste, d'une part, en fonction de l'effet directif de l'antenne dans le plan horizontal, d'autre part, en fonction du diagramme de rayonnement dans le plan vertical (caractéristiques électriques).

L'analyse complète n'a pas été effectuée, mais l'effet de certains types d'antenne bien connus pour favoriser l'action distance a été observé.

Conclusion.

En résumé l'expérience entreprise par l'U. I. R. a donné d'emblée des résultats riches en enseignements, permettant d'effectuer un premier classement quantitatif des phénomènes assez mal définis jusqu'ici, et d'en tirer des conclusions pratiques.

Loin de moi l'idée de vouloir en dégager des lois scientifiques rigides : dans un tel domaine, il convient d'être prudent et de répéter sans relâche, dans des circonstances de temps et de lieu les plus variées, les mêmes expériences.

L'U. I. R. n'y faillira pas et de nouveaux essais seront entrepris prochainement, sur la base d'une collaboration internationale agréable et féconde.

R. BRAILLARD.

*Président de la Commission Technique et
Directeur du Laboratoire de Contrôle de
l'Union Internationale de Radiodiffusion
(U. I. R.)*

Bruxelles, le 24 mai 1931.

Amplitude maximum du FADING, mesuré au cours de séances de 1 heure, en fonction de la fréquence.

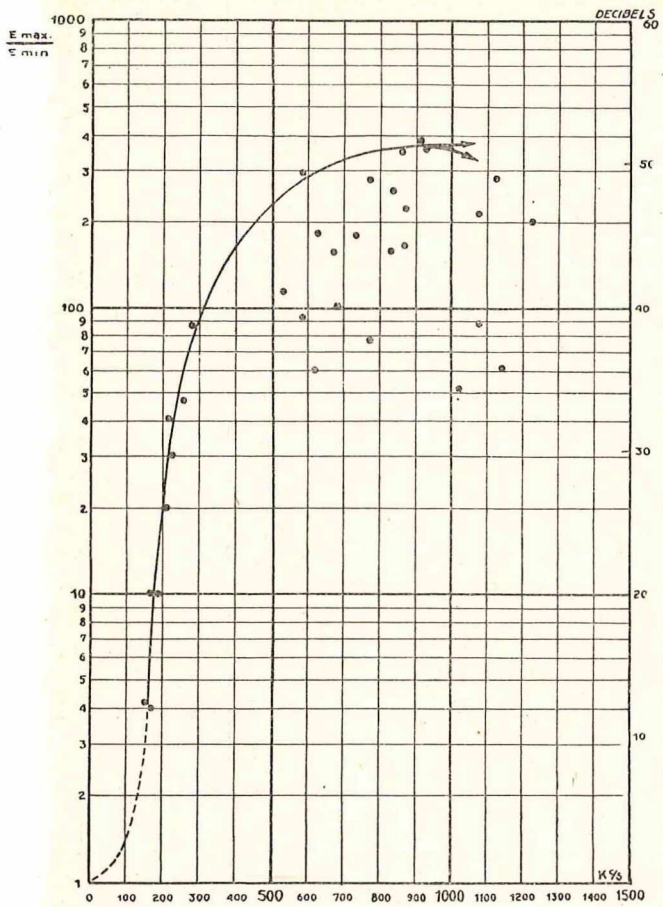


FIG. 2.

Moyenne des maxima du rayon indirect. Distance constante, fréquence variable, puissance 1 Kw radié.

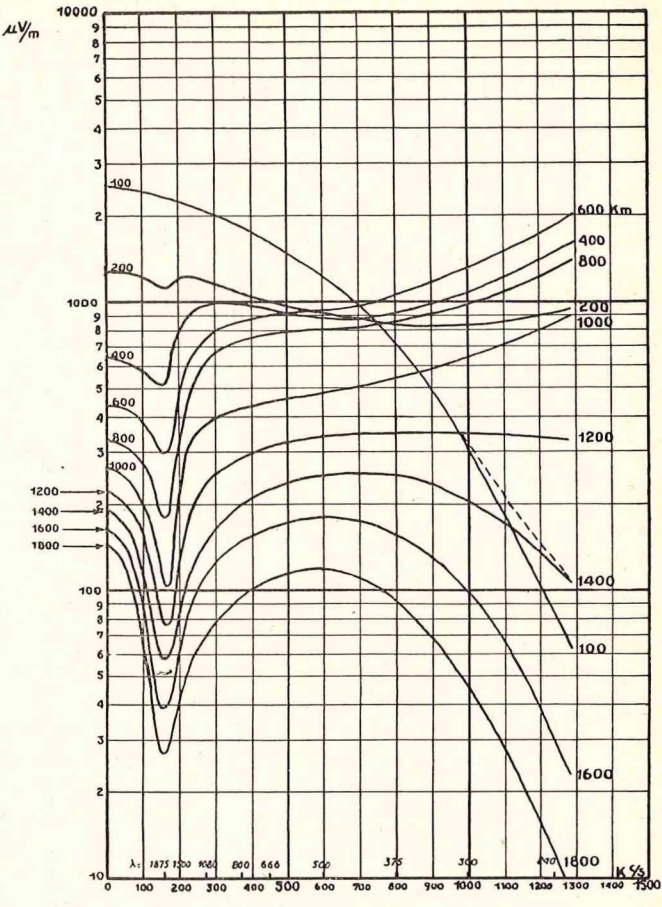


FIG. 3.

Moyenne des maxima du rayon indirect. Fréquence constante, distance variable, puissance 1 Kw radié.

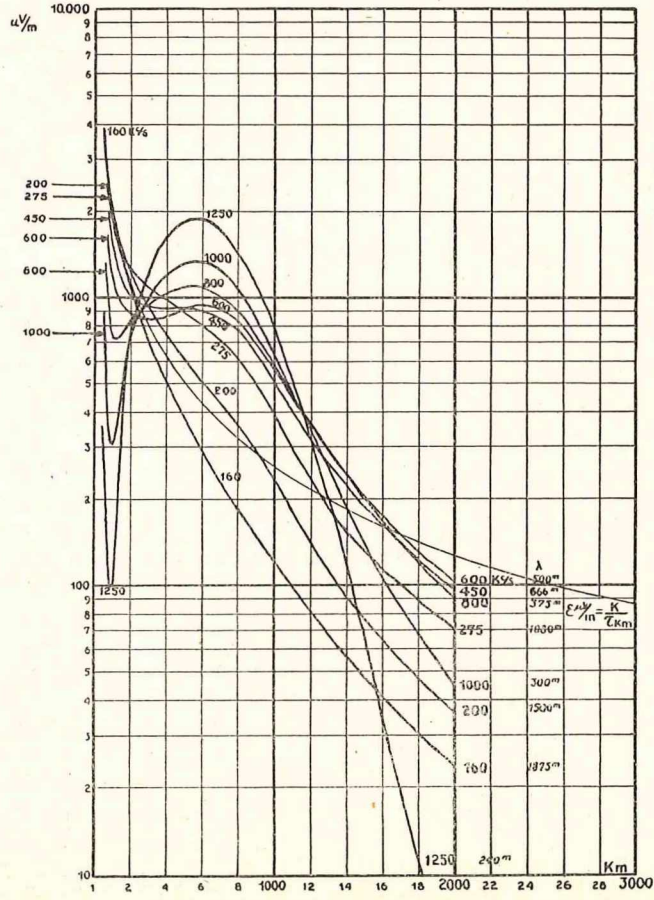


FIG. 4.

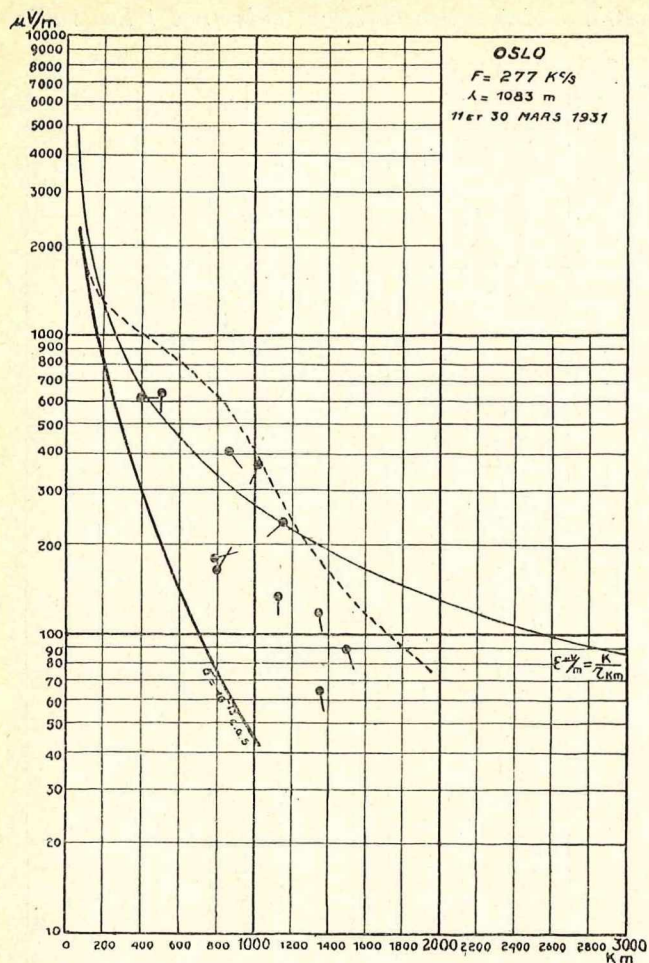


FIG. 5.

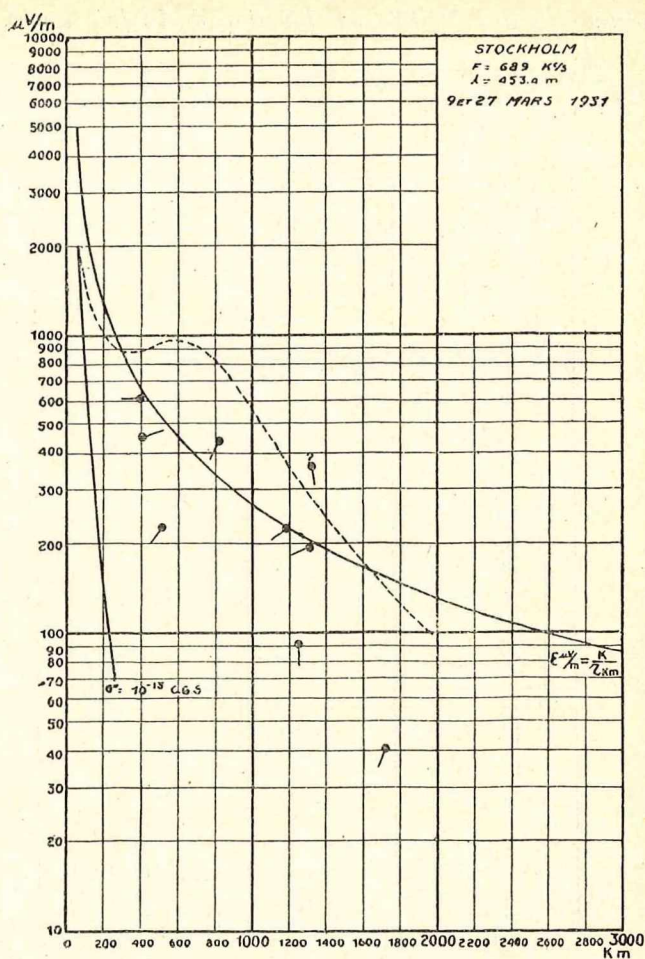


FIG. 6.

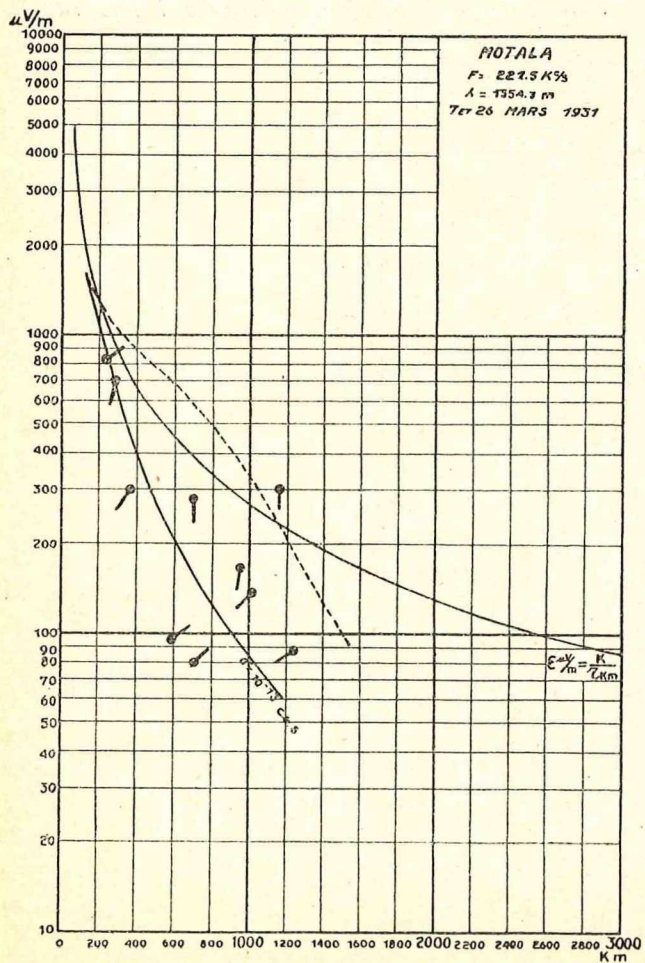


FIG. 7.

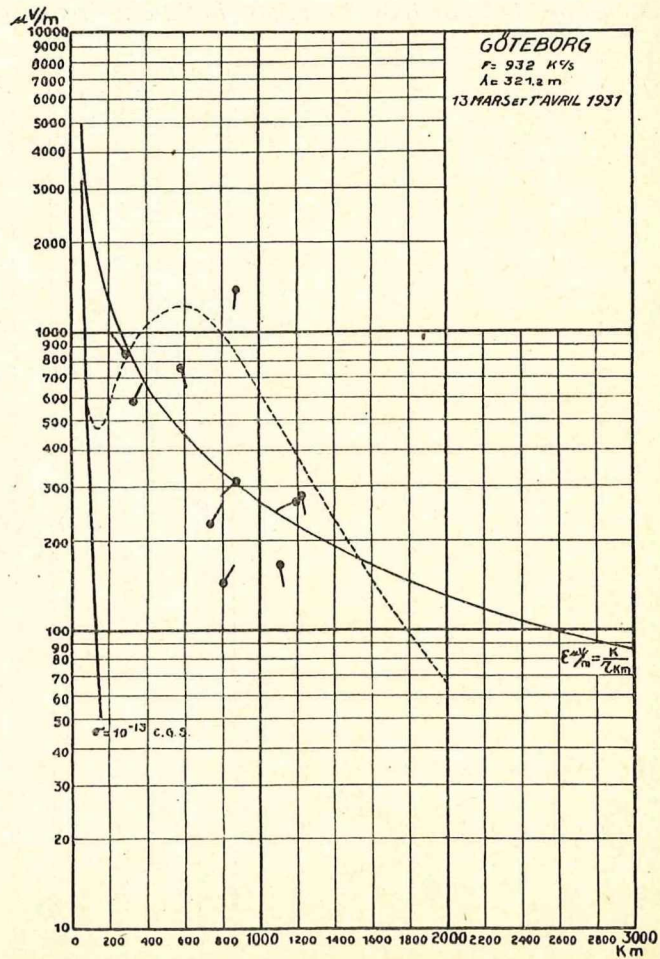


FIG. 8.

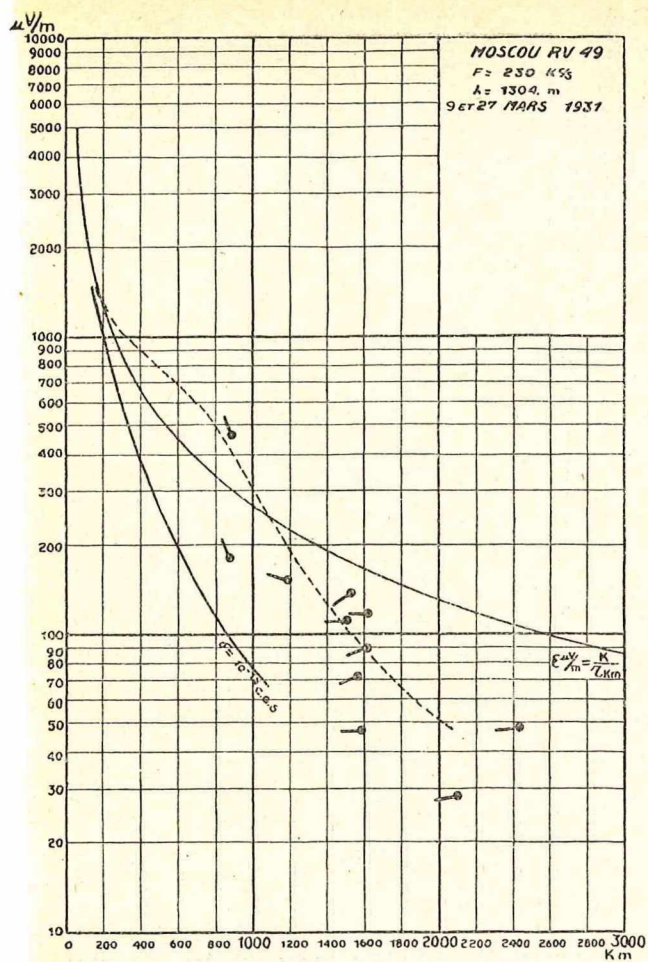


FIG. 9.

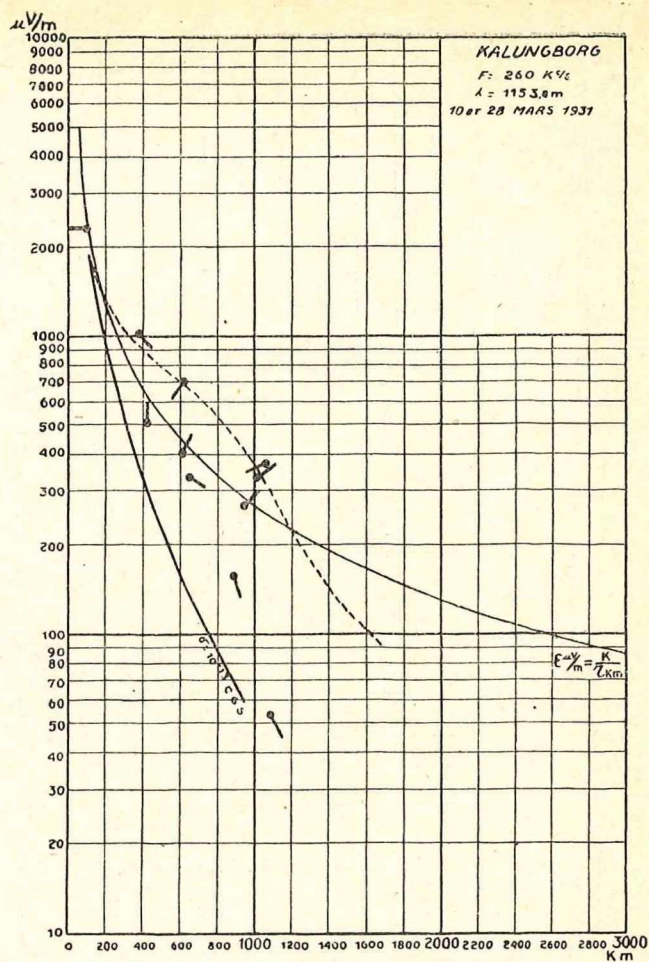


FIG. 10.

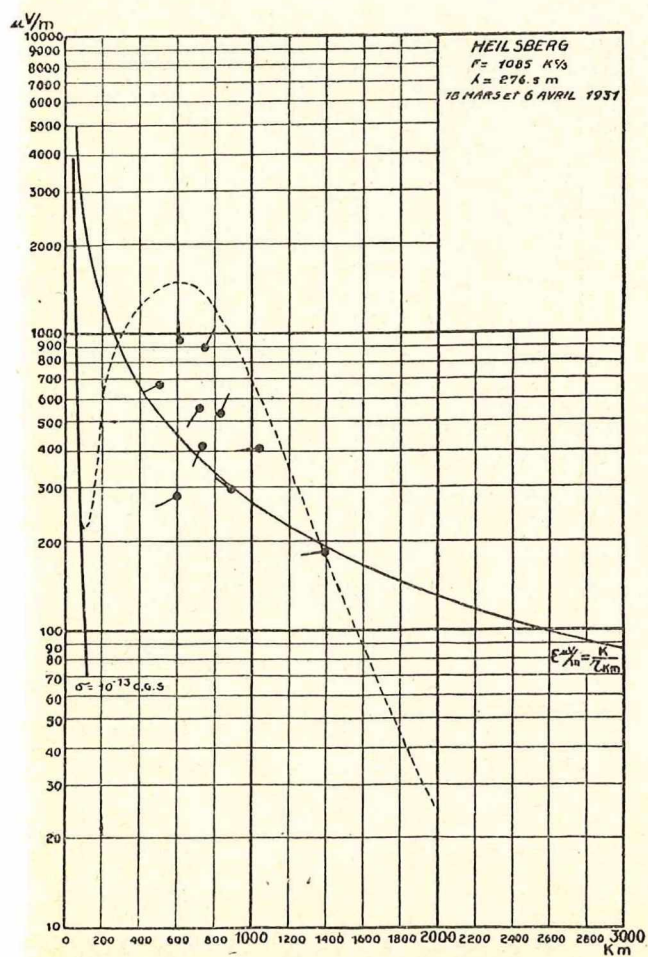


FIG. 11.

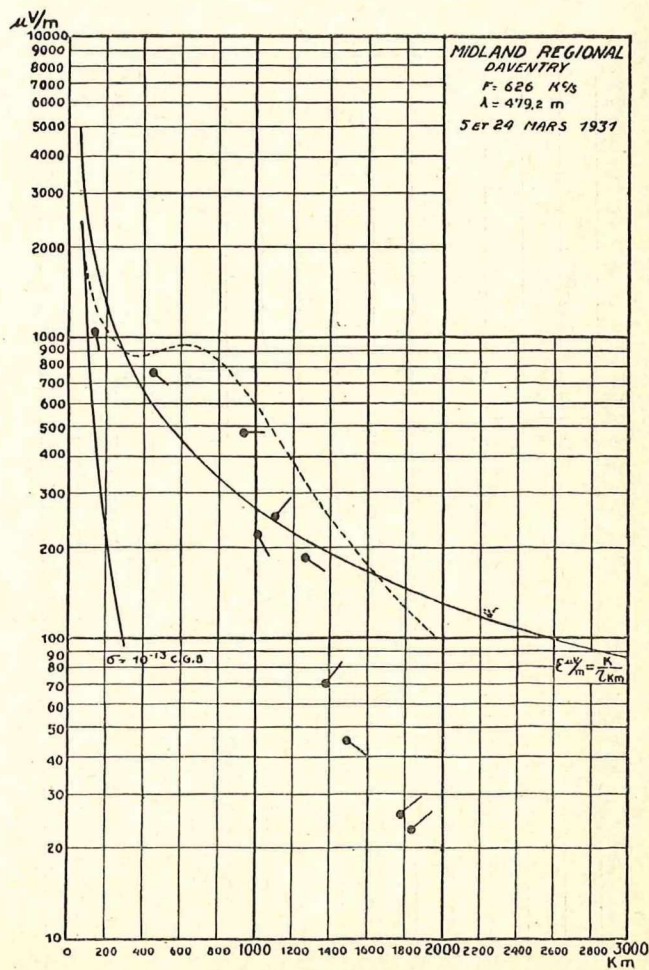


FIG. 12.

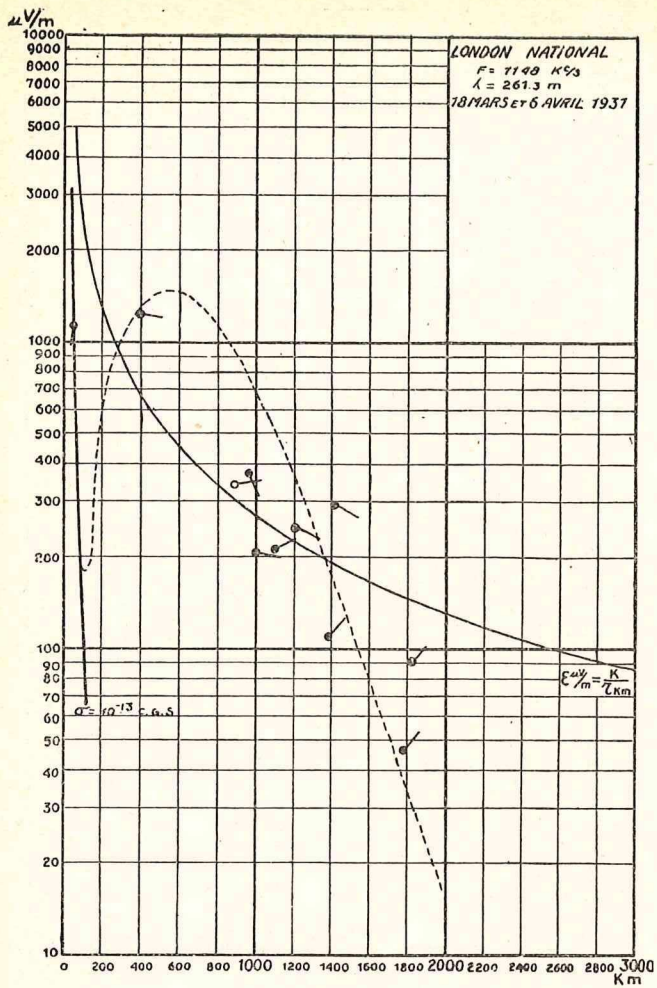


FIG. 13.

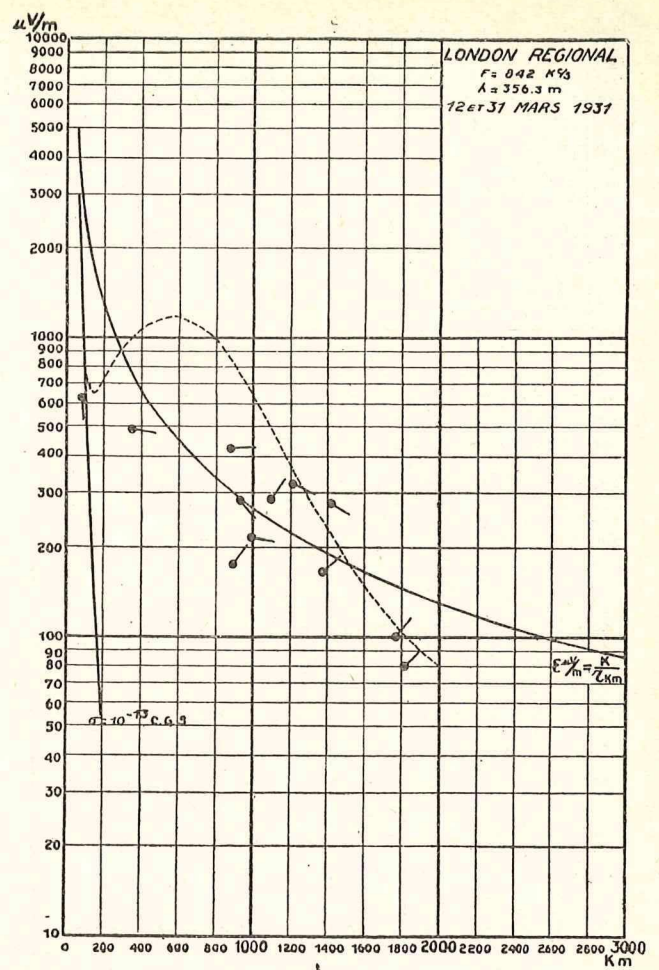


FIG. 14.

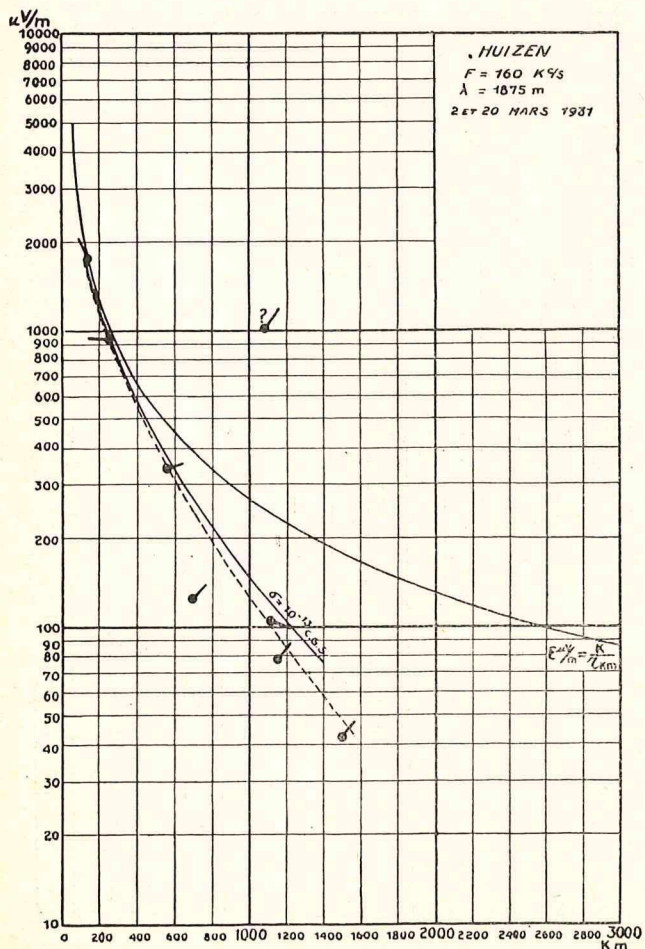


FIG. 15.

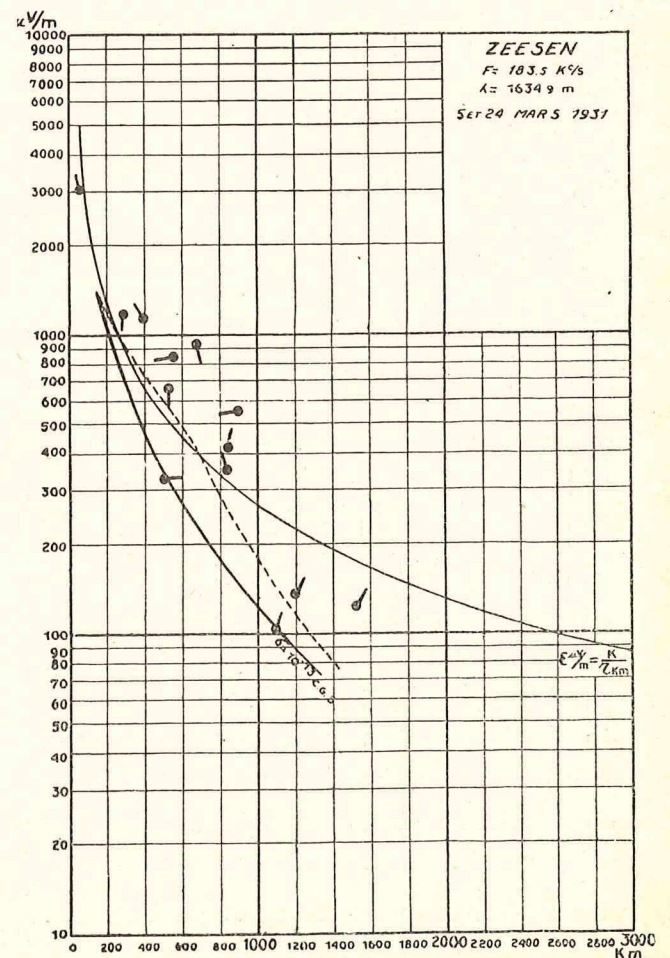


FIG. 16.

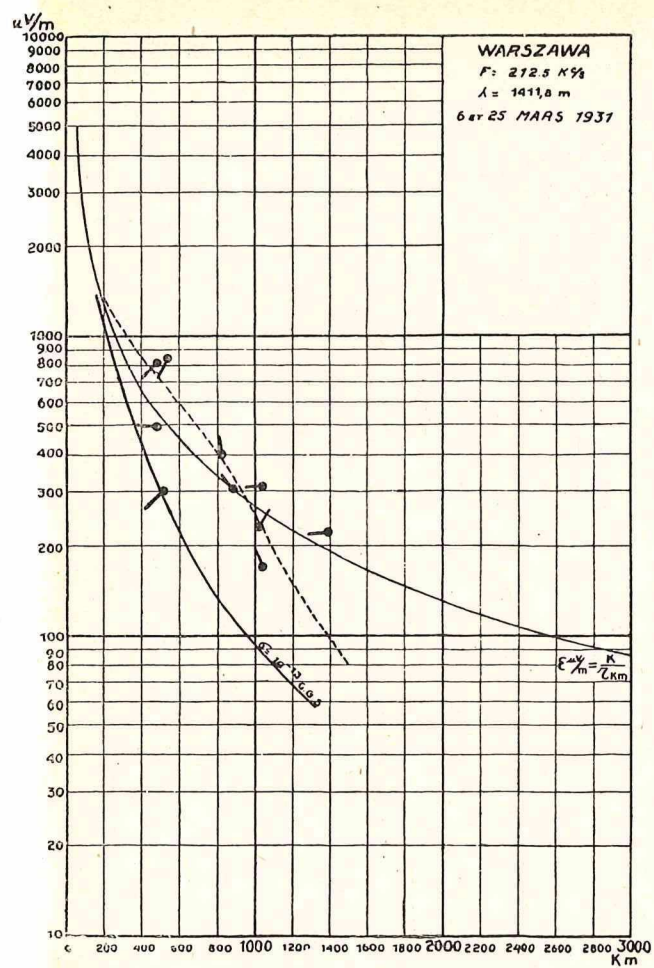


FIG. 17.

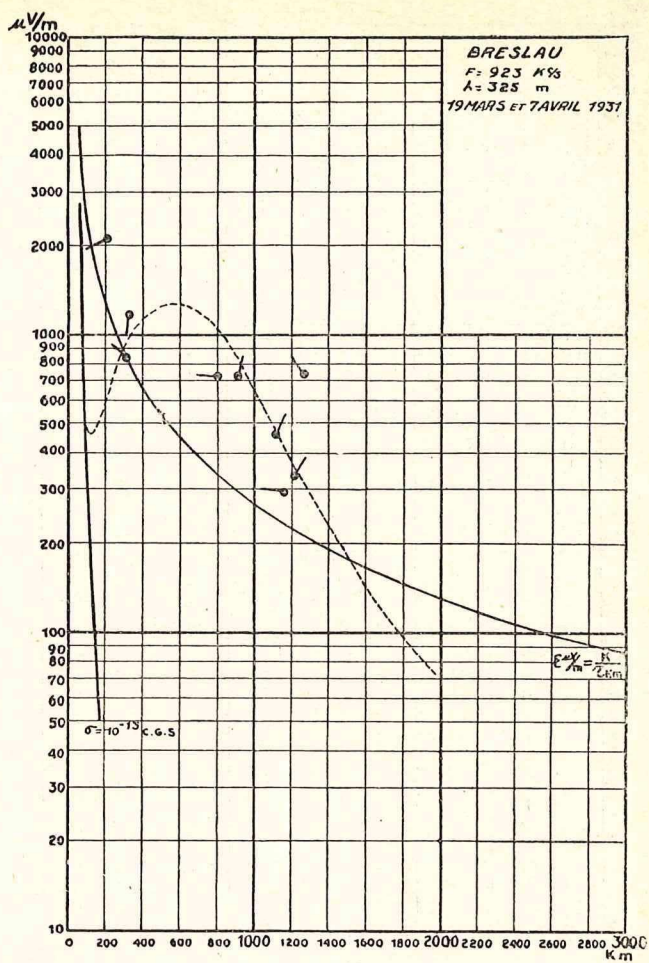


FIG. 18.

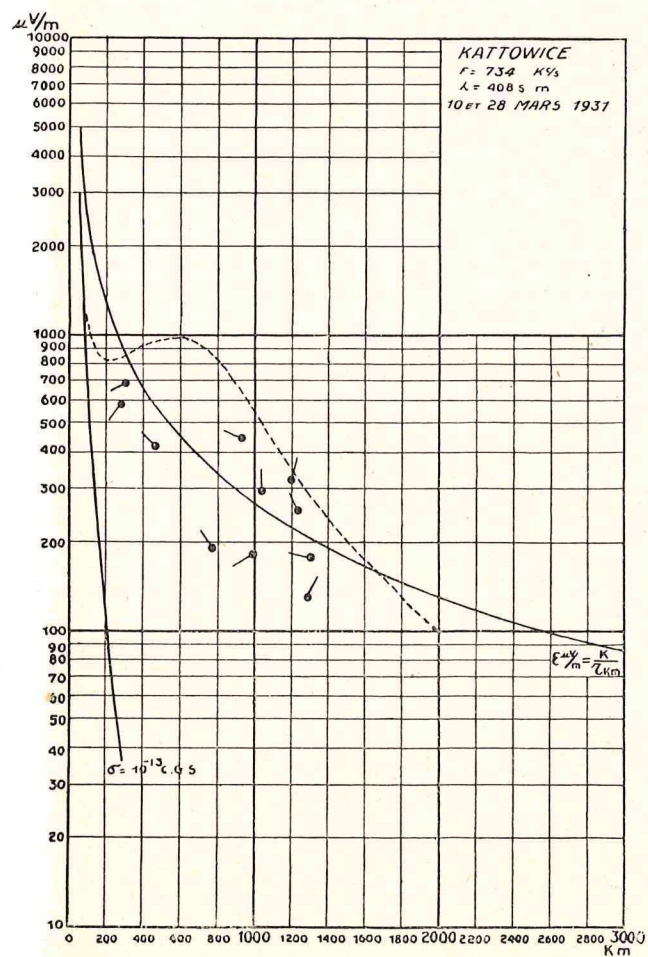


FIG. 19.

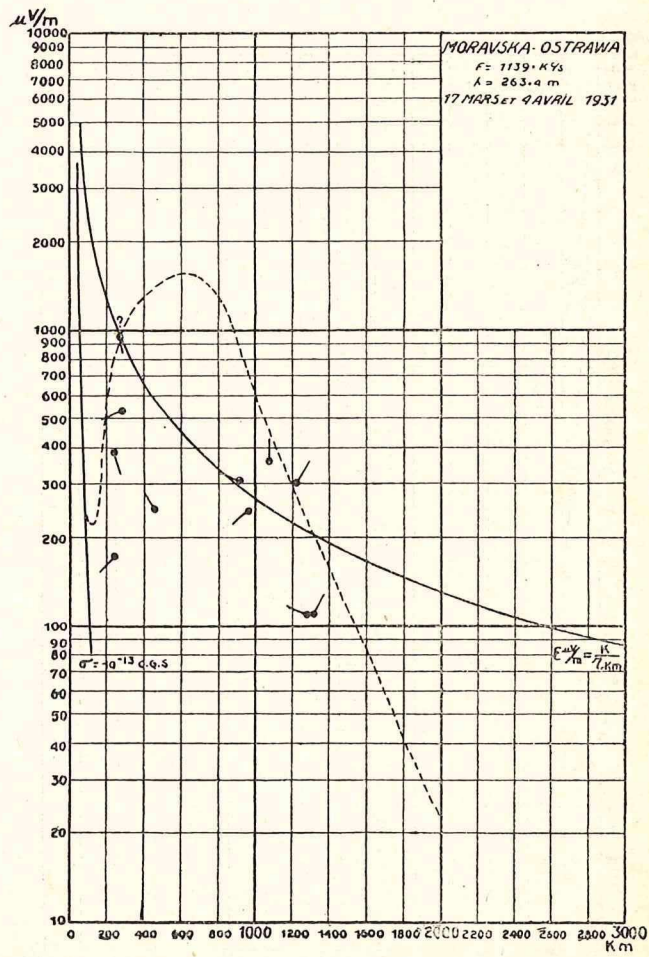


FIG. 20.

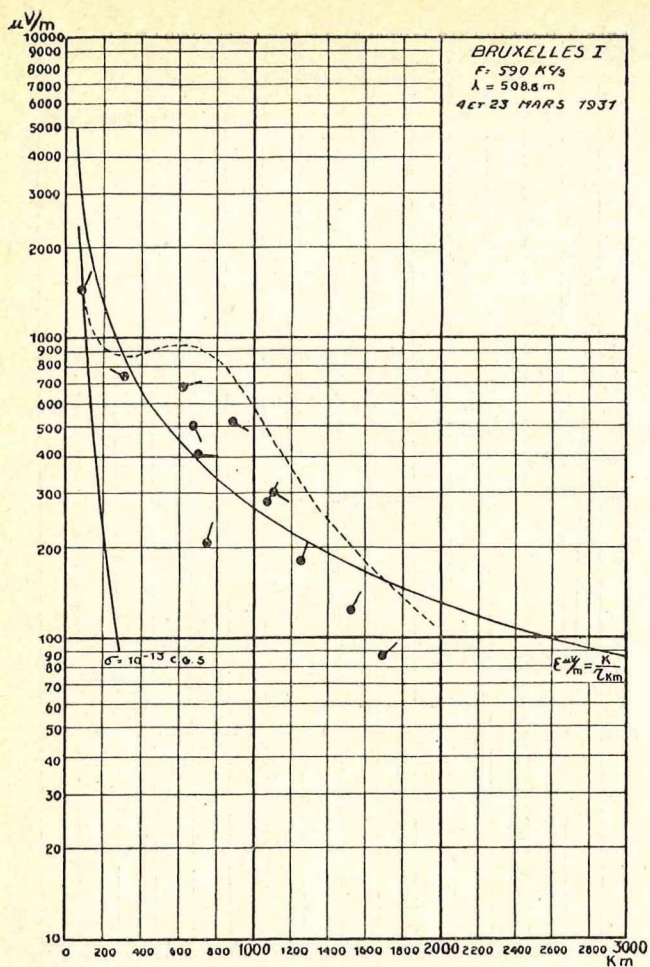


FIG. 21.

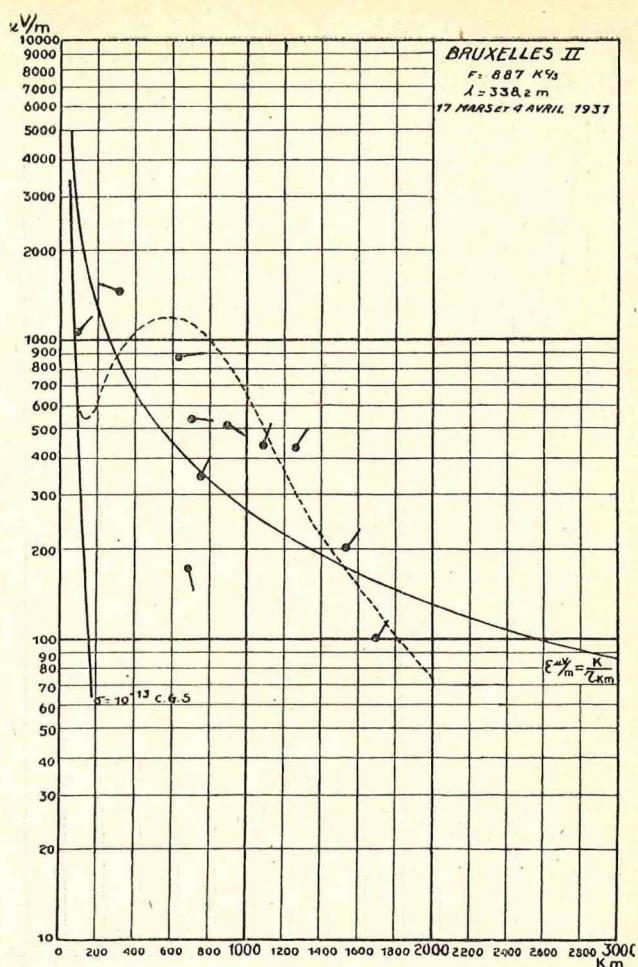


FIG. 22.

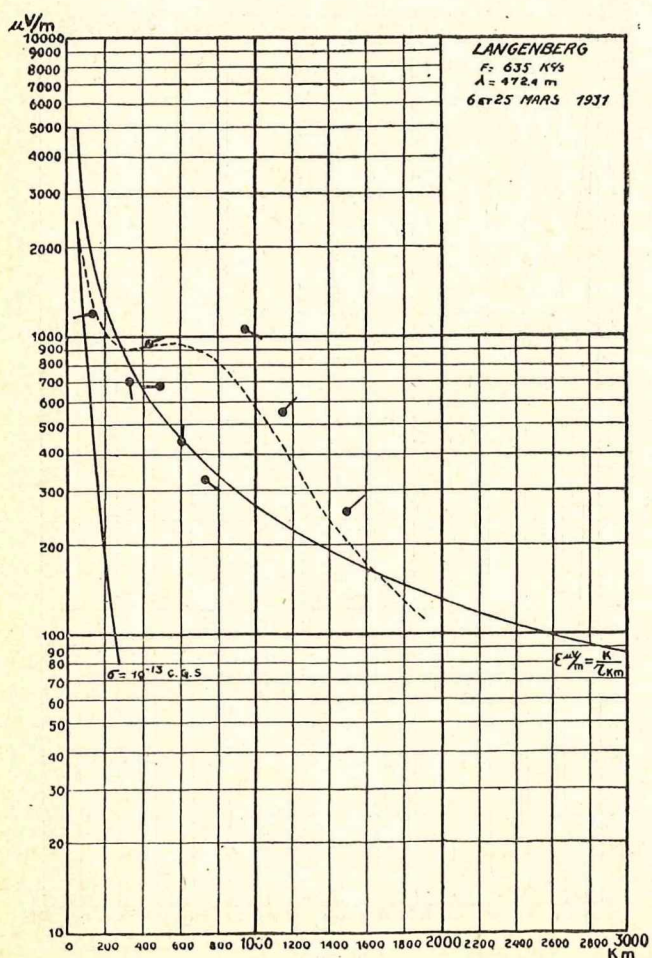


FIG. 23.

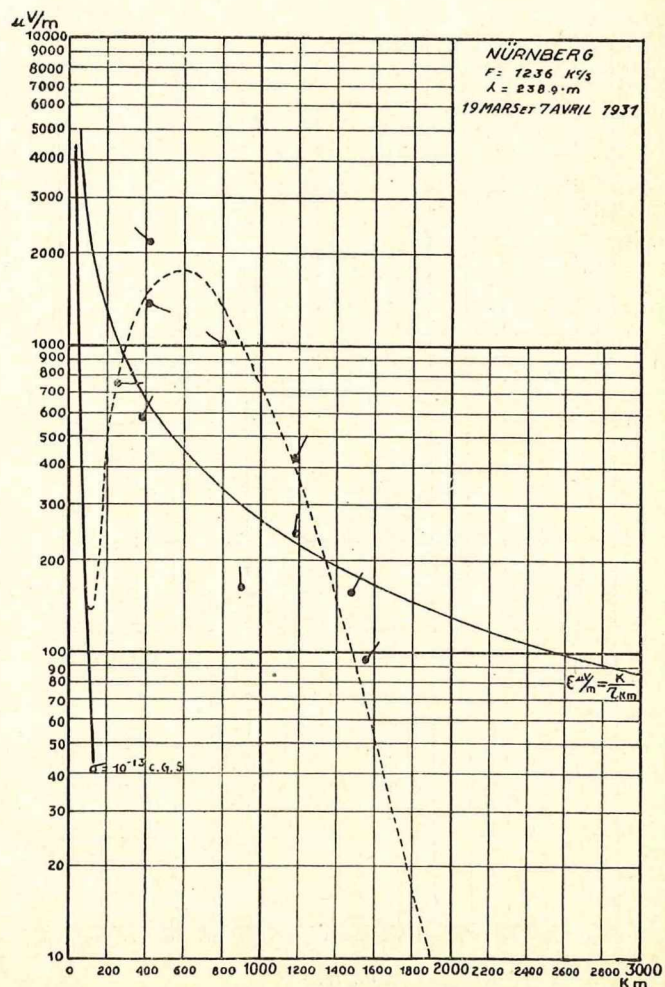


FIG. 24.

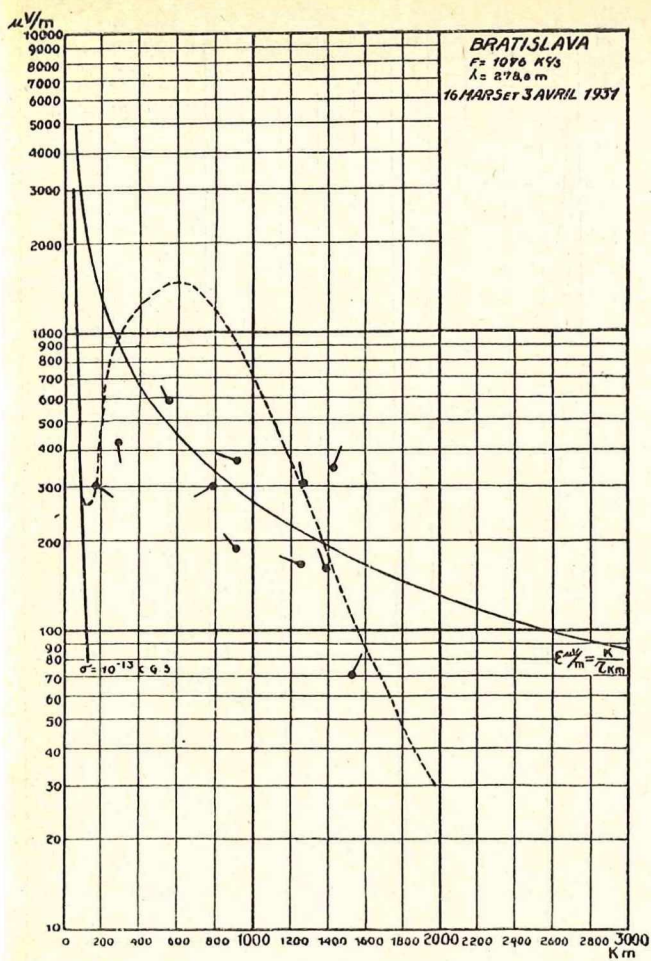


FIG. 25.

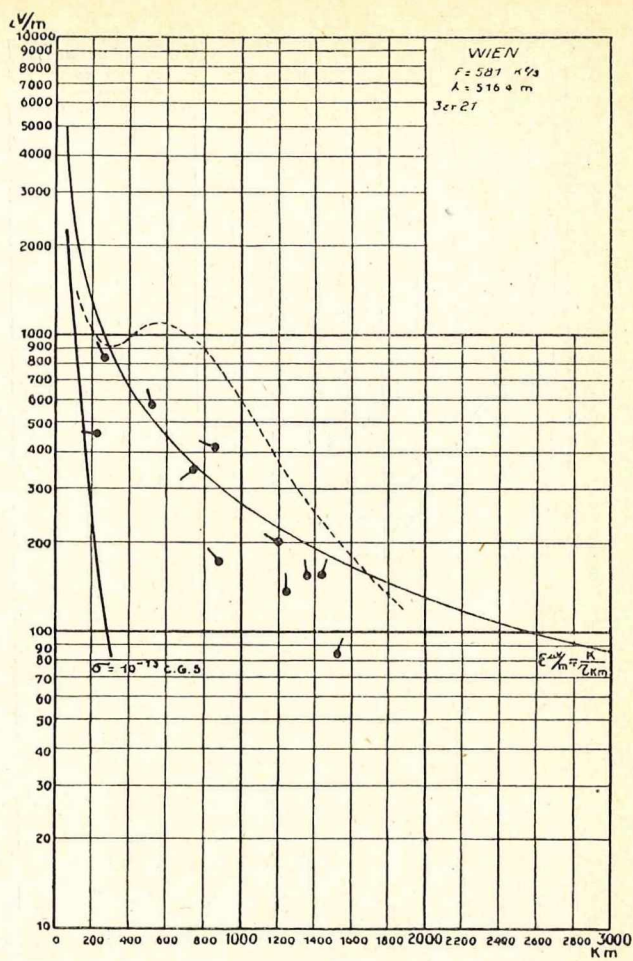


FIG. 26.

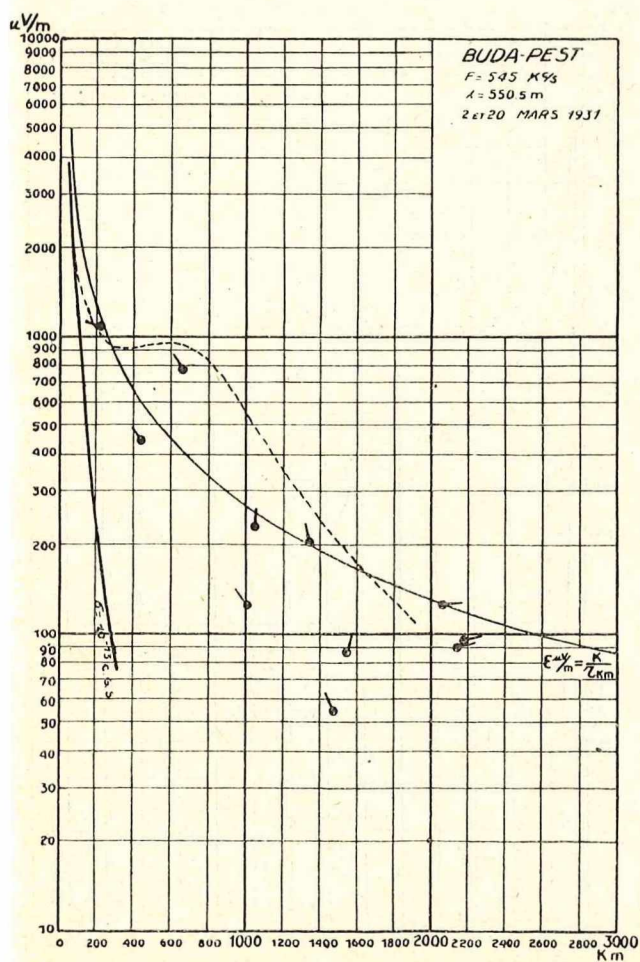


FIG. 27.

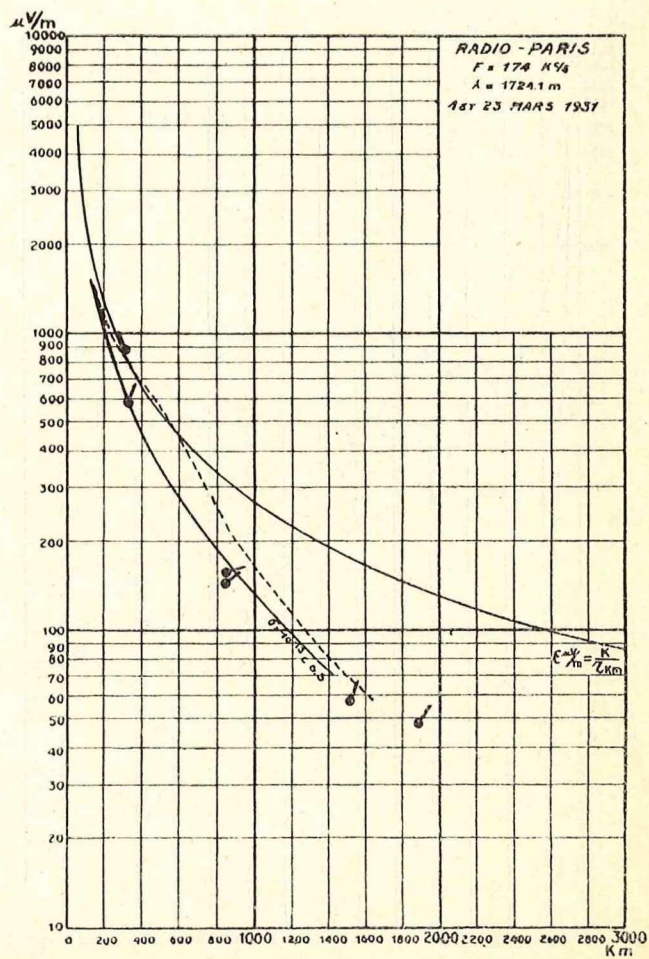


FIG. 28.

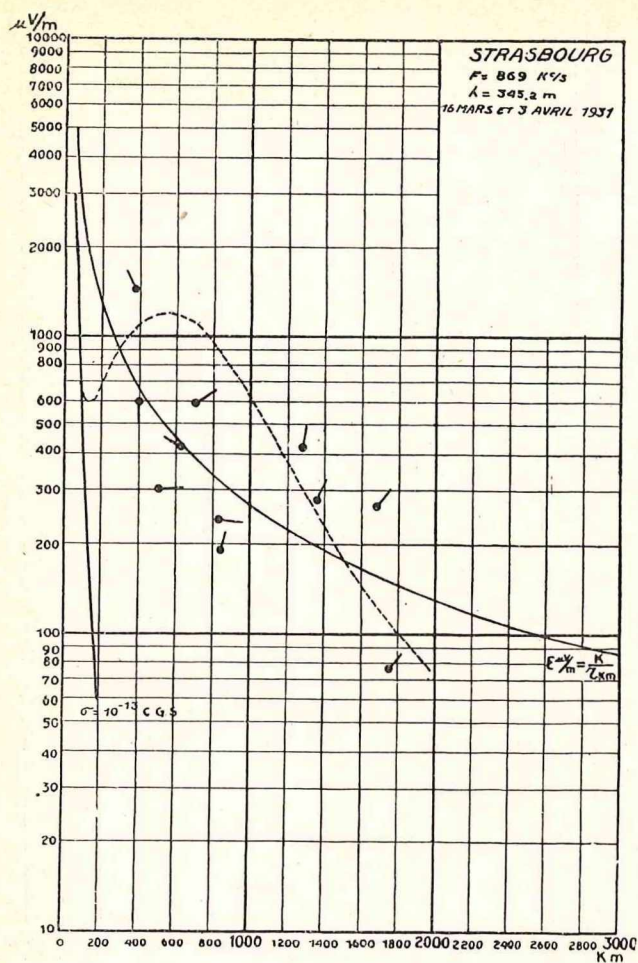


FIG. 29.

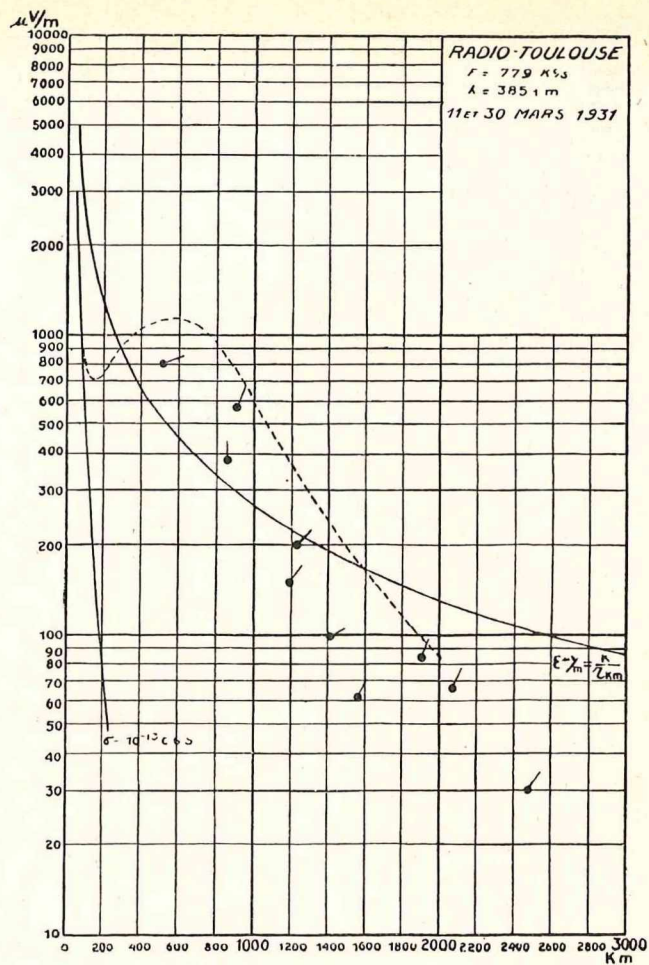


FIG. 30.

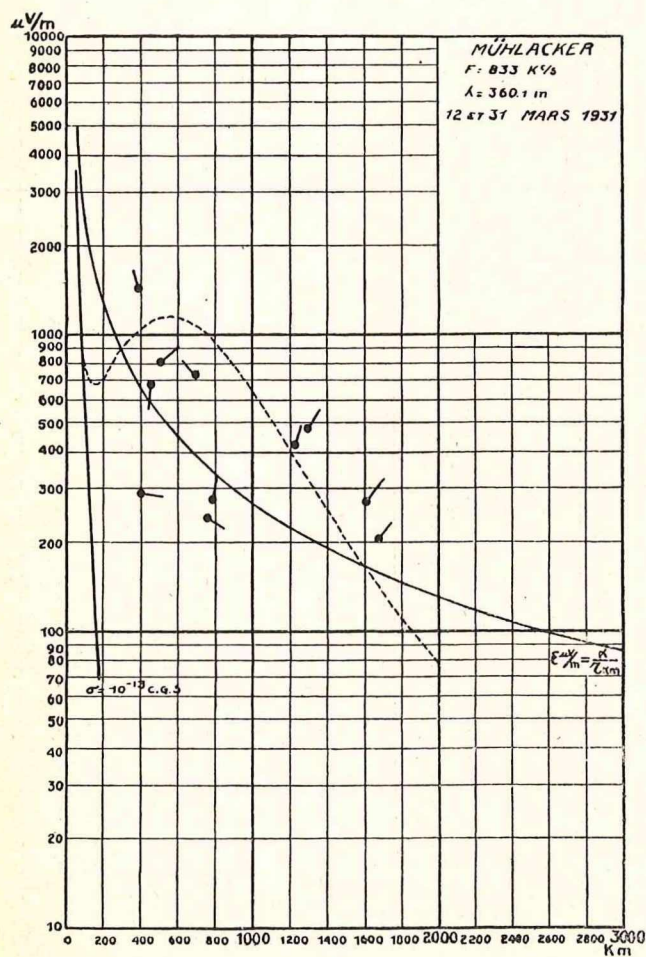


FIG. 31.

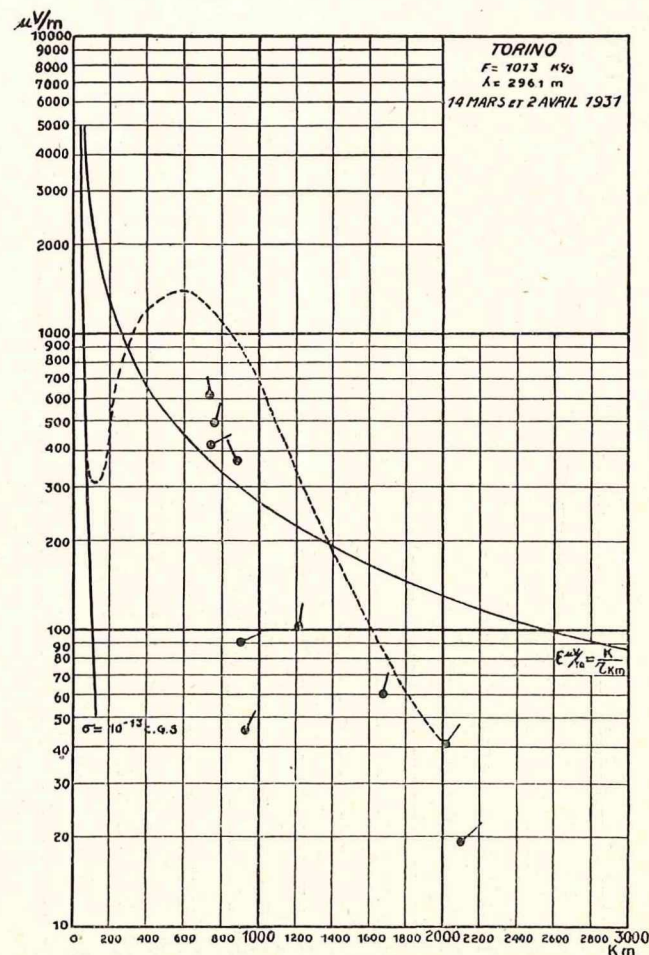


FIG. 32.

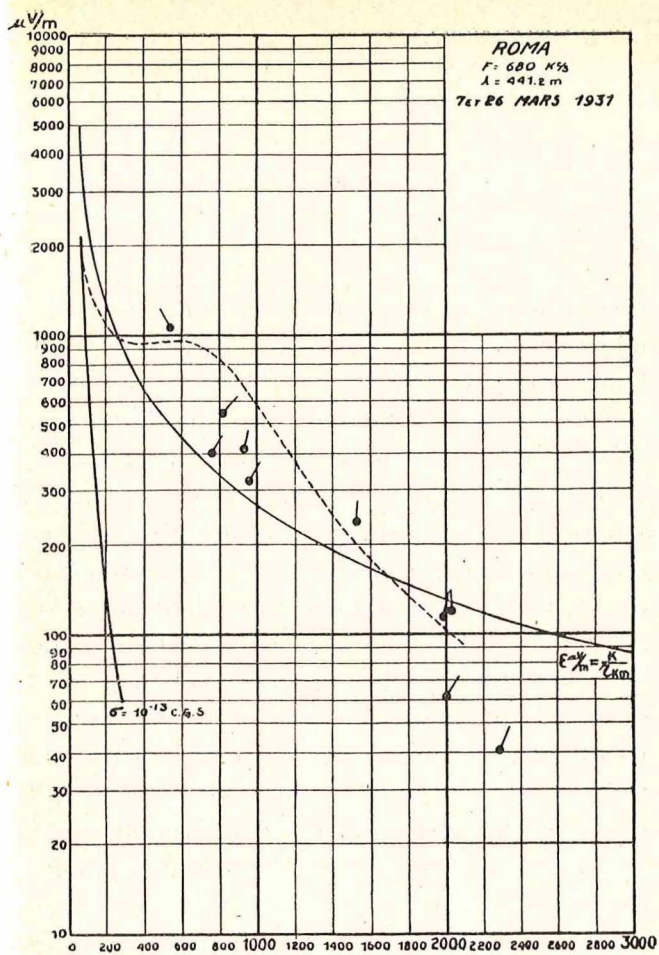


FIG. 33.

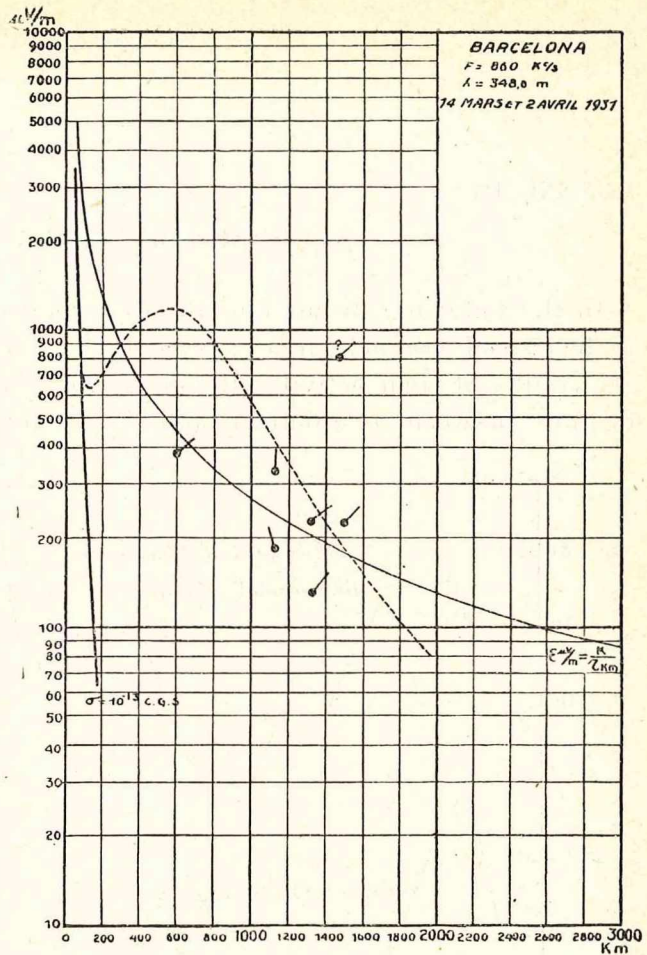


FIG. 34.

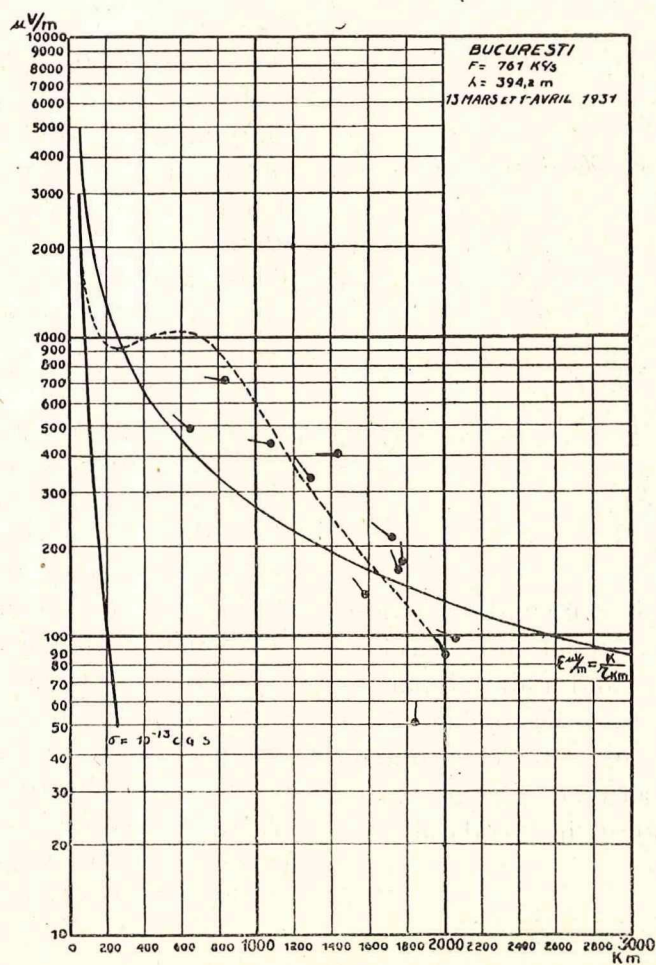


FIG. 35.

ANNEXE III.

SOLAR AND RADIO RELATIONSHIPS.

In the following discussion, the disturbances in terrestrial magnetism are considered to be the results of solar activity; therefore, the connection between magnetism and radio tele-

night signals appeared to become weaker after magnetic storms. The wave length was probably about 1.500 m.

The first detailed proof of magnetic and radio relationship is contained in an article by Espenschied, Anderson and Bailey ² in 1926 where it was shown that transatlantic signals of about 5.000 m. wave length were weakened at night, while strengthened in the daytime, following severe magnetic storms. These experiments, while giving good evidence of the existence of a connection between terrestrial magnetism and radio signal strength were somewhat unsatisfactory because the radio signal observations were taken only over week-ends and hence did not permit a complete study of the phenomenon.

Since 1926 considerable interest has been aroused in these relationships, but the problem has proved more intricate than was at first thought, on account of the differences of behaviour of waves of different lengths.

The effect of wave length may be roughly summarized as follows : In general the effect of magnetic storms becomes greater as wave length is decreased, ^{2, 9, 12, 13}, though below 10 m. very little is known. Between 10 and 60 m. wave length, even slight magnetic storms are found to be generally accompanied by weakening of radio signals both by day and night. The signal depression usually reaches its lowest point on the day of the greatest magnetic disturbance and several days are required before the signals return to normal ¹². According to Maris and Hulburt ¹⁰, when a magnetic storm starts, only those short-wave radio paths are affected which lie on the daylight side of the earth, those on the dark side remaining quiescent until dawn; their theory being that both magnetic storms and radio signal disturbances are produced by flashes of ultra violet light from the sun. The experience of the U. S. Navy seems to support the radio portion of this hypothesis to a considerable extent. Short wave radio circuits running east

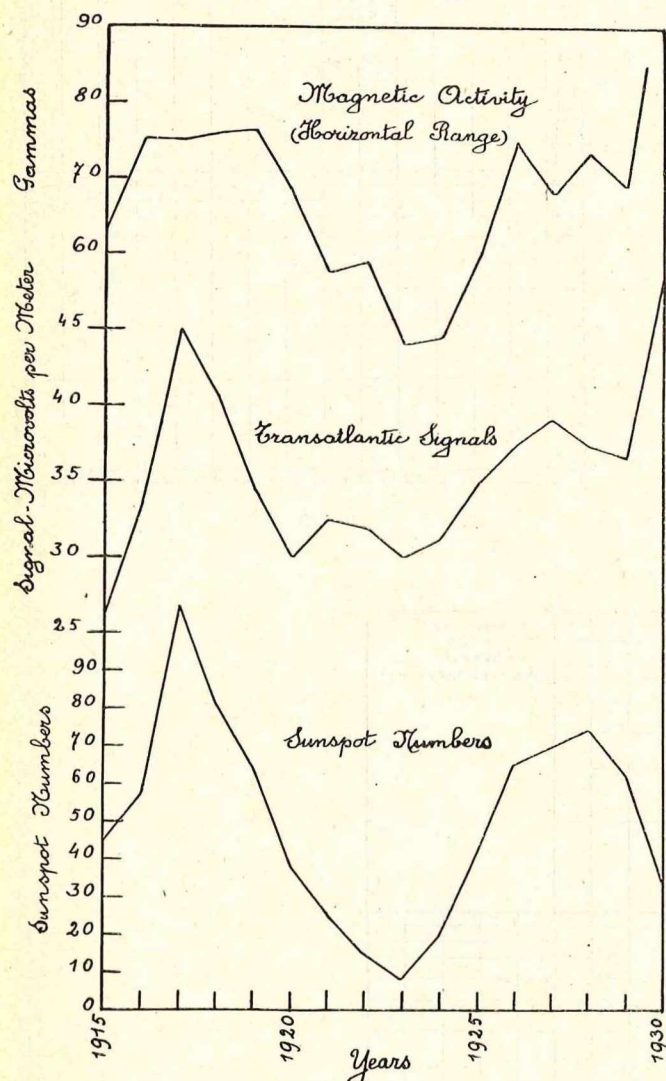


Fig 1

graphy is treated as a solar and radio relation.

The first reference to an apparent connection between magnetic storms and radio signals is contained in an article by R. A. Fessenden ¹ (1) in which he mentions that in some experiments carried on in 1906 between Brant Rock, Massachusetts, and a point in Scotland, the

(1) References, p. 54.

and west are generally more affected by magnetic storms than those running north and south and the effect is greater the nearer the signal paths lie to the magnetic poles. T. L. Eckersley¹⁵ states that the number of periods in the year from October, 1927 to October, 1928 in which magnetic storms rendered short-wave communication impossible between England and Montreal were 49; between England and points to the southward, in Australia, South-Africa, India and South-America, these periods varied from 4 to 7.

Between wave lengths of 200 and 500 m., Pickard^{3, 4, 5} has shown that a common effect of

less noticeable^{11, 17}. By statistical methods it may be shown that the daylight signals are slightly increased in strength by magnetic storms. Miss Wymore's¹¹ work indicates that the maximum rise of very long wave European daylight signals received in Washington comes as a rule from one to three days after the height of the storm. Too few observations on European stations have been made at the Bureau of Standards during the hours of all-darkness signal path to give any information regarding these relationships. The signals, having a path partly in daylight, received from Europe at about 3 p.m. E. S. T., appear to vary in general

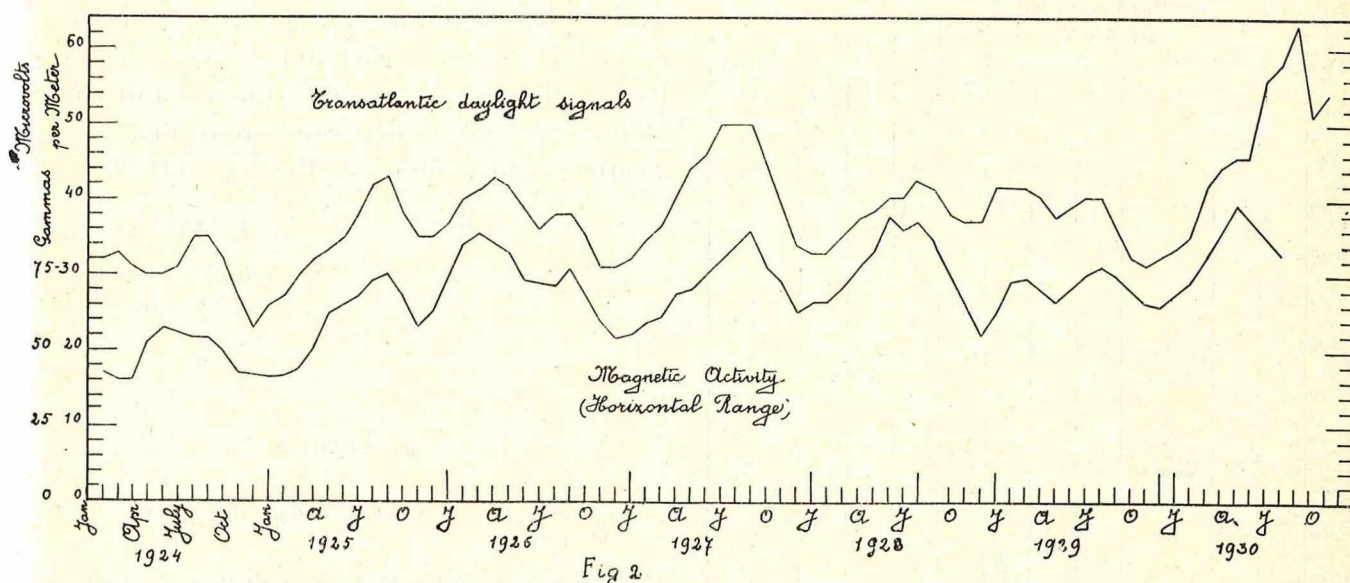


Fig 2

magnetic storms is a weakening of night signals. Thus far, there is no published information regarding magnetic effects on daylight signals in this wave length range.

In connection with the transatlantic telephone, the American Telephone and Telegraph Company has shown that at a wave length in the neighborhood of 5.000 m., magnetic disturbances produce a daylight strengthening of the signals often amounting to from 30 % to 75 %, and a decided night depression, with a gradual return to normal conditions extending over several days^{2, 9, 12}. The magnetic effect on the signals sometimes appears at the time of the storm but more often there is a delay of from one to three days.

For wave lengths above ten thousand metres, the magnetic and radio relationship is much

with the all-daylight signals of the morning reception. Some observations of the American Telephone and Telegraph Company^{2, 9}, however, indicate that magnetic storms produce night depression of signals even at 17.000 m. length.

Figures 1, 2 and 3 show the variation of daylight longwave signal strength between European stations and Washington and long wave atmospheric disturbances as compared with solar activity, when averaged over long periods.

Figure 1 shows the annual averages of sunspots, magnetic horizontal range measured at Cheltenham, Maryland, and the strength of daylight European signals received at the Bureau of Standards from 1915 to 1930. The portion of the signal curve before 1923 repre-

sents reception from the 12.600 m. station, Nauen, (Berlin) only, measured by the shunted telephone method, and is only approximately accurate. Since 1923 the curve represents an average of several stations between 12.000 m. and 20.000 m. wave length with an estimated accuracy of 10-15 per cent.

Figure 2 shows a comparison of the combined curves of the same long-wave transatlantic

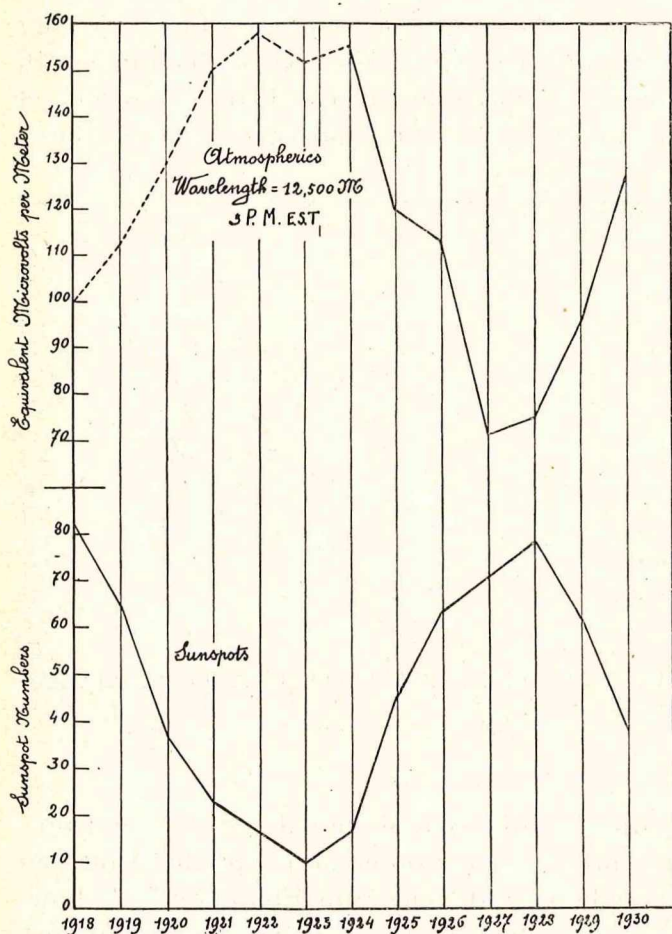


FIG. 3.

stations and the magnetic horizontal range, when averaged by months and smoothed by three-month running averages. In figure 1, it is noticed that magnetic activity and signals both rise in 1930, while the sunspot numbers drop. The rise in magnetic activity, however, continued only through a part of the year, as shown in Figure 2, while the signal curve continued to rise and is still higher in April, 1931 than at any time since 1927. There seems to be no obvious explanation of this strengthening of the signals but it apparently is not

connected with solar activity. As far as I know, no other daylight measurements of European signals above 10.000 m. wave length, which might serve as a check on the Washington observations, have been made in America during 1930. (All efforts to explain the increase in signal strength by possible changes at the receiving station have failed).

In Figure 3, annual averages of sunspots and long-wave atmospheric disturbances are compared. Between 1918 and 1924, the atmospheric curve is only roughly correct. The inverse correlation with sunspots appears to be even more distinct than the correlation between sunspots and signals. An attempt to show a solar and atmospheric disturbance correlation for shorter periods than a year has never been satisfactory, probably on account of the close connection between atmospherics and weather, which obscures the solar effect.

L. W. AUSTIN.

Chairman Commission II.

April 29, 1931.

REFERENCES.

1. FESSENDEN, R. A., *Wireless Telephony*. (PROC. A. I. E. E., 27; 1908.)
2. EPENSCHIED, L., ANDERSEN, C. N. and BAILEY, A., *Transatlantic Radio Telephone Transmission*. (PROC. I. R. E., 14, p. 7; 1926.)
3. PICKARD, G. W., *Correlation of Radio Reception with Solar Activity and Terrestrial Magnetism*, I (IBID., 15, p. 83; 1927.)
4. PICKARD, G. W., *Idem*, II. (IBID., p. 749; 1927.)
5. PICKARD, G. W., *The Relation of Radio Reception to Sunspot Position and Area*. (IBID., p. 1004; 1927.)
6. AUSTIN, L. W., *Long Wave Radio Measurements at the Bureau of Standards in 1926, with some Comparisons of Solar Activity and Radio Phenomena*. (IBID., p. 825; 1927.)
7. AUSTIN, L. W., *Radio Atmospheric Disturbances and Solar Activity*. (IBID., p. 837; 1927.)
8. AUSTIN, L. W. and WYMORE, I. J., *On the Influence of Solar Activity on Radio Transmission*. (IBID., 16, p. 166; 1928.)
9. ANDERSON, C. N., *Correlation of Long Wave Transatlantic Radio Transmission with other Factors Affected by Solar Activity*. (IBID., p. 297; 1928.)
10. MARIS, H. B. and HULBURT, E. O., *Wireless Telegraphy and Magnetic Storms*. (IBID., 17, p. 494; 1929.)

11. WYMORE, I. J., *The Relation of Radio Propagation to Disturbances in Terrestrial Magnetism*. (IBID., p. 1206; 1929.)
 12. ANDERSON, C. N., *Transatlantic Radio Transmission*. (IBID., p. 1528; 1929.)
 13. SREENIVASAN, K., *On the Relation between Long Wave Reception and Certain Terrestrial and Solar Phenomena*. (IBID., p. 1793; 1929.)
 14. APPLETON, E. V., *Solar Activity and Wireless Transmission*. (SECOND REPORT OF COMMITTEE ON SOLAR AND TERRESTRIAL RELATIONS OF THE INTERNATIONAL RESEARCH COUNCIL, p. 16; 1929.)
 15. ECKERSLEY, T. L., *An Investigation of Short Waves*. (JOURNAL I. E. E. [London], **67**, p. 922; 1929.)
 16. AUSTIN, L. W., *Solar Activity and Radio Transmission*. (SECOND REPORT OF COMMITTEE ON SOLAR AND TERRESTRIAL RELATIONS OF THE INTERNATIONAL RESEARCH COUNCIL, p. 18; 1929.)
 17. DE MARS, P. A. KENRICK, G. W. and PICKARD, G. W., *Low Frequency Radio Transmission*. (PROC. I. R. E., **18**, p. 1488; 1930.)
 18. AUSTIN, L. W., JUDSTON, E. B. and SHIEL, I. J. WYMORE, *Solar and Magnetic Activity and Radio Transmission*. (IBID., p. 1997; 1930.)
-

COMMISSION III. — PERTURBATIONS ATMOSPHÉRIQUES.

COMMISSION III. — ATMOSPHERICS.

INTRODUCTION.

La Commission des Atmosphériques est composée des membres suivants :

The Commission on Atmospheric is composed of the following members :

- | | |
|---------------------------|---|
| Président : | M. le Prof ^r E. V. APPLETON, Wheastone Laboratory, King's College. |
| Belgique : | M. JAUMOTTE, Directeur de l'Institut Royal Météorologique; M. VAN HEMSTEE, Professeur à l'Université du Travail de Charleroi et M. le Général B. E. M. WIBIER. |
| États-Unis : | M. H. T. FRIIS, Bell Telephone Laboratories. |
| France : | M. le Commandant R. BUREAU, de l'Office National Météorologique; M. le Général G. FERRIE, Commandant Supérieur des Troupes et Services de Transmissions et M. le Prof ^r ROTHE, Directeur de l'Institut de Physique du Globe. |
| Grande-Bretagne : | M. le Prof ^r E. V. APPLETON; M. le Prof ^r W. H. ECCLES, F. R. S.; M. le Colonel A. G. LEE, General Post Office et M. le D ^r R. A. WATSON-WATT, Superintendent of the Radio Research Station. |
| Italie : | M. le Prof ^r B. PAOLONI, Directeur de l'Observatoire Météorologique de Monte-Cassino. et M. le Colonel L. SACCO, Directeur Principal de l'Office Radiotélégraphique et Electrotechnique du Génie Militaire. |
| Japon : | M. le D ^r S. FUJIWHARA, Central Meteorological Observatory; M. le Capitaine M. HATTORI, Naval Technical Department, Ministry of Navy; M. T. NAKAGAMI, Bureau of Telephone and Telegraph Engineering, Ministry of Communications; M. SAEKI, Japanese Wireless Telegraph Company; M. le Lieutenant-Colonel T. YASUDA, Military Signal School et M. E. YOKOYAMA, Electrotechnical Laboratory. |
| Norvège : | M. le Prof ^r V. BJERKNES, Professeur à l'Institut de Géophysique de Bergen; M. le Sous-Directeur O. DEVIK, Institut de Géophysique de Tromsø et M. le Capitaine du Génie S. SKOLEM, de l'Administration des Télégraphes. |
| Nouvelle-Zélande : | M. le D ^r M. F. A. BARNETT, Departement of Scientific and Industrial Research. |
| Pays-Bas : | Jr. P. J. H. A. NORDLOHNE, Secrétaire de la Nederlandsch Radio Genootschap et M. le Prof ^r V. L. VAN DER BILT, Laboratorium voor Natuurkunde en Electrotechniek. |
| Portugal : | M. le Commandant N. RIBEIRO, Chef des Services Radiotélégraphiques de la Marine Militaire. |
| Suisse : | M. le D ^r J. LUGEON. |

COMPTE RENDU DES SEANCES. — ACCOUNT OF THE MEETINGS

1. — La Commission s'est réunie le lundi 1^{er} juin à 16 heures et le vendredi 5 juin à 10 heures, sous la présidence de M. le Prof^r Appleton, Président de la Commission III. Ces séances faisaient suite à deux séances officieuses préparatoires : le vendredi 29 mai à 9 h. 30 et le lundi 1^{er} juin à 9 h. 30.

2. — The *Chairman* nominated M. le Commandant Bureau as Vice-Président and M. Dr. R. A. Watson-Watt as Rapporteur. He also nominated M. le Commandant Bureau as representative of Commission III on the Polar Year Sub-Commission.

Ces désignations furent confirmées par la Commission.

3. — Dr. R. A. Watson-Watt submitted the report of the Sub-Commission appointed at Brussels to design and distribute apparatus for atmospheric research ⁽¹⁾.

La Sous-Commission fut accréditée à nouveau; il lui fut adjoint un nouveau membre, M. le Dr. L. W. Austin.

4. — The *Chairman* then delivered his address on « Some Observations on International Research on Atmospherics ⁽²⁾ ».

5. — Le *Commandant Bureau* présenta et expliqua les propositions du Comité National Français relatives aux travaux internationaux sur les Atmosphériques, en attirant spécialement l'attention sur l'Année Polaire; ces propositions ont trait aux points suivants :

- I. — a) que soit établie une liste de toutes les stations assurant actuellement l'enregistrement des atmosphériques ainsi que les méthodes employées;
- b) que soit établie une liste des stations dont l'installation n'est pas encore réalisée;

II. — que soient fixées des fréquences (longueurs d'onde) universelles pour l'enregistrement des atmosphériques;

III. — que soit organisé l'échange rapide sous forme graphique du résultat des enregistrements entre les stations participantes;

IV. — que soient prévues pour l'Année Polaire, en plus des enregistrements permanents, des observations spéciales et exceptionnelles, et en particulier que soient choisis des « Jours radios internationaux » en liaison avec les « Jours internationaux » de l'Année Polaire.

PREMIÈRE PROPOSITION. — M. le Commandant Bureau fut chargé de préparer la liste prévue par la première proposition; une Sous-Commission, composée de MM. le Commandant Bureau et le Dr. Watson-Watt, fut chargée d'étudier la définition (spécification) électrique de chaque méthode, en vue d'aboutir à une définition applicable dans la pratique et destinée à faciliter la comparaison des résultats. Cette Sous-Commission a présenté un rapport provisoire à la seconde séance de la Commission ⁽¹⁾. A la demande formulée dans le rapport, la Sous-Commission fut reconstituée avec des membres plus nombreux et d'une compétence plus étendue; les membres désignés étant : MM. Appleton (ex officio), Bureau, Lejay, Lugeon et Watson-Watt; ses attributions sont indiquées dans le rapport précité.

SECONDE PROPOSITION. — Les fréquences suivantes (qui ne sont pas dans l'ordre de préférence) furent recommandées :

12 kc/s. 50 kc/s. et 90 kc/s.

TROISIÈME PROPOSITION. — Il fut admis que l'échelle de temps déjà en usage dans l'échange des résultats graphique entre Paris et Slough, c'est-à-dire 6 cm. par jour, serait généralisée.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 59.

⁽²⁾ Annexe II, p. 60.

⁽¹⁾ Annexe III, p. 62.

L'organisation des résultats fut confiée à la Sous-Commission ci-dessus désignée avec pouvoir de déléguer cette fonction à l'un ou l'autre de ses Membres.

QUATRIÈME PROPOSITION. — Elle fut renvoyée à la Sous-Commission polaire.

6. — *Dr. Watson-Watt*, on behalf of the British National Committee, deposited for information a « Report on Research on Atmospherics carried out in Great Britain from July 1928 to March 1931 » ⁽¹⁾ and « Notes on Apparatus for Research on Atmospherics » ⁽²⁾. The latter document was submitted not as a programme of work, nor as a subject of discussion *per se* but solely to provide data on the economic side of the work, to which reference might be made when any particular line of investigation was under discussion.

7. — *Dr. Watson-Watt* also presented on behalf of the British National Committee a note relating to the « Study of the Circumstances of Origin of Atmospherics » ⁽³⁾. This note asked for the collaboration of the Commission towards the more effective prosecution of investigations on the origin of atmospherics which the British National Committee is at present undertaking.

The four requests contained in the document were for :

A. Simultaneous observations in other countries by means of photographic or visual cathode ray direction finders.

B. The consideration of the desirability and possibility of the radiation of synchronising signals for timing in such experiments.

C. Notification from other countries, with the least possible delay, of the occurrence of lightning flashes.

D. Assistance, in arrear, in examining the meteorological environment of places which

have, by the radiotelegraphic observations, been indicated as the place of origin of atmospherics at a particular time. This assistance would be required only in reply to a definite application for data about a specific place and time.

DEMANDE A. — Des assurances furent données par les Comités Nationaux Polonais, Français et Américain qu'ils s'efforceraient d'organiser des observations au goniomètre cathodique en simultanéité avec les observations britanniques.

DEMANDE B. — Les Comités Nationaux Français et Américain s'engagèrent à étudier dans le détail la possibilité de transmettre les signaux de synchronisation demandés.

DEMANDE C. — Il fut admis que la Sous-Commission entrerait en relations avec l'Observatoire du Pic-du-Midi et avec les autorités suisses en vue d'obtenir les renseignements désirés.

DEMANDE D. — Après une discussion détaillée, au cours de laquelle le R. P. Lejay fournit les remarques contenues dans son « Projet de discussion sur les rapports entre les Orages et les Atmosphériques » ⁽¹⁾ la résolution suivante fut adoptée à l'unanimité :

« Que les mesures simultanées des changements permanents du champ électrique terrestre, des caractéristiques et des effets de brouillage des atmosphériques et des phénomènes d'éclairs visibles, soient faits en collaboration étroite dans le plus grand nombre possible de pays ».

La Sous-Commission fut chargée de préparer le projet des principales lignes d'une telle recherche. On décida qu'on demanderait à l'Assemblée Générale de sanctionner la communication officielle du programme détaillé au Comité Météorologique International et à l'Union Internationale de Géodésie et Géophysique, en accompagnant cette communication d'un appel très pressant de collaboration.

⁽¹⁾ Annexe IV, p. 65.

⁽²⁾ Annexe V, p. 70.

⁽³⁾ Annexe VI, p. 73.

⁽¹⁾ Annexe VII, p. 73.

ANNEXES.

- I. — *Report on Sub-Commission appointed by Commissions III to design and distribute apparatus for Atmospheric Research.*
- II. — *Some Observations on International Research on Atmospheric.* — E. V. APPLETON.
- III. — *Premier Rapport de la Sous-Commission sur les Méthodes d'Enregistrement des Atmosphériques.*
- IV. — *British National Committee. — The Present State of British Research on Atmospheric.*
- V. — *British National Committee. — Notes on Apparatus for Research on Atmospheric.*
- VI. — *British National Committee. — Study of the Circumstances of Origin of Atmospheric.*
- VII. — *Projet de discussion sur les rapports entre les Orages et les Atmosphériques.* — R P. LEJAY.

ANNEXE I.

**REPORT ON SUB-COMMISSION APPOINTED BY COMMISSION III
TO DESIGN AND DISTRIBUTE APPARATUS FOR ATMOSPHERICS RESEARCH.**

It has not been found possible for the sub-commission to meet since the Bruxelles meeting in 1928. The proceedings of the sub-commission have therefore been limited to a series of communications from Mr. Watson Watt, with replies by Mr. Snyder.

It was agreed that the former should supply details of the apparatus already built, and that the first set built in America should be tested at Slough.

Full descriptions and sketches giving a complete technical specification of the apparatus constructed at Slough for the study of the energy flux spectrum of atmospheric were dispatched to Mr. Snyder on October 17th 1928, and receipt finally acknowledged on April 8th 1929. The destruction by lightning of the first experimental apparatus set up at Schenectady was reported on this date.

The most recent report of the position is

contained in a letter from Mr. Snyder dated november 14th 1930, as follows :

« Those static measuring equipments are still quite in the air. As I wrote you several months back, the work was stopped temporarily because of a rather acute business depression. Business is still rather dull and we have not been able to pick up as yet. I am hopeful that there will be a rather marked upward turn very soon at which time I hope we may finish up the work. It is after all high time that these equipments be out in service ».

The Chairman of the sub-commission asks that the commission should consider the desirability of re-appointing the sub-commission with an additional member.

R. A. WATSON-WATT.

Chairman of Sub-Commission.
27-5-1931.

ANNEXE II.

SOME OBSERVATIONS ON INTERNATIONAL RESEARCH ON ATMOSPHERICS.

1. — Before proceeding to consider the detailed proposals for future co-operative work on atmospherics, it seems to me desirable to survey briefly the present status of our knowledge of this subject noting, where we can, the progress which can be attributed wholly or partly to international collaboration. It is, without doubt, correct to say that the international programmes which we have set out for ourselves at our two previous meetings have not been carried out with the completeness we intended. But some progress has been made in this direction, and we ought to take note of it. At the same time we must also ask ourselves the reason for the incomplete fulfilment of our international programmes and from our examination learn how to plan better for the future. My own view is that perhaps our programmes have been too ambitious. If we can agree that this is so, the way to more successful future experiments is clearly indicated.

2. — As we were originally led to study the subject of atmospherics because of their interfering effects on radiotelegraphic receivers, it is well to recognize at the outset the recent changed orientation in atmospheric research. Some years ago a large amount of inventive thought was devoted to devising complicated and often highly ingenious devices for the elimination of atmospherics from wireless receivers. Largely due to the work of Dr. A. Koerts and Dr. J. R. Carson we have had to admit that the complete elimination of atmospherics is an impossibility. Even with ideally selective circuits a certain minimum of interference will be absorbed, and this minimum increases with increase of the frequency range necessary for signalling. We have, in fact, learned to look upon atmospheric interference as possessing an energy spectrum spread throughout a wide range of frequencies and, if we choose to operate our communication channel on any particular frequency band, we are necessarily exposed to the interference corresponding to this range of

frequencies in the atmospheric spectrum. This means that when the nature of the atmospheric spectrum is known, the amount of interference may be calculated from the constants of the receiving installation. We have learned that we cannot eliminate atmospherics from our receivers. We have, however, also learned that we can minimise the effects of atmospherics by limiting the frequency response of our receivers so as just to include the frequency range necessary for signalling.

3. — The above remarks show that, from the point of view of the radio-engineer who is interested in the prediction and performance of a wireless service, we require to know the energy flux spectrum of atmospherics (and its diurnal and seasonal variation) for all azimuths. Such would be the complete atmospheric specification from a practical point of view.

Realising this, plans were formulated at our last meeting for measuring the atmospheric frequency spectrum (averaged for all directions, since an aerial antenna was proposed) at many points on the earth's surface. Unfortunately the progress we hoped for has not been made with this ambitious experiment but one measuring installation has been working for some time now in South-East England and has already demonstrated the great value of the information to be obtained by this method.

Even if it is still found impossible to proceed with this ideal experiment I would like to lay stress on the fact that, as agreed by our Sub-Committee last year, the method we proposed for measuring the atmospheric spectrum is one of the most suitable to adopt, even when observations are confined to a single frequency (i.e. to single ordinate on the Frequency-Energy curve). Only by using some such method can we attach a precise meaning to the much-used phrase « Strength of Atmospherics ».

4. — I now turn to consider Atmospherics as geophysical phenomena. Here the chief problem is to find (a) the position and (b) the nature,

of the discharges responsible for the origin of the atmospherics. It is clear that one of the most powerful methods of finding the place in which atmospherics are originating at any given time is that involving directional recording. Here it is satisfactory to note that pen-writing directional recorders have been running now for some years at Slough (England), Lerwick (Shetland Isles), Aboukir (Egypt), Potsdam (Germany), Bangalore (India), and Lindenberg (Germany). By the interchange of data amongst these countries it has been possible to make deductions as to the prevailing direction of arrival of atmospherics in West and Nord-Western Europe. Unfortunately the deductions made from comparable data by different investigators do not agree, for M. R. A. Watson-Watt finds that « the predominant source of atmospherics for the whole world, at any moment, lies in a land where it is summer afternoon » whereas Dr. F. Schindelbauer concludes that the maximum disturbance travels in directions which lie along and at right angles to the earth's magnetic field. It seems to me highly important that this matter should be considered afresh because of its bearing on the fundamental problem of the place of origin of atmospherics.

5. — The question of the effective range of atmospherics has been on more than one occasion the subject of international discussion. As was most certainly desirable, entirely different experimental techniques for tackling this problem were developed in France and in Great Britain, and for some time the deductions drawn from the observations did not agree, the French school maintaining a very limited effective range for atmospherics, while the British school were led to conclude that atmospherics produced interferent effects some thousands of kilometres from their source. Fortunately, and largely due to the discussions between Mr. Watson-Watt and Commandant R. Bureau resulting from our last meeting, the differences due to the dissimilar methods of measurement have been allowed for, and it is agreed by both schools that atmospherics may have exceedingly large ranges. It is, however, very desirable that further work should be done on the subject.

6. — I now turn to a section of atmospheric

research the results of which have given rise to most profound differences of opinion. I refer to the subject of the nature of the discharge in which atmospherics originate. Are these disturbances of terrestrial or extra-terrestrial origin? If they are of terrestrial origin what is their usual meteorological environment? If they are found to be associated with thunderstorm conditions do they originate only in lightning flashes?

If we are to settle these questions it seems to me that we must go further than the energy flux spectrum measurements which we have decided give the radio-engineer the information he requires. We must not be satisfied with average-effect observations but must isolate the individual atmospheric and determine its characteristics. It will be seen that this means that our directional and intensity measurements must now be made with apparatus characterized by a much greater rapidity of response than that used heretofore. We must use a microscopic instead of a macroscopic time scale.

In this connection I do not think I can stress too highly the importance of the cathode-ray direction finder, the idea of which was put forward some fifteen years ago by Mr. Watson-Watt and which has recently been developed by the Radio Research staff at Slough in Great Britain. With a base line of suitable length the directions of arrival of a single atmospheric can be observed at two stations and from the intersection of the two directions the position of origin of this particular atmospheric deduced. Results of great importance have already been obtained by American workers (A. E. Harper and S. W. Dean) using this method and the region of Europe provides a most suitable laboratory for experiments using a more detailed network. At present, so far as I am aware, the only place where daily observations of this type are being made is at Slough (England) where the results are being compared with meteorological information.

In attempting to obtain information on the much-discussed subject of lightning as a source of atmospherics it seems possible that methods at present used by workers in atmospheric electricity for studying rapid changes of the

earth's potential gradient might, with certain modifications, be applied for investigating the waveform of the electromagnetic-disturbance originating in a lightning channel. The chief modification required would be the use of some form of electrical records of rapid response, such as a cathode-ray oscillograph or high-speed electromagnetic oscillograph. Considerable progress in developing such methods has already been made by Dr. H. Norinder (Sweden). The great advantage of this type of experiment is that both the source and the resulting atmospheric are known. When the complete specification of the electric field change due to a lightning flash at a known distance can be given, our present-day knowledge of the transmission of wireless waves will enable us to predict the intensity of the atmospheric produced at much greater distances.

7. — The question of solar influence on atmospheric origin and propagation is another matter we ought to consider. This subject demands sustained measurements over a long

period of years such as have been made by Dr. L. W. Austin to whom we are indebted for practically all our information up to the present. In planning an extension of such observations it is well to remember that we must think in a time-scale of decades.

8. — In concluding these brief notes perhaps I may remind members of our Commission that to plan international work does not necessarily mean to arrange for exactly the same type of measurements to be made simultaneously in different countries. Cooperative research may take different forms. The two dissimilar ends of an experiment may lie in different countries. For example, the simultaneous observations on the electric field of a thunderstorm in one country might conceivably be linked up; if timing were sufficiently accurate, with the observations on the resulting atmospheric in another country.

E. V. APPLETON.

President, Commission III.

ANNEXE III.

PREMIER RAPPORT DE LA SOUS-COMMISSION SUR LES MÉTHODES D'ENREGISTREMENT DES ATMOSPHÉRIQUES.

1. — La Sous-Commission composée de MM. Bureau et Watson-Watt a tenu plusieurs séances; pour certaines d'entre elles, elle a eu l'assistance précieuse du R. P. Lejay et du Professeur Appleton.

2. — Elle a eu sous les yeux la première liste provisoire des stations susceptibles d'enregistrer dès maintenant les atmosphériques ⁽¹⁾, et elle note avec satisfaction que cette liste comprend 20 stations et près de 30 types d'appareils pour l'enregistrement des phénomènes des catégories suivantes :

1° Nombre d'atmosphériques dépassant un seuil;

2° Intensité intégrée de la perturbation;

3° Direction d'arrivée : a) moyenne; b) individuelle;

4° Forme d'ondes des atmosphériques individuels.

3. — La Commission prend comme ligne conductrice de son travail la remarque contenue dans le discours de son Président, remarque qui signale que la définition complète d'une perturbation atmosphérique serait fournie par un diagramme à quatre dimensions donnant les variations par rapport au *temps* du *flux* d'énergie des atmosphériques dans tout le *spectre* électromagnétique pour tous les *azimuts* : un tel diagramme devant être établi pour chaque station dans un réseau suffisant pour caractériser le phénomène.

4. — La Commission reconnaît qu'il faudrait, comme préliminaire nécessaire à une telle définition, établir pour chaque instrument enregistreur en service un diagramme correspondant à trois dimensions donnant ses réponses à des

(1) Voir cette liste, p. 63.

LISTE DES STATIONS SUSCEPTIBLES D'ENREGISTRER LES ATMOSPHERIQUES.

Pays.	Localité.	Phénomène enregistré.	Fréquence moyenne.	En fonctionnement depuis	Fonctionnement prévu pour	Remarques.
Angleterre.	Slough.	Intensité intégrée.	10 Kc/s $\pm$ 25 V	1926 (la fréquence a été modifiée plusieurs fois).		10 = 2,2/w/m
Id.	Id.	Direction moyenne (courbe aiguë-encre).	Id.	1930 (de 1920 à 1930 vieux modèle).		$\frac{1}{2}$ mm = 7,5/w/m (loi du carré).
Id.	Id.	Direction individuelle (photo).	Id.	1930.		1 mm = 3/w/m (?)
Id.	Id.	Forme d'onde (photo).	Id.	1931 (entièrement visuel).		1 mm
Ecosse.	Leuchars.	Direction individuelle (photo).	Id.	Mai 1931.		1 mm = 3/w/m
Id.	Id.	Forme d'onde (photo).			Juillet 1931.	
Australie.	Sydney.	Direction individuelle (visuel).	Id.	1930.		1 mm = 4,6/w/m
Id.	Melbourne.	Direction moyenne (courbe aiguë-encre).	10 Kc/s $\pm$ 750 V	1930.		$\frac{1}{2}$ mm = 5/w/m (loi du carré).
Id.	Watheroo.	Direction moyenne (courbe cosinusoidale encre).	15 Kc/s $\pm$ 750 V	1931 (?)		1 mm = 100/w/m (loi du carré).
Etats-Unis.	Houlton.	Direction individuelle (visuel).	56 Kc/s $\pm$ 600 V	1930 (pas de programme fixe).		1 mm = 6,3/w/m
Id.	Cape May.	Id.	10 Kc/s $\pm$ 600 V		Eté 1931 (programme inconnu).	1 mm = 180/w/m
Id.	Lakehurst.	Id.	Id.	1929.		Id.
Id.	Washington.	Id.	Id.			
Allemagne.	Potsdam.	Direction moyenne.				Fonctionnement suspendu, mais susceptible de reprendre.
Id.	Lindenberg.	Id.				Id.

Pays.	Localité.	Phénomène enregistré.	Fréquence moyenne.	En fonctionnement depuis	Fonctionnement prévu pour	Remarques.
France.	Saint-Cyr.	Nombre par minute.	50 Kc/s	Juillet 1928.		Deux enregistrements sur deux seuils différents.
Id.	Id.	Id.	12 Kc/s	Juin 1930.		
Id.	Id.	Intensité intégrée.	50 Kc/s		Octobre 1931.	
Id.	Id.	Direction moyenne (courbe cosinusoidale photo).	Id		Septembre 1931.	Enregistrement pendant quelques semaines en 1930.
Id.	Id.	Nombre par minute.	750 Kc/s		Octobre 1931.	Quelques journées d'enregistrement en 1930.
Id.	Mont-Valérien.	Id.	50 Kc/s	Août 1926 (la fréquence a été modifiée plusieurs fois).		Essais d'appareils nouveaux; interruptions nombreuses.
Id.	Id.	Id.	90 Kc/s	Mai 1931.		
Chine.	Zi-Ka-Wei.	Id.	50 Kc/s		Janvier 1932.	Deux enregistrements sur deux seuils différents.
Id.	Id.	Directions et formes.	Id.		Juin 1932.	Au moins à certaines époques à déterminer ultérieurement.
Algérie.	Alger.	Nombre par minute.	Id.		Novembre 1931.	
Tunisie.	Tunis.	Id.	Id.		Id.	
Maroc.	Rabat.	Id.	Id.		Id.	
Sahara.	Tamanrasset (?)	Id.	Id.		Eté 1932.	
Pologne.	Jablonna près Varsovie.	Id.	Id.	Février 1931.		Installation complète avec radiogoniographe et oscillographe cathodique.
Suisse.	Rochers de Naye-sur-Montreux.	Id.	Id.	A fonctionné de décembre 1929 à décembre 1930.	Août 1931 (?).	
Japon.	Tokyo.	Id.	22 Kc/s	Juillet 1927.		(A l'observatoire central météorologique.)
Id.	Hiraiso près de Mito (Harakiken).					(Station expérimentale du Ministère des Communications.)

champs qui lui seraient appliqués et qui varieraient dans la plus grande étendue possible (idéalement dans la totalité) de l'échelle des amplitudes, des fréquences et des azimuths.

5. — Elle note qu'à présent les stations Américaines et Britanniques seules, sont susceptibles de donner une approximation de ces diagrammes de réponse et que, seules, pour l'instant, elles disposent de moyens leur permettant de faire des mesures aussi détaillées. Par conséquent les listes provisoires contiennent la valeur des échelles pour l'amplitude et l'indication de la fréquence sur laquelle sont centrées les bandes ainsi que la largeur de ces bandes, pour les appareils fabriqués en Amérique et en Grande-Bretagne, mais elles donnent seulement les valeurs d'échelle pour les nombres, sans indications de la largeur de la bande pour les appareils fabriqués dans d'autres pays.

6. — La Commission n'a pas encore eu le temps de discuter tout au long les problèmes véritablement compliqués de la définition des appareils (spécification) problèmes qui impliquent l'étude de la distribution de la sélectivité dans les circuits qui précèdent et dans ceux qui suivent le point (qui idéalement se trouve uni-

quement au détecteur) où il se produit un écart sensible par rapport à la réponse linéaire (Phénomène de « cross modulation » etc.).

7. — La Commission demande que son mandat lui soit prolongé, avec addition possible de membres, de manière à lui permettre de compléter la liste définitive des enregistreurs et d'étudier le problème de la définition des appareils (spécification).

8. — En attendant la Commission propose les recommandations suivantes à la Commission III :

A) Que l'on demande au Comité National Français de remettre au Comité National Britannique un Radiocinémographe identique à ceux qui doivent être utilisés à Paris, Alger, Tunis et Zi-Ka-Wei.

B) Que l'on demande au Comité National Britannique de faire fonctionner cet enregistreur pendant une période considérable, à côté de l'appareil britannique.

C) Que l'on demande en outre au Comité National Britannique de mesurer le plus complètement possible les caractéristiques de cet enregistreur dans le sens du paragraphe 4 de ce premier rapport.

ANNEXE IV.

British National Committee.

THE PRESENT STATE OF BRITISH RESEARCH ON ATMOSPHERICS.

The state of British work on atmospherics was reviewed in reports to Commission III of the British National Committee under the following titles and dates, viz :

Summary of Recent British Work on the Nature and Effects of Atmospherics, 1926.

Summary of Recent British Work on the Intensity, Directivity, and Origin of Atmospherics, 1926.

A Review of the Present Position in British Work on the Nature and Origin of Atmospherics, 1926.

Appendices to these notes, April 1927.

Report on Atmospherics (supplementary to above), July 1928.

A review in a somewhat different form was read at the Public Session of the U. R. S. I. at Brussels, 1928, under the same title as the

present note⁽¹⁾. This note is intended to bring up to date (March 31st 1931) the type of information conveyed in these earlier communications.

Publications.

The amount of work published during the two-and-a-half-year period under review is regrettably unrepresentative of the work actually carried out. The only papers published in relation to the atmospherics programme of the Radio Research Board are the Symons lecture on « Weather and Wireless », Q. J. Roy. Met. Soc. 123, 1929, 500; a series of

⁽¹⁾ U. R. S. I., 1928, vol. II, fasc. 1, p. 119.

non-technical articles « About Atmospherics », World Radio, Jan.-July, 1930; the report of a discussion, at the Bristol Meeting of the British Association, on « The Meteorological Relations of Atmospherics », Q. J. Roy. Met. Soc. 125, 1931, —; and the Report of the Radio Research Board for the period ending 31st March, 1929. No other British publications on atmospherics fall to be recorded, with the exception of letters in Nature, 126, 1930, 55 and 169 on « Submarine Cable Interference » in which preliminary comparisons between cable interference and atmospherics are discussed.

On the cognate subject of thunderstorm electricity the following papers should be noted, viz :

The Mechanism of Thunderstorms. (British Association Discussion.) (ENGINEERING 126, 1928, 495.)

SCHONLAND, *The Polarity of Thunderclouds.* (PROC. ROY. SOC. 118 A, 1928, 223.)

SIMPSON, *Lightning.* (J. I. E. E. 67, 1929, 1269.)

WORMELL, *Vertical Electric Currents below Thunderstorms.* (PROC. ROY. SOC. 127 A, 1930, 567.)

BANORJI, *Electric Field of Overhead Thunderstorms.* (Q. J. ROY. MET. SOC. 56, 1930, 305.)

SCHONLAND, *Thunderstorms and the Penetrating Radiation.* (PROC. ROY. SOC. 130 A, 1930, 37.)

In these circumstances the present note must take the form of an interim report of progress on the work in hand, but mainly unpublished, in the programme of the Radio Research Board. For convenience the history of each item, from its inception, is very briefly summarised.

Directional Recording.

The network of simple directional recorders installed at Aldershot (1921) Lerwick, Slough, Aboukir and Bangalore (1924), were maintained in operation until the end of 1928, when recording was suspended because it was considered that sufficient data of the type which this instrument could provide had been obtained. Similar recorders were operated for some time at Lindenberg and Potsdam Observatories by the Prussian Meteorological Institutes and results communicated to the Board's workers.

The resulting records were reduced to hourly predominant directions of arrival at all stations. Despite difficulties due to the very wide polar

curve of the apparatus, and to the ambiguity of sense in the recorded bearings, the plotting of these hourly values resulted in the production of a world map showing the orderly progression of a single dominant source across the world, under solar control; the average source dominating atmospheric disturbance on long waves at European and North-African stations was shown to be in a land area where the season was local summer and the time of day local afternoon or evening. Thus for example the dominant sources in January lie over Southern S. America at 3 a.m. G.C.T.; the East Indies at 6 a.m. and 9 a.m.; are scattered over Europe between noon and 6 p.m.; and are again over S. America at Greenwich midnight. The corresponding positions in July are : 3 a.m. India and Tibet; 6 a.m. the region of the Caspian; 9 a.m. and Greenwich noon Eastern Europe; 3 p.m. to 9 p.m. Western Europe; and midnight Tibet.

Independent comparison of the data showing the most frequently disturbed directions for every hour of the day at different seasons shows very satisfactory agreement with data of average thunderstorm activity, the most frequently disturbed direction for any time and season, at any receiving station, passing through the most active thunderstorm centre of that period, allowance being made for attenuation effects due to distance and conditions of illuminations on the route from thunderstorm centre to recording station.

These examinations of the data in the mass were accompanied and supplemented by the examination of simultaneous observations at the recording stations on selected individual occasions. The known imperfections of the apparatus made exhaustive investigation on these lines unjustifiable, and it was considered sufficient to show that there was a general relation between individual sources of atmospherics thus located and cold fronts revealed by the meteorological charts.

To eliminate the more obvious disadvantages of the older pattern of directional recorder, a new pen writing recorder with a much more satisfactory polar curve has been developed and tried. Briefly, this new « narrow-sector » recorder consists of two independent aerial and amplifier systems, of which one may, for

example, be a non-directional aerial with an amplifier of moderate gain, the second an aerial with a figure-of-eight or a cardioid diagram associated with an amplifier of much higher gain. These two operate differentially on the pen-writing indicator, so that the former is prevented from recording except when the latter is sensibly free from signal emfs., i.e. when it is passing through a direction of minimum disturbance. The nett effect is an inversion of the polar curve of the second aerial system, record being obtained only over a narrow sector centered on the minimum of the polar curve, and the sector of recording is deduced as the ratio of the gains of the two amplifiers is increased. The « resolving power » in respect of simultaneous streams of atmospherics arriving from different directions is thus very greatly increased, although at the expense of a restricted sampling of the whole distribution, recording taking place over a relatively small fraction of each revolution. Apart from the obvious direct improvement in resolution in azimuth the resulting records show a secondary improvement, which was forecast by the designer, in that the times of effective beginning and ending of activity of any particular source can be clearly discerned in the improved records; these additional characteristic quantities will very greatly facilitate the comparison of simultaneous records from different stations.

There is secure ground for the belief that the « narrow-sector » recorder will provide an easy means for the elucidation of many of the outstanding problems on the origin of atmospherics. One recorder of this type has been in experimental operation, at Slough since April 1930, another has been supplied to the Australian Radio Research Board.

The Cathode Ray Direction-Finder.

The cathode ray direction-finder, suggested in 1916, produced in 1923, reduced to a convenient form in 1927, and greatly improved in convenience and scope of application between 1927 and the present time, remains alone as a direction-finder capable of giving substantially complete sampling of any distribution of atmospherics within its limits of sensitivity and frequency-band. This high performance, based

on its power of indicating the direction of arrival of each individual atmospheric has, until now, been capable of attainment only at a prohibitive cost in personnel, because of the fact that it has been left in the form of a visual instrument. Such sampling as has been possible, however, has been very instructive.

For a considerable period only one instrument of the kind existed, and direct comparisons of its indications with visible lightning were made. The next step in its application was its use in the identification of the particular atmospherics which actually proceeded from the dominant source, at particular times, located by the recorder network, and the study of the meteorological origins and the effective disturbing range of the atmospherics so identified.

In 1927 simultaneous observations with two instruments, one at Slough and one at Cupar, Scotland, with a direct line telephone connection between the two observers, were instituted. A preliminary comparison of the results with meteorological data confirmed and amplified the deductions drawn from recorder data, but showed that the details of the relation between cold fronts and sources of atmospherics were not all transparent, and that their elucidation would demand much closer study of the meteorological situation than could be made by anyone other than a specialist working in a modern forecasting centre. Arrangements were therefore made for daily telephonic reporting in code to the Airship Meteorology Division of the Meteorological Office, Air Ministry. This comparison is not yet complete, owing to the necessity for re-checking the records in cases where negative results appear to be indicated. The first indication is that approximately half of the radio-telegraphic locations agree with the indications of the meteorological chart, the remaining cases ought to be re-examined from the meteorological and from the observational standpoints. It is, however, doubtful whether, in view of the further progress now to be recorded any exhaustive re-examination is justified.

It was known that the method of observation employed, involving two stations only, each with a single observer making angular determinations on a scale of some five to ten centimetres diameter, the observers communicating by telephone

for the maintenance of simultaneity of observation, would give a considerable proportion of fallacious locations owing to personal error. Irrespective of the ultimate method of observation in any practical application of the method, it was clearly desirable to eliminate personal error from any crucial experiments carried out to test the method.

A step towards this ideal was made with the introduction of photographic methods. The von Ardenne oscillograph (referred to in the following section on Wave Form work), enabled photography of the individual traces from the cathode ray direction-finder to be effected. After a considerable series of development tests, a satisfactory technique for simultaneous photography has now been evolved, and will be tested in daily use on the 500 km. base line Slough-Leuchars (Fifeshire), with telephone linkage for synchronisation and control, during the coming summer (1931). The locations made by this system are those which it is proposed to report for weekly broadcast issue under the auspices of the U. R. S. I.

Wave Form Work.

The visual observations of the wave form of individual atmospherics, began at Aldershot in 1922, continued in Aldershot, in H. M. S. « Yarmouth », in Helwan and Khartoum in 1923-24, yielded 50,000 individual drawings of atmospherics which have all been measured, reduced, and classified. Broad general conclusions have been drawn, and widely quoted and discussed but this great mass of data still awaits publication in detail and in final form. It is the more important that publication should be made because only one other worker, (Cairns at Watheroo) has succeeded in delineating even one thousand forms. Recently Joscheck at Halle has photographed wave forms with a mechanical oscillograph but his discussion, of results meagre in number, is completely invalidated by his failure to realise that he was recording a first differential $\frac{dE}{dt}$ and treating it as fundamental form E despite the emphasis laid on this point in the publications dealing with the work under the auspices of the Board.

The production of a greatly improved cathode-

ray oscillograph, capable of operation from 300 to 4,000 volts, by Baron Manfred von Ardenne of Berlin, has brought the photography of the wave-forms shown on the normal apparatus into immediate practicability. Preliminary runs have been made, and it is satisfactory to note that the general nature of the recorded forms is in full agreement with the results of the « eye-and-hand » work.

It is to be expected that the application of the photographic method at two or more stations will give a great extension of data on the form of atmospherics, its modification during propagation, and the temporal incidence of atmospherics. It is proposed to develop the method of simultaneous photography of wave-forms at Leuchars and Slough as a preliminary to simultaneous photography over longer bases.

Energy Spectrum of Atmospherics.

The formidable difficulties of predetermining the disturbance to be expected in a given receiver at a given place and time by synthesis from wave-form and succession-interval data, led the Board to initiate an experimental determination, by a kind of wireless spectrometer, of the distribution of the energy of atmospheric disturbance throughout the wireless signalling spectrum. The first experimental element was set up in July 1926; a complete installation with six elements (each corresponding to a « slit » of different frequency centering but of constant width) was set up in April 1927 but was destroyed by fire in December 1927. A modified design was made and an experimental element set up in July 1928. Meanwhile, however, the International Scientific Radio Union at its Brussels meeting in 1928 had adopted the proposals, originating at Radio Research Station, for the international use of such instruments, and the General Electric Company of America had undertaken to provide thirty-six completed six-element installations free of charge to the Union. The Superintendent of the Radio Research Station and a representative of the General Electric Company were appointed as a special commission to design and issue the sets. In these circumstances the Board decided to suspend production of sets at Slough, pending the test of the first American set which was to be

submitted to Radio Research Station for approval. No progress can be recorded in this item of the U. R. S. I. programme, nor has any definite statement of the General Electric Company's position and policy in the matter yet been received. It is hoped however that such a statement may be available at Copenhagen.

Data has been obtained in test runs on the following frequencies during the periods shown, viz :

July 1926 to January 1927 . .	12 kc/s.
April 1927 to November 1927	14 kc/s., 33.5 kc/s., 63 kc/s., 97 kc/s.
July 1928 to September 1929	13.2 kc/s.
September 1929 to present date	85 kc/s.

This material has been reduced to hourly (more recently to half-hourly) values, expressed in microvolts per metre of sustained signal at the central frequency of the band recorded, and harmonic analysis of the reduced values carried out. Similar treatment was accorded to the less satisfactory data of intensity of disturbance derived from limited portions of the material from the directional recorders. A group of preliminary notes have been prepared on some aspects of these reductions, and it is hoped to unite them into a single paper, with a view to publication, at an early date. Meanwhile it may be noted that the coefficients determining the amplitude of the terms in the series showing the diurnal variation of disturbance have been shown to have themselves an annual variation which is sufficiently nearly sinusoidal; that the diurnal variation curve of a random day can be very closely forecast from a single measured value of disturbance at any hour of that day, and that the form of the diurnal and annual variations is in agreement with the « long-range convective-origin » hypothesis of atmospheric disturbance indicated in the section on directional recording.

Preliminary observations have also been made on the relation between disturbance level and mean frequency. The absolute level of atmospheric disturbance has a minimum in the region of 60 kc/s.; this fact is of special interest as agreeing with the determination made, in experiments on the Transatlantic Telephony service, that the « signal-to-static » ratio in these

experiments reached a maximum about this frequency.

It has also been observed, in preliminary examination of these records, that the nature of the relation between atmospheric disturbance, on the relatively low frequencies examined, and terrestrial magnetic activity, is that the curve of atmospheric disturbance has brief intervals of abnormally high value when the rate of change of magnetic intensity is abnormally high. This relation cannot, however, be traced in every case, with the somewhat superficial means of comparison readily available. It is hoped that such data may be more closely examined in relation to records of rate of change of vertical magnetic force.

Effective Disturbing Range of Atmospherics.

The Board collaborated with a special committee of the Royal Meteorological Society in investigations on the effective disturbing range of atmospherics. Broadcast talks were used as time bases for observations by amateur observers, while the Board's network of directional installations fixed the sources of disturbance.

These experiments were so successful that the Board advised the Department of Scientific and Industrial Research to make available to the Royal Meteorological Society a number of picture-receiving installations, which have been in use since July 1929 in the recording of atmospherics received along with a special graticule transmitted, four times weekly, by the British Broadcasting Corporation using first a picture transmitter lent by Messrs. Wireless Pictures (1928) Ltd., and more recently a mechanically operated transmitter. In the earlier tests a considerable number of amateurs contributed records from their own picture receivers, but the cessation of normal picture transmissions has deprived us all save a very few — although an exceptionally valuable few — of these collaborators. The work of the observers has also been made more difficult by this cessation, as they are left without routine transmissions on which to test and adjust their receivers.

The broad results obtained up to date is that a very great preponderance of atmospherics are received at all stations where the receiver sensitivity — determined and indicated by the

strength of the graticule signals — is sufficient to reveal them. In a number of cases it has been shown to be possible to determine roughly the path difference between the graticule and a particular atmospheric in reaching several stations, and thence to infer the approximate position of the source.

Up to the present the experiments have been regarded as preliminary only, but it is considered that the results justify a more comprehensive scheme, in which simultaneous observations on direction of arrival and on wave-form are made at Slough and Leuchars during these special transmissions. International collaboration in this simple programme would be valuable.

One important matter relating to the wave-form work has been strongly re-emphasised by the picture-recording experiments. It has always been realised that the wave-forms delineated are necessarily withdrawn from their context in the general stream of disturbance,

and that the nature of the disturbances producing sounds of long duration in receivers required closer examination. The picture records, however, show with great clearness the frequency with which virtually uninterrupted streams of disturbance persist for periods of the order of a whole second. It is fortunate that the photographic technique for wave-form recording provides the means for examining the details of such disturbances.

Net Field Changes.

Experiments are in progress at King's College, London and at Radio Research Station, Slough on the semi-permanent changes in the earth's electric field which are produced by lightning discharges. The relation between this « electrostatic » term and the « radiation » term in the field changes due to lightning has been briefly discussed in the papers of Appleton, Watt and Herd on « The Nature of Atmospherics ».

ANNEXE V.

British National Committee.

NOTES ON APPARATUS FOR RESEARCH ON ATMOSPHERICS.

The British National Committee thinks that it may be useful for Commission III to have at its disposal notes showing the actual cost of the various types of apparatus already in use in atmospherics research in Great-Britain. It submits these notes, not as a programme of work, nor as a subject for discussion per se, but solely to provide data on the economic side of the work, to which reference may be made when any particular line of investigation is under discussion.

Ia. — *The continuous recording of the Energy Spectrum of Atmospheric by the methods approved at the Brussels meeting of 1928.* The cost of the complete apparatus for a single station recording on six wave-lengths simultaneously is £ 700. The apparatus requires five hours of a scientist and five hours of a technical assistant per week for maintenance and running. The reduction of the records to half-hourly mean

values requires thirty hours of a computer per station per week.

Ib. — In the event of the full scheme being unattainable recording with a single element would cost £ 135, the attendance for two hours per week of a scientist, two hours of a technical assistant, and for reduction of data six hours per week of a computer.

IIa. — *Photographic recording of directions of arrival of individual atmospherics.* The Chairman of Commission III of the British Committee hopes to have the opportunity of describing briefly in Public Session the technique of photographic registration with the cathode-ray direction-finder. The cost of the complete apparatus for a single station, including the apparatus for superposition of synchronising signals, is £ 500. The cost of running is so directly dependent on the magnitude of the programme that no firm estimate can be given,

but two technical assistants are required during actual operation. The photographic processing of the film occupies a technical assistant for about one hour per period of observation, the full extraction of data occupies a computer for five hours per minute of observation. The more superficial reduction for location of the most prominent sources only could be carried out, at a central station, in two to three hours per period of observation per pair of stations. The British national programme at present provides for ten minutes per day on five days per week. The cost of film is likely to be about £ 1.10 sh. 0 d. per week for this larger programme.

I**b.** — A somewhat less expensive model could be designed to work on an approximately fixed frequency, preferably of 10 kc/s., at a reduction of £ 100 per station in cost of apparatus. The British Committee will, if required, undertake to prepare designs for such a photographic installation to cost not more than £ 400.

I**c.** — Visual observations, while far less satisfactory than photographic may be valuable supplementary contributions, and could be made at a cost of approximately £ 90 per station below the estimates gives above, viz. at £ 410 for the most sensitive sets of variable wavelength, or £ 310 for the less sensitive fixed wavelength set.

III. — *Synchronous photographic registration of the waveforms of individual atmospherics.* The apparatus, which is most conveniently operated simultaneously with the cathode-ray direction-finder cost £ 200 per station. The maintenance, running and photographic processing are similar in cost to those of IIa, the reduction occupies about six hours per minute of observation. The cost of film may reach £ 1.10 sh. 0 d. per minute of observation, but is more normally about 2 sh. 0 d. per minute.

IVa. — The Radio Research Station has devised a new form of penwriting directional recorder whose discriminating powers in azimuth are much superior to those of the original recorder and which is free from the 180° ambiguity. This apparatus costs £ 320, and requires four hours per week attendance of a technical assistant, the records require four-and-a-half

hours per week of a computer for reduction to hourly values.

IVb. — The older form of recorder can now be produced at a cost of about £ 230, but it is not considered that the data obtained are sufficiently complete to justify the use of these recorders otherwise than as subsidiary elements in a network.

Va. — In the region of much less expensive, but much less stringent observations, the British Committee would refer to the recording of disturbing range of atmospherics by the Fultograph receiving process. Transmissions are available from stations of the British Broadcasting Corporation, the cost of the receiving equipment is £ 15 per station, including the radio receiver, or £ 2 per station for the Fultograph apparatus at « scrap » prices. The present British programme involves four transmissions per week of four-and-a-half minutes each, the reduction of each record requires about two hours, this figure varies very widely according to the conditions of disturbance.

This recording scheme might be very widely extended in geographical and wavelength range by utilising international or U. R. S. I. signals as synchronising signals for releasing the recording drum. By running the recorders at half the frequency of the « tops » in astronomical signals, a reliably measurable record could be obtained over about 70 % of the record, running at the frequency of the « tops » leaves the time scale indeterminate over the whole record, as no reference signal is thus obtained on the record itself.

Vb. — Finally the Committee would refer to the aural observations on disturbance accompanying broadcast talks. The accuracy and value of this method was found to be very much higher than was ever anticipated by its promoters, and the fact that it can be operated substantially free of cost is in its favour.

In all cases the estimated costs above are the full economic costs of purchase as a whole or in parts from the cheapest reliable source or of construction in the workshops of the Radio Research Station, whichever is the cheaper. In the latter case the costs include general and special oncosts, but no development or research costs.

In conclusion, the Committee would again emphasise that these methods are put forward, not necessarily as the best methods nor as the only available methods, but as methods which have satisfied the British National Committee in actual use. Similarly the proposals are put

forward not as a programme, but as an incomplete section of a catalogue raisonné of possible programme items for selection.

R. A. WATSON-WATT.

*Chairman of Commission III
of the British National Committee.*

ANNEXE VI.

British National Committee.

STUDY OF THE CIRCUMSTANCES OF ORIGIN OF ATMOSPHERICS.

The British National Committee asks for the collaboration of Commission III of the U. R. S. I. towards the more effective prosecution of the investigation on the origin of atmospherics which the British Committee has undertaken. It feels that, while the experimental methods for use in this investigation have been tested and found satisfactory, further progress is very largely dependent on extended international collaboration.

The Chairman of Commission III of the British Committee hopes to have the opportunity of describing briefly in public session the technique of simultaneous photographic registration with the cathode-ray direction-finder. This method is being employed in the location of sources of atmospherics by recording at two stations 550 km. apart, and the Department of Scientific and Industrial Research has undertaken to make the daily results of this work available for broadcasting in Ursigrams if desired.

The collaboration now asked for has several different aspects some of which may be conveniently handled by different collaborating organisations. The main difficulties in the study of the meteorological environment of the places of origin of atmospherics have been of two classes 1) imperfections in the radio-telegraphic data 2) imperfections in the meteorological data. The former, already reduced by the improvement of the method, can be further reduced by increasing the number of observing stations making simultaneous records. There remains, however, the limitation that

economic considerations restrict the completeness of sampling, so that special arrangements are required to ensure recording at times of special meteorological interest.

The latter mentioned imperfections take the practical form that, despite the great volume of meteorological data ultimately available from national and international meteorological organisations the detailed data for a particular small area whose study is suggested by the radio-telegraphic locations are available only after laborious sifting of material, after considerable delay, and frequently still in insufficient detail.

The first request of the British Committee is therefore for simultaneous observations in other countries by means of photographic cathode-ray direction-finder. As examples of countries from which such collaboration would be specially valuable may be mentioned the United States, to deal with Atlantic sources, and Poland, to deal with Western European sources. Preliminary observations in England and America, approximately simultaneously, have shown the great value of such international collaboration.

The second request of the British Committee is for consideration by the U. R. S. I. of the desirability and possibility of the radiation of synchronising signals for the control of the timing on these records. The scheme at present in use over the land line connecting the two British observing stations might on rare occasions be extended to serve the proposed American station, but discussion of a practical method for further extension to frequent observations is required. The problem is especially difficult in

the case of the special non-routine observations on occasions of exceptional meteorological interest.

The third request is for consideration of means by which these special occasions can be utilised. The type of collaboration here suggested is sufficiently indicated in a more general suggestion made at Bristol by the Chairman of the British Commission III, viz :

« Let the Pic du Midi and the Zugspitze, observatories with good horizons and plentiful thunderstorms, signal by radio the instant at which a lightning flash is observed. Let Slough and as many other stations as can participate measure the peak voltages of the resulting atmospheric in aperiodic and in a series of band-filter circuits. Let the laws of propagation be applied to infer the peaks at other distances. Let the observatories measure the net field changes close

to the discharge, and the specification will be complete for a wide range of normal receivers ».

The British Committee would undertake to make the fullest possible use of any such warning system as might be arranged, other National Committees would doubtless find it valuable for their own national programmes.

The fourth request is for assistance, in arrear, in examination of the details of the meteorological situation at places which have been, by the radiotelegraphic observations, indicated as the place of origin of atmospherics at a particular time. The British Committee asks for the advice of the Commission on the best methods for obtaining this detailed data.

R. A. WATSON-WATT.

*Chairman of Commission III
of the British National Committee.*

ANNEXE VII.

PROJET DE DISCUSSION SUR LES RAPPORTS ENTRE LES ORAGES ET LES ATMOSPHÉRIQUES.

Ce n'est pas mon intention de vous parler de mes travaux sur ce sujet qui datent de plus de cinq ans.

Permettez-moi seulement, en vue d'amorcer une discussion, de poser un certain nombre de questions, de vous rappeler un certain nombre de faits expérimentaux et d'en tirer les conclusions qui me semblent propres à diriger nos débats.

Nous ne doutons plus qu'une des causes principales des atmosphériques, soit à rechercher dans les variations brusques du champ électrique de l'atmosphère, et nous voudrions savoir si ces variations brusques sont la seule cause des atmosphériques.

Nous savons d'autre part que l'éclair produit de ces variations brusques et constitue l'origine de certains atmosphériques à longue portée. et nous voudrions décider si les éclairs constituent la seule cause des atmosphériques d'origine lointaine

Enfin, quelle que soit la réponse aux questions précédentes sachant que l'éclair produit un atmosphérique à longue portée nous voudrions étu-

dier la constitution de cet atmosphérique à l'origine, et le suivre au cours de sa propagation.

Pour répondre à ces questions nous disposons de faits expérimentaux qui peuvent être classés en deux catégories :

- 1° Les mesures directes de la perturbation orageuse au voisinage des éclairs vus par l'observateur;
- 2° L'identification à distance des sources orageuses d'atmosphériques enregistrées.

Les mesures directes, faites notamment par C. T. R. Wilson, par Nainder, et par moi-même, nous permettent de dire que l'éclair est une décharge de l'ordre de 10 à 50 Coulombs sous une tension de l'ordre de 300,000 volts par mètre au voisinage du sol, composée parfois d'éléments se succédant à une cadence plus ou moins régulière de l'ordre de quelques centièmes de seconde, chacun des éléments de structure très complexe ayant une durée totale de l'ordre du cinquante millième de seconde.

Mes mesures personnelles m'ont montré à 1 kilomètre de l'éclair des variations du champ

statique vertical de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de volts par mètre. A 20 kilomètres on observe encore des variations de 2 à 500 volts par mètre; à 150 kilomètres des variations de quelques dixièmes de volts par mètre.

Au calcul on doit déduire par conséquent que cet effet *statique* doit être encore de plusieurs centaines de micro-volts par mètre à 1,500 kilomètres.

D'autre part, à plusieurs reprises, j'ai observé des variations du même ordre de grandeur sans éclairs, au passage de cumulo-nimbus orageux.

Je donne en particulier à une observation un caractère très affirmatif car je le juge extrêmement important : j'ai mesuré une variation brusque de plus de 300,000 volts par mètre sans qu'il ait été observé, en pleine nuit, d'autre phénomène qu'un sifflement violent des paratonnerres et des aigrettes dans les cheveux des observateurs.

J'en conclus ainsi des observations de variations brusques de plusieurs centaines de volts par mètre à 20 kilomètres d'un cumulo-nimbus isolé dans un ciel clair, à l'existence dans l'atmosphère de décharges électriques violentes sans éclairs.

De la seconde classe d'expériences qui cherchent à localiser les sources d'atmosphériques pour en vérifier l'origine orageuse, on peut tirer les renseignements suivants :

L'expérience a montré, en particulier à M. Watson Watt que la majorité des centres d'émission d'atmosphériques se distribuent le long des surfaces de discontinuités météorologiques, et en particulier des fronts froids, où de fait se produisent aussi une grande proportion d'orages.

Mais il apparaît qu'une proportion variable suivant la saison, des sources d'atmosphériques ne se place ni à proximité d'orages, ni à proximité de cumulo-nimbus.

De ces faits expérimentaux il me semble donc qu'on puisse déduire cette conclusion.

Surtout si nous n'appelons éclair que le phé-

nomène lumineux, généralement accompagné de tonnerre, on peut affirmer avec certitude que les atmosphériques ne proviennent pas uniquement des éclairs, mais les données que nous possédons ne nous permettent pas actuellement de nous faire une idée précise de la proportion des atmosphériques provenant des orages proprement dits.

Pour avancer dans le problème qui nous intéresse ici, il me semble qu'on pourrait envisager le développement simultané des deux méthodes. Il faudrait, comme l'a proposé la délégation britannique, essayer d'associer les observateurs d'orages et les observateurs d'atmosphériques et leur faire exécuter des observations simultanées.

Les difficultés que soulèveraient une telle expérience sont de telle nature qu'il semble difficile actuellement d'engager sur ce point une collaboration générale, mais on ne pourrait qu'applaudir à des ententes individuelles qui tendraient à mettre au point une méthode d'observation.

Il serait aussi très désirable qu'aux observations d'atmosphériques soient liées des observations des variations rapides du champ électrique de l'atmosphère soit par une méthode dérivée de celle qu'emploie C. T. R. Wilson, soit par la méthode qui consiste à mesurer le courant induit dans un cadre horizontal.

En conclusion, je proposerais les sujets de discussion suivants :

- 1° L'amélioration des observations d'orage (élaboration d'un projet à renvoyer au Comité Météorologique International) (altitude);
- 2° L'organisation de mesures physiques des variations brusques du champ électrique (projet à soumettre à l'Union Internationale Géodésique et Géophysique);
- 3° L'organisation de mesures individuelles de la perturbation électrique à grande distance de l'éclair, avec enregistrement à plusieurs distances pour l'étude de la propagation.

R. P. LEJAY.

COMMISSION IV. — LIAISON AVEC LES OPÉRATEURS, LES PRATICIENS,
LES AMATEURS ET LES SCIENCES CONNEXES.

COMMISSION IV. — COOPERATION WITH OPERATORS, PRACTITIONERS,
AMATEURS AND CONNECTED SCIENCES.

INTRODUCTION.

La Commission de Liaison avec les Opérateurs, les Praticiens, les Amateurs et les Sciences Connexes comprend les membres suivants :

The Commission of Cooperation with Operators, Practitioners, Amateurs and Connected Sciences is composed of the following members :

Président :	M. le Prof ^r A. E. KENNELLY of the Harvard Engineering School.
Belgique :	M. F. DACOS, Chargé de Cours à l'Institut Montefiore.
États-Unis :	M. le Prof ^r A. E. KENNELLY of the Harvard Engineering School.
France :	M. P. BRENOT, Directeur de la Société Française Radioélectrique; M. le Général DELCAMBRE, Directeur de l'Office National Météorologique et M. le Lieutenant-Colonel JULIEN, Directeur du Centre d'Études de la Télégraphie Militaire.
Grande-Bretagne :	M. O. F. BROWN, Department of Scientific Research; M. le Prof ^r S. CHAPMAN of the Imperial College of Science and Technology; M. le D ^r E. H. RAYNER, D. Sc., National Physical Laboratory; M. le D ^r G. C. SIMPSON et M. le D ^r R. A. WATSON WATT, Superintendant of the Radio Research Station.
Italie :	M. le Commandant G. MONTEFINALE et M. le Colonel L. SACCO, Directeur Principal de l'Office Radiotélégraphique et Électrotechnique du Génie Militaire.
Japon :	M. le D ^r S. FUJIWHARA of the Central Meteorological Observatory; M. HASIMOTO of the Tokyo Astronomical Observatory; M. S. INADA of the Bureau of Telephone and Telegraph Engineering, Ministry of Communications et M. le Prof ^r D ^r H. NAGAOKA of the National Research Council.
Norvège :	M. le Capitaine F. BUGGE, Chef du Laboratoire Radiotechnique de la Marine; M. B. L. GOTTWALDT, Radiotechnisk Konsulent et M. NICKELSEN, Directeur Général des Télégraphes.
Nouvelle-Zélande :	M. le D ^r M. A. F. BARNETT of the Department of Scientific and Industrial Research.
Pays-Bas :	Jr. G. SCHOTEL, Ingénieur au Bureau Technique du Ministère des Colonies et M. H. VEENSTRA.
Portugal :	M. le Lieutenant de Vaisseau F. PIRES da ROCHA, Chef du Laboratoire Radiotélégraphique de la Marine de Guerre.
Suisse :	M. le D ^r J. LUGEON.

COMPTE RENDU DE LA SEANCE DU MARDI 2 JUIN

ACCOUNT OF THE MEETING OF TUESDAY, JUNE 2

La séance est ouverte à 16 heures, sous la présidence du D^r E.-H. Rayner.

Le *Président*. — Je regrette vivement que nous n'ayons pas parmi nous le Président de cette Commission, M. le Prof^r Kennelly, dont la science et la connaissance de la langue française auraient beaucoup contribué à la direction de ce débat.

Je me suis senti très honoré d'avoir été choisi par vous comme Président; j'essayerai de me rendre digne de cet honneur, mais je dois vous demander toute votre indulgence et toute votre assistance.

Nous devons élire un Vice-Président pour la Commission IV et j'ai l'honneur de vous proposer la candidature de M. le Prof^r Nagaoka.

Nous avons aussi à choisir un rapporteur et je propose d'élire à cette fonction M. le Prof^r Chapman.

Ces propositions sont adoptées à l'unanimité.

Le *Président*. — Je vais vous donner un court résumé du rapport de M. le Prof^r Kennelly, Président effectif de notre Commission ⁽¹⁾.

Ce rapport attire l'attention de la Commission sur l'échange international d'informations relatives aux phénomènes cosmiques que l'on estime pouvoir influencer la propagation des ondes à la surface de la terre.

M. le Prof^r Kennelly divise les zones qui intéressent la transmission des ondes, en quatre couches :

- 1° Zone terrestre;
- 2° Zone atmosphérique inférieure;
- 3° Zone atmosphérique supérieure;
- 4° Zone ultra atmosphérique.

Le rapport attire également l'attention sur l'importance des observations et des mesures de la radio comme étant l'une des méthodes les plus puissantes et dont on puisse attendre le plus pour découvrir les propriétés des zones 3 et 4.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 80.

Le Prof^r Kennelly expose l'organisation du Service des « Ursigrammes » français qui a débuté en décembre 1928 et cite les postes émetteurs de ces « Ursigrammes ». Il donne aussi des détails sur l'organisation du service américain. L'auteur donne un code relatif à la hauteur de la couche ionisée et présenté au Comité National Britannique qui l'acceptera très volontiers.

L'aide importante fournie par le « Science Service » est signalée et je vous propose que la Commission IV suggère à l'Assemblée générale de prier M. le Prof^r Kennelly de présenter les très vifs remerciements de l'U. R. S. I. au « Science Service ». Plusieurs membres de l'U. R. S. I. savent que les organisations les plus importantes d'Amérique, aussi bien officielles que privées, fournissent des informations alimentant ce service.

Le Prof^r Kennelly signale également la publication en « clair » des « Ursigrammes » américains ce qui peut être très utile.

Il fait aussi remarquer que les informations fournies par le Comité National Britannique seront ajoutées aux « Ursigrammes » français, et seront transmises par des stations françaises pour des raisons exposées dans le rapport du Comité National Britannique ⁽¹⁾.

Le Prof^r Kennelly suggère encore l'idée importante que, pour les mêmes raisons, toutes les autres informations cosmiques fournies par d'autres pays ne soient transmises que par les stations françaises. Ceci est un sujet qui devra être discuté par la Commission. Le professeur fait les mêmes suggestions pour l'Amérique du Nord et celle du Sud, et peut-être pour l'Australie.

La Commission sera heureuse d'entendre les idées des délégués du Comité National Japonais au sujet de la proposition ayant pour but de joindre le Japon à un tel service.

Enfin, l'auteur signale qu'une réunion offi-

⁽¹⁾ Annexe II, p. 85.

cieuse de la Commission IV a eu lieu à Stockholm, à l'occasion de la dernière Conférence de l'« Union Géodésique et Géophysique Internationale »; au cours de cette réunion on a discuté des sujets d'intérêt commun à cette « Union » et à l'U. R. S. I.

M. le Prof^r Kennelly m'a fait savoir qu'il serait à Paris et à Londres dans quelques semaines, et qu'il serait heureux de discuter les idées et les décisions de la Commission IV.

Je désire adresser à M. le Prof^r Kennelly les remerciements de la Commission IV pour le travail que lui a demandé la rédaction de ce rapport si intéressant et si utile.

Le Général Ferrié. — Le Comité National Français accepte de se charger du Service des Ursigrammes, si en agissant ainsi, il peut faire œuvre utile, mais si un autre Comité National le désire le Comité National Français lui cédera la place.

Le Président donne lecture du rapport du Comité National Britannique ⁽¹⁾, puis du Projet d'Organisation d'Émissions d'Ursigrammes du Comité National Français ⁽²⁾.

Le Commandant Bureau commente ce dernier document.

Prof^r Appleton. — Owing to the short time allowed between the reception of this paper and the present Assembly, I have not been able to study it, so I ask to the Members of the French National Committee if the French code is based upon the same principles as the American one.

Le Commandant Bureau. — Le principe en est le même, les renseignements transmis seuls varient; c'est pourquoi les codes employés sont différents.

Prof^r Appleton. — I thank you, it is all I wanted to know.

Le Président donne ensuite lecture d'une proposition du Comité National Britannique concernant l'émission des Ursigrammes.

Le Comité National Britannique est disposé à commencer immédiatement la radiodiffusion de ses rapports sur les centres d'observation des atmosphériques, et il propose de le faire par les postes anglais tous les samedis. Peut-être qu'ainsi

les émissions par les postes français pourront être faites le lundi suivant.

Les positions seraient mesurées cinq jours par semaine (du lundi au vendredi), à 13 heures.

Le Comité National Britannique est également disposé à entamer des mesures journalières sur la hauteur des couches. La hauteur sera mesurée cinq jours par semaine (du lundi au vendredi), à 12 heures, et les résultats seront envoyés le samedi à Paris.

Les longueurs d'ondes utilisées seraient 80 et 170 mètres, si cette dernière onde est jugée utile.

Le Général Ferrié. — Nous allons avoir des émissions d'Ursigrammes en Europe et aux États-Unis, il serait utile d'en avoir également dans les autres parties du monde : au Japon, en Asie et en Australie.

Ces émissions devraient avoir lieu simultanément sur ondes longues et sur ondes courtes, ainsi qu'il est fait pour les signaux horaires (Pontoise sur 29 m. et Bordeaux sur 18,000 m.).

J'ajouterai que si un pays d'Extrême-Orient voulait coopérer à ce travail, il nous apporterait des renseignements précieux. L'Observatoire de Zi-Ka-Wei pourrait-il collaborer à ce travail?

Le R. P. Legay. — J'apporterai toute ma collaboration à ce travail dans la mesure du possible; c'est une question d'organisation. Je pourrais transmettre les renseignements sur ondes courtes par la nouvelle station de Chang-Haï.

Le Président sollicite M. le Prof^r Nagaoka de prendre part à cette organisation.

Prof^r Nagaoka. — Such a service would be very difficult to organize. A similar service for earthquakes was proposed, but we have so many that it would be difficult; and our radio stations have hardly an adequate range. The auroras have never been observed in Japan but troubles in radio wave propagation have been noticed.

Le Président. — Le Comité National Japonais n'est pas en mesure de nous fournir des renseignements, nous espérons cependant qu'il tiendra compte de notre désir.

Prof^r Nagaoka. — I promise to mention it to the Japanese Physical Commission and I hope that in a near future its cooperation will be obtained.

⁽¹⁾ Annexe II, p. 85.

⁽²⁾ Annexe III, p. 87.

Le Président. — Pour étudier les phénomènes de « skip distance », on a organisé pour le mois de juillet de cette année, sous la direction de M. le Commandant Bureau, des essais de réception des ondes de 4081-8162 et 9200 Kc/s émises par le poste de Paris (Eiffel) et de 5000 et 11450 Kc/s émises par le poste de Lyon.

Une trentaine d'amateurs anglais prendront part à ces essais.

Le Commandant Bureau. — Des expériences avec la collaboration des amateurs sont entreprises depuis des années; il importe que les personnes qui participent à ces expériences soient nombreuses. En Grande-Bretagne, un appel de M. le Prof^r Appleton a suscité 40 réponses. Pour la dernière série d'essais faite en France, nous avons pu réunir 285 collaborateurs de France et des autres pays. On s'est efforcé d'obtenir dans toutes ces expériences des renseignements sur les quelques points suivants :

Variation diurne de la propagation des ondes courtes; étude s'étendant à la plus grande surface possible et grande densité d'observations grâce à un grand nombre d'observateurs. Il faut toutefois s'assurer de l'exactitude des résultats, ce qui implique la nécessité de groupes de contrôle. Chaque poste récepteur est alors à même de tracer une courbe de variations diurnes.

Les principaux résultats sont les suivants :

- a) Les points de réception forte, moyenne, ou nulle se groupent;
- b) Les zones de silence sont rarement circulaires mais souvent dissymétriques, et varient avec l'heure, avec l'onde et avec la journée;
- c) Des zones d'audition s'observent à l'intérieur de ces zones de silence;
- d) Les zones de silence sont plus importantes pendant la nuit que pendant le jour, mais il arrive qu'elles évoluent en sens inverse de cette règle (par exemple : qu'elles se rétrécissent à la nuit tombante);
- e) Les cartes qui peuvent être établies à l'aide des résultats permettent des comparaisons avec les cartes météorologiques.

On a pu ainsi mettre en évidence des relations entre la propagation et les phénomènes météorologiques.

En conclusion, il serait désirable que dans

l'avenir, on s'assure l'aide du plus grand nombre possible de collaborateurs (services officiels et amateurs).

Le Dr. Lugeon. — La Pologne poursuit les mêmes recherches, le poste de Varsovie, qui est très bien placé, s'offre à faire des émissions simultanées ou chevauchantes qui seraient observées par le réseau d'écoute de M. le Commandant Bureau.

Le Commandant Bureau. — Il y a lieu de mettre à profit la proposition de M. le Dr. Lugeon; il faut cependant préparer le programme à l'avance, deux mois sont nécessaires pour ce travail, je suis à ce sujet à la disposition de M. le Dr. Lugeon.

Le Président. — Nous devons signaler l'importance de l'étude sur l'influence de la répartition de l'ozone dans les couches atmosphériques des ondes. Nous pouvons signaler l'organisation internationale au sujet de l'ozone atmosphérique et déclarer que l'on doit étudier la réception et les modes de réception des ondes en vue de savoir si ces phénomènes sont influencés par les variations de l'ozone. M. le Dr. Austin dit ne pas avoir trouvé de corrélation sensible pour ce qui concerne les ondes longues.

Quelqu'un a-t-il une remarque à faire à ce sujet?

On provoque de temps en temps des explosions artificielles pour étudier les propriétés de l'atmosphère au point de vue météorologique, je propose à la Commission IV d'étudier à ces mêmes moments, les propriétés électromagnétiques, à l'aide des différentes méthodes utilisées dans les stations où l'on étudie la réception de ces ondes.

Prof^r Nagaoka. — It would be interesting to use for this purpose volcanic explosions as those of the Krokatoa, for their residues modify completely the nature of the propagation medium.

Le Président. — Je remercie M. le Prof^r Nagaoka de cette suggestion qui est originale et intéressante.

Prof^r la Cour. — The wish had been expressed that the times of these explosions would be in concordance with the stated days for the investigations of the upper atmosphere. Those days are already fixed for next year.

Le *Commandant Bureau*. — J'ai essayé d'obtenir cette coïncidence, mais elle n'est pas possible pour toutes les observations. Toutefois, la mesure de la hauteur de la couche ionisée serait intéressante à réaliser ces jours-là.

Le *Général Ferrié*. — Le Comité National Japonais pourrait peut-être élaborer un programme pour l'étude de l'influence des éruptions volcaniques sur la propagation des ondes.

Prof Nagaoka. — I will designate a Commission to study such a program. There are other countries in the same situation as Japan, from an international point of view, it would be interesting to obtain their cooperation.

Dr. van der Pol. — Actually I am not authorized to talk of the cooperation of the Dutch East Indies but I will enquire and see what can be done.

Le *Président*. — Les membres du Comité National Italien peuvent-ils prendre cette remarque en considération?

Le *Commandant Ruelle*. — Je soumettrai la question à mon Gouvernement.

Le *Dr. Lugeon*. — L'Union Géodésique et Géophysique Internationale a voté à Stockholm en 1930, une résolution relative à l'enregistrement des ébranlements acoustiques dûs aux explosions des mines de fer en Suède. Ces enregistrements seraient heureusement complétés par des mesures de l'altitude des couches ionisées par les procédés radioélectriques faites aux mêmes moments. Pour avis aux expéditions de l'Année Polaire séjournant dans le Nord de la Norvège.

Le *Président*. — On a discuté dans d'autres Commissions et au cours d'une réunion officielle de la Commission IV, ce sujet qui a une si grande importance pour les études physiques de notre globe : l'Année Polaire.

On choisira au cours de la séance finale de l'Assemblée générale, une Commission spéciale qui sera chargée d'organiser les observations des transmissions radioélectriques au cours de cette année polaire et il convient que la Commis-

sion IV nomme un délégué pour cette Commission.

Dr. van der Pol. — I propose to delegate Dr. Watson Wat.

Prof la Cour. — I agree with this proposition.

Cette proposition est adoptée aux applaudissements de la Commission.

Le *Général Ferrié*. — Nous devons aussi songer à un autre travail utile qui se fera en octobre 1933. A cette époque on procédera à une revision internationale des longitudes. Un grand nombre d'observatoires enregistreront des signaux transmis sur ondes courtes; il serait intéressant de profiter de ces enregistrements qui pourront fournir des résultats intéressants sur plusieurs points que nous étudions, notamment la vitesse de propagation. Les Comités Nationaux pourraient étudier cette question et avertir le Secrétariat Général afin que ces observations puissent être organisées. Peut-être vaudrait-il mieux avertir le Président de la Commission IV qui pourrait préparer le travail.

Le *Président*. — Pourquoi a-t-on choisi le mois d'octobre 1933?

Le *Général Ferrié*. — Cette opération a déjà été faite en 1926 et a donné des résultats de grande précision. Elle a pour but de déterminer les positions géographiques intéressantes et, éventuellement, les déplacements des continents. Il est utile de faire ces déterminations périodiquement, tous les sept ans.

En 1932, se réunit également l'Union Astronomique Internationale pour décider des méthodes à suivre en 1933.

On a choisi le mois d'octobre parce que c'est à cette époque de l'année que le ciel est le plus favorable à l'observation et cela pour la majorité des observatoires.

Le *Président*. — Je prie donc les Comités Nationaux d'étudier cette question et de tenir le Président de la Commission IV au courant de leurs décisions.

La séance est levée à 18 h. 15.

ANNEXES.

- I. — *Report of Commission IV on « Liaison », for the period between the General Meetings of 1928 (September 10-15th, at Brussels) and 1931 (May 27th, at Copenhagen).* — A. E. KENNELLY.
- II. — *British National Committee. — The Present State of Liaison Work in Great Britain.*
- III. — *Comité National Français. — Projet d'organisation d'émissions d'Ursigrammes faites par les postes radiotélégraphiques français sous les auspices du Comité Français de Radiotélégraphie Scientifique.*

ANNEXE I.

REPORT OF COMMISSION IV ON « LIAISON », OF THE U. R. S. I., FOR THE PERIOD BETWEEN THE GENERAL MEETINGS OF 1928 (SEPTEMBER 10-15th, AT BRUSSELS) AND 1931 (MAY 27th, AT COPENHAGEN).

The attention of the Commission has been mainly devoted to the international radio exchange of cosmic data regarded as capable of affecting the propagation of radio waves over the surface of the globe.

The intensity of electromagnetic wave signals, received from distant parts of the world, is believed to be affected by a number of cosmic influences, which, for convenience, may be divided into four groups, by zones concentric with the globe :

(I) TERRESTRIAL ZONE.

Influences at or near the earth's surface, both above and below it, such as topographical configuration, forestation, structures and buildings above ground, as well as the physical condition of the surface water, soil, or rock, and the distribution of geological chemicals and moisture immediately below the surface.

(II) LOWER ATMOSPHERIC ZONE.

Meteorological influences in the lower atmosphere or troposphere, including atmospheric electric disturbances.

(III) UPPER ATMOSPHERIC ZONE.

Upper atmospheric influences at elevations from say 10 Km. to 500 Km. above the earth, and the effects of ionised gases forming absor-

bing, refracting or reflecting layers, including auroras.

(IV) ULTRA ATMOSPHERIC ZONE.

Influences outside of the earth's atmosphere, such as solar activities.

In the opinion of many observers, radio researchs offer the most hopeful means of discovering the nature and properties of zones III and IV, as well as of their influences upon radio transmission.

At the Brussels meeting of September 1928, the recommendation was expressed that radio-broadcasts concerning geographical and astrophysical phenomena, possibly capable of affecting the propagation of radio waves, should be emitted daily from a certain small number of radio transmitting stations, so as to permit specialists to become speedily informed concerning the same.

French Ursigram.

On December 1st 1928, the French authorities commenced emitting a daily radio-bulletin or Ursigram from the Eiffel Tower at Paris, in plain (uncoded) French language, through international Morse code. For this important scientific innovation of the daily Ursigram, we are indebted to the efforts of our U. R. S. I. President, General Ferrié.

The French Ursigram ⁽¹⁾ has continued to be appended at the end of a daily meteorological bulletin. It was issued under the joint auspices of the « Institut de Physique du Globe, de Paris », of the Astronomical Observatory of Meudon, and of the « Office National Météorologique de Paris ». It is composed of two parts :

a) Geophysical part, concerning terrestrial magnetic field variations and atmospheric electric field variations as observed each morning at the « Val Joyeux » Observatory in Seine-et-Oise, a few kilometres from Versailles;

b) Astrophysical part, concerning the activity of sunspots, faculae and protuberances as observed each morning at the Observatory of Meudon, near Paris.

These Ursigrams have been emitted daily from FLE (Eifel Tower) Paris at 11 : 20 G. M. T. ⁽²⁾ on the frequency of 207.5 Kc/s or $\lambda = 1,445$ m.

The American section of the U. R. S. I., finding that these Eifel-Tower Ursigrams were frequently so faintly received as to be illegible in the United States, asked the French authorities if it would be possible to have them repeated daily from the powerful French radio station Lafayette (FYL) near Bordeaux, which operates on the frequency of 15.7 Kc/s ($\lambda = 19,100$ m.). The French responded very courteously to this request, and after February 1st 1930, the FLE Ursigrams were repeated from FYL at 20 : 30 G. M. T. They were also repeated daily, at the same hour, from a short-wave station FLJ (Issy-les-Moulineaux) near Paris on the frequency 9225 Kc/s ($\lambda = 32.5$ m.).

Since January 1st 1931, the daily French Ursigram service has been maintained from the following stations :

Station.	Location.	Frequency	Wave	S. M. T.
		Kc/s.	Length m.	
FYL	Lafayette, Bordeaux	15.7	19100	20 : 30
FYB	Paris-Pontoise (near Paris).	10581	28.35	20 : 30

Ursigram transmissions from FLJ and FLE have been suspended.

The following is a sample French Ursigram from FYL, as recorded by a U. S. Navy recei-

⁽¹⁾ For particulars concerning the French Ursigram the writer is indebted to the office of General Ferrié and the Office National Météorologique.

⁽²⁾ G. M. T. means Greenwich Mean Civil Time.

ving station for January 14th 1931, and as repeated by Science Service (Research Announcement No. 36 of January 20th 1931).

Bulletin astrophysique du 14 janvier. — Activité tache nulle, activité faculaire faible. — Activité protubérance faible.

Bulletin géophysique du 14 janvier. — L'activité magnétique est calme, le champ électrique est très agité. — Le gradient du potentiel est très variable.

American Ursigram.

Commencing on August 1st 1930, a daily Ursigram service was opened from the U. S. Navy radio station NAA Washington D. C. It has been continued every day since that date, under the auspices of « Science Service », 21st and B Streets (National Academy of Science Building) Washington D. C. Data for the Ursigram are contributed by the U. S. Coast and Geodetic Survey (Magnetic), the Mt. Wilson Observatory and U. S. Naval Observatory (sunspots), the Smithsonian Institution Astrophysical Observatory (solar constant) and other scientific bodies. These data are transmitted daily to « Science Service » Washington, over the U. S. Army radio net. « Science Service » assembles them and delivers them to the U. S. Navy Department, whence they are emitted by NAA on schedule time.

From August 1st 1930 to December 31st 1930, the American Ursigram was transmitted from NAA on a frequency of 16,060 Kc/s ($\lambda = 18.68$ m.) at 21 : 00 G. M. T. as an addition to a weather message directed at FYL (Lafayette station near Bordeaux). Since January 1st 1931, the transmission has been at 22 : 00 G. M. T. (5 p. m. Eastern Standard Time) on two frequencies simultaneously; namely, 12,045 Kc/s and 4,015 Kc/s ($\lambda = 24.9$ m. and $\lambda = 74.7$ m.).

Example of an American Ursigram.

The following example is given by « Science Service » ⁽¹⁾ as an example of an Ursigram emitted daily by NAA :

URSI SOL 79333 MAG 1535X 08407
SUN 10314 SCIENSERV.

⁽¹⁾ American Ursigram Code explained in *Science Service* Research Announcement, No. 6, of July 24th 1930.

The Ursigram contains 9 groups of signals. The first (URSI) is the distinguishing group at the beginning of the message. The last is the slightly abbreviated signature of Science Service, this name « Scienservc » is also the cable address of « Science Service » Washington D. C.

There are three sets of data in this message :

1. *The Solar Thermal Constant* for the day (SOL 79333) as reported by the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution from the average values of its observers at Montezuma Station, Chile.

2. *The Terrestrial Magnetic Data* for the day (MAG 1535X 08407) as supplied by the U. S. Coast and Geodetic Survey, from its observatory at Tucson Arizona (Lat. $38^{\circ}14.8'$ N., Long. $110^{\circ}50.1'$ W.), for the period of 24 hours preceding 14 hours G. M. T. of the Greenwich and local day of the week as given by the first letter of the group 1535X.

3. *The Sunspot Data* for the day (SUN 10314), as furnished by the Mount Wilson Observatory, of the Carnegie Institution of Washington, at Pasadena California from observations made at about 16 hours G. M. T. (7 a. m. Pacific Standard Time) or as soon thereafter as weather permits.

Code used for SOL, the Solar constant.

One group of five figures (79333).

The first figure (7) indicates the day of the week reported for. In the example cited it was the seventh day or Saturday.

The second, third, and fourth figures (933) signify the decimal part of the constant in excess of unity. The thermal constant reported is thus 1.933 gram-calories per normal sq. cm. per minute received on the earth's surface, at the mean distance from the sun if the atmosphere was heat transparent or non-absorbent.

The fifth figure (3) indicates the nature of the observation reported, according to the following scale :

- 3 Satisfactory;
- 5 Not quite satisfactory;
- 7 Unsatisfactory.

The Sol group in the above example thus means Saturday, total intensity 1.933 gm. cal per sq. cm. per minute, satisfactory.

Code used for MAG, the terrestrial Magnetic Data.

One, two, or three five-number groups may be used. In the example, two (1535X 08407).

FIRST GROUP.

First figure (1) indicates the day of the week, here Sunday.

Second figure (5) indicates the magnetic character of the day according to the following scale :

- 3 Quiet day;
- 5 Day of moderate disturbance;
- 7 Greatly disturbed day.

In the case cited, the day was of moderate disturbance.

Third figure (3) indicates the nature of the disturbance according to the following schedule:

- 3 Day marked by a « bay disturbance » ⁽¹⁾ (lasting only an hour or so), i. e. a. departure from the normal curve in one direction only.
- 5 Day marked by rapid pulsations.
- 7 Day marked by long-period pulsations or oscillations.
- 9 Day marked by irregular oscillations.
- X Signal for an unused or blank number.

In the example, the day had a bay disturbance.

Fourth figure (5) indicates that the second group (08407) to follow, gives the time of :

- 3 Beginning of disturbance.
- 5 End of disturbance.
- 7 Beginning of disturbance, with end given in third group.
- X Not used.

In the example, the group to follow supplies the time of the end of the disturbance.

Fifth figure not being subject to use is replaced regularly by X.

SECOND GROUP.

Second group (08407) gives Greenwich mean time of beginning or ending of disturbance, as indicated by the fourth figure of the preceding or first group. (If there is a beginning and end on the same day, a third group will give the time of ending.)

⁽¹⁾ Resembling a bay indentation in an otherwise straight geographical coast line.

First and second figures (08). Hours, preceded by zero if less than ten.

Third and fourth figures (40). Minutes, preceded by zero if less than ten.

Fifth figure (7). Tenths of minutes, in the case of a sudden commencement of a disturbance. Other times will be given to whole minute only, and X will replace the fifth figure. In the example, 08407 means that the disturbance time was 08 : 40.7 G. M. T. and this was the end of the disturbance according to the fourth figure (5) of the preceding group.

Code used for SUN, the Sunspot Data.

This is a single group of five figures (10314).

The first figure (1) indicates the day of the week, in this case Sunday.

The second and third figures (03) indicate the total number of groups of sunspots, preceded by zero if less than ten. In this case, there were three groups of spots.

Fourth and fifth figures (14) indicate total number of spots, preceded by zero if less than ten. In this case there were 14 spots in all.

Proposed Additions to the American Ursigram.

It is proposed to add certain new cosmic data to the daily American Ursigram, as soon as the arrangements now being made for the observation of the data and their regular transmission to « Science Service » shall have been completed. These new data relate (A) to Aurora Borealis and (B) to measurements of the apparent height of the ionised layer or layers in the upper atmosphere.

A. — Aurora Borealis Observations.

The Alaska Agricultural College and School of Mines is situated at College, Alaska, in approximate Lat. 64.8° N., and Long. 147.7° W., about 8 Km. North of Fairbanks Alaska.

This college is thus within 2° of the Arctic Circle; but it can ordinarily be reached, by regular transportation, at any time of year. The department of Physics of this College is equipped for the observation of auroras, for a limited period, under a grant from the Rockefeller Foundation. Such observations are more effective during winter months.

The following code has been prepared in advance for the Ursigram transmission of auroral observations from College Alaska, subject to such modifications as experience may render necessary.

Example of a Bulletin on auroral observation AUR included in an Ursigram.

AUR 15082, 25355, 57817. This consists of the index three-letter group AUR to show that the next group or groups relate to Auroras. There follow in this case 3 groups of 5 numbers each.

FIRST GROUP.

First figure (1) shows the day of the week as in all the American Ursigram Bulletins. In the case considered, this was Sunday.

Second figure (5) indicates the auroral character of the day according to the following scale :

- 0 No aurora observed;
- 1 Faint;
- 3 Moderate;
- 5 Strong;
- 7 Brilliant;
- 9 No observations, or no observations possible on account of cloudiness.

In this case, there was a strong aurora.

Third and fourth figures (08) indicate the number of hours in which aurora was present, preceded by zero if less than 10. In this case it was present for eight hours.

Fifth figure (2) indicates cloudiness on the scale 0, 1, 2 ... 9, X; 0 indicates no clouds, and X a completely overcast sky. In this case there was slight cloudiness.

SECOND GROUP.

First figure (2) indicates the form of aurora :

- 6 Homogeneous quiet arcs without ray-structure.
- 1 Homogeneous bands — —
- 2 Pulsating arcs — —
- 3 Diffuse luminous surface — —
- 4 Pulsating surfaces — —
- 5 Feeble glow — —
- 6 Varied forms — —
- 7 Flaming aurora — —
- 8 Varied and flaming — —

In this case there were pulsating arcs without rays.

Second figure (5) indicates the form of aurora:

0 Arcs	with ray structure.	
1 Bands	—	—
2 Draperies	—	—
3 Rays	—	—
4 Corona	—	—
5 Varied forms	—	—
6 Flaming aurora	—	—
7 Varied and flaming	—	—

Third figure (3) indicates the maximum area of sky covered by aurora on a scale 1-5, 5 representing a sky completely covered by aurora. In this case, the sky was three-fifths covered at maximum display.

Fourth and fifth figures (55) indicate average altitude of aurora in degrees. In this case it was 55°.

THIRD GROUP.

First, second and third figures (578) indicate general position of aurora, combinations being reckoned for included position in clockwise direction: 0 South, 1 S. W., 2 W., 3 N. W., 4 N., 5 N. E., 6 E., 7 S. E., 8 Zenith, 9 Whole sky. In this case, the display was from north east to south east to zenith.

Fourth and fifth figures (17) indicate the (G. M. T.) Greenwich Mean Time (preceded by zero if less than 10), of the observed greatest display, in the 24 hours preceding the time of filing report. In this case, the maximum was at 17 hours G. M. T. The regular hour of daily filing is not yet announced.

B. — Measurements of apparent height of the Ionised Layer, at a definite site, time and frequency.

A code for embodying these measurements has been drafted and submitted to the British National U. R. S. I. Committee for consideration, since it is hoped that the British Committee will be able to employ the same code for observations in Great Britain. The matter is still under consideration; but may be decided before this report is printed, in which case it may be included.

Collection and Distribution of American Ursigrams.

Science Service compiles a weekly mimeographed sheet of American Ursigrams in coded form, as issued during the preceding calendar

week from NAA, and also the French Ursigrams received from FYL during the same period. Science Service distributes a limited number of these mimeographed weekly sheets by mail, on request. The sheet issued on February 10th, covering Ursigrams sent and received during the week February 1st to 7th is numbered 39.

Publication of American Ursigrams.

Commencing with the December 1930 number, *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, an International Quarterly Journal (conducted by Louis A. Bauer and J. A. Fleming, published under the auspices of the Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A., London Agents, E. G. Allen & Son, Ltd., 14 Grape Street, London W. C. 2) prints a quarterly Table of the contents of American Ursigrams (MAG, SUN and SOL) in decoded form, from material collected at the Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institute of Washington, Washington, D. C. The first publication appears on pages 252 and 253 of No. 4, Volume 35 (Dec. 1930) covering the quarter 1st August-31st October 1930. A preliminary announcement of the code to be employed appeared on pages 184-185 of the same quarterly Journal in No. 3, Vol. 35 for Sept. 1930.

Proposed British Ursigram.

A weekly Ursigram from the British Committee has been under contemplation, covering measurements of the apparent height of the ionised layer, and apparent positions of sources of atmospheric electrical disturbances, to be emitted in code weekly from French Ursigram radio transmitting stations. It is hoped that this program may be put into operation as soon as arrangements for making, collecting, and transmitting the data shall have been completed.

It seemed desirable to the Liaison Committee that cosmic data collected in Europe should be emitted if possible through the French Ursigram stations only, because, if each country in Europe should emit Ursigrams through its own local radio stations, the difficulty of receiving, recording and collecting the data would be much greater than if all countries communicated their data to be emitted once each day from the French station or stations.

In a similar manner, cosmic data observed in either North or South America should be emitted from a single American radio station or group of associated stations. At present the U. S. Navy station of NAA near Washington D. C. performs that function. It is hoped to include later, data from Carnegie Institution Observatories at Huancayo Peru, and perhaps Watheroo, Western Australia.

It would be desirable at a latter period to have a radio station in Eastern Asia emitting Ursigrams for the Asiatic continent, in such a manner as to link up with cosmic data observation and emission in Europe and America. The growth and development of a scientific broadcasting service of this kind under the auspices of the U. R. S. I., can only be expected to occur as each element in the system justifies its existence and reveals its utility in providing speedy information of a kind that is serviceable to the science and art of radio transmission.

Meetings of the Liaison Commission.

An unofficial and informal meeting of the Liaison Commission was held in Stockholm on

the 18th and 19th August 1930, in conjunction with and by kind permission of the General Meeting of the International Geodetical and Geophysical Union being held in Stockholm at that time. Several officers of the U. R. S. I. and a number of representatives of astronomy, geodesy and geophysics attended these informal meetings and joined in discussions on subjects of common interest to these various sciences. The status and development of the Ursigram service was outlined. The phenomena of delayed radio echoes were described by Dr. Stoerer, who gave an outline of his well-known theory for their explanation.

Several meetings of the U. S. National Committee on Liaison (Cooperation) have been held, in Washington D. C., at which the progress of Radio Liaison in general, and of Ursigram service in particular, have been discussed.

A. E. KENNELLY,

Chairman of Commission IV.

21st February 1931.

Harvard University. Cambridge Mass. U. S. A.

ANNEXE II.

British National Committee.

THE PRESENT STATE OF LIAISON WORK IN GREAT-BRITAIN.

One of the original reasons for the appointment of Commission IV on Liaison, was to correlate the work of amateurs and to afford them such assistance as might be found practicable for experimental work of value.

At the meeting at Brussels in 1928 the British representatives stated that, in connection with various phenomena, attempts had been made in a definite and official manner to obtain assistance from amateurs, but, in general, the results had been very indefinite and had led to little useful result. Experience showed, however, that valuable results had been obtainable, if carefully chosen individuals were given definite duties with suitable apparatus. In this manner a number of amateur observers had recorded the strength of the reception from certain trans-

mitting stations during the various phases of the total eclipse of the sun which occurred in England in 1927, and very useful and suggestive results had been obtained. The study of radio transmission, however, has entailed in an increasingly essential manner the use of, quantitative measurements which are very seldom at the disposal of amateurs. It was therefore suggested that, as far as could be seen, efforts to obtain such assistance would not be likely to be repeated in England.

The type of liaison which could be more satisfactorily pursued would be the bringing to the notice of physicists and geophysicists and meteorologists those aspects of radio transmission which were of special interest to them, and which they might be expected to interpret in a

manner useful for the study of the physics of radio transmission. The British National Committee has members on it closely associated with these subjects; and in addition the members of the British Radio Research Board and its various Committees include an additional number of persons of similar standing. Several of the members of the British National Committee are closely associated with the work of the Radio Research Board by being members of the Board or of its Committees.

The British National Committee has discussed at some length the subject of what they could usefully contribute to work and information of a liaison character; and they have had the advantage of a discussion of the subject with Prof Kennelly, Chairman of the International Liaison Commission. Prof Kennelly suggested the regular distribution of information of a cosmical physical character, which is or may be closely associated with the physics of radio transmission. He described the information and methods which had been recently adopted by the French and American organisations and gave details of the services which were being provided by « Science Service ». Among the phenomena which he suggested for consideration, and the study of which had been specially developed in England, were information as to the active upper (Kennelly-Heaviside) layer and the geographical position of important sources of atmospherics.

As to the method of distribution of information by radio, the British Committee came to the decision that in view of the difficulty of adding further information to the weather reports, etc.,

which were already as long as could be dealt with, and on account of administrative and other difficulties, they could not advise such information being distributed by radio from Great-Britain. They would, however, be glad to send any information to France, which they might decide that they could supply, if the French organisation would accept it and it to the information of a cosmical physical character which is transmitted by radio from various French stations. As a result of enquiries by the Liaison representative of the British National Committee, information has been received from France that they will be glad to afford such facilities, a decision which is very greatly appreciated.

Though information on the subjects named are those which the Committee considers they can most usefully supply to the common stock of information specially associated with radio physics, a definite decision has not yet been possible, in view of the various administrative details which will have to be decided, including the collection and transmission of the information involved.

The National British Committee considers that the continuation of any provision of information by Great-Britain is to be regarded as being subject to the proviso that after a period of perhaps a year definite information should be submitted by the National Committees of other countries that the information has been of real value in assisting the study of geophysical and radio sciences.

Dr. E. H. RAYNER,
7th March, 1931.

ANNEXE III.

Comité national français.

PROJET D'ORGANISATION D'ÉMISSIONS D'URSIGRAMMES FAITES PAR LES POSTES RADIOTÉLÉGRAPHIQUES FRANÇAIS SOUS LES AUSPICES DU COMITÉ FRANÇAIS DE RADIOTÉLÉGRAPHIE SCIENTIFIQUE.

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 1,445 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. Émission de la lettre *e* .. — .. et d'un groupe de lettres de contrôle;

20 h. 15', Ursigramme.

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.

Le schéma général des Ursigrammes sera le suivant :

URSI URSI URSI

B. A. R.

Texte du Bulletin Météorologique.

M. A. G.

Texte du Bulletin relatif à l'état magnétique.

E. L. C.

Texte du Bulletin relatif à l'électricité atmosphérique.

C. A. M.

Texte du Bulletin relatif aux phénomènes solaires.

Les projets de code relatifs à chacun des *Bulletins* sont donnés ci-après.

Il est prévu que ces messages seront complétés ultérieurement par :

- a) Des renseignements relatifs à la localisation des centres de production des atmosphériques et à leur nature;
- b) Par la valeur des hauteurs trouvées pour la couche Kennelly-Heaviside à une heure donnée pour une fréquence donnée;
- c) Par des renseignements sur les aurores polaires observées.

Des démarches ont été effectuées auprès du Comité National Britannique pour qu'il veuille bien fournir les éléments nécessaires à la rédaction des messages (a) et (b), et auprès du Comité National Norvégien et du Prof^r Störmer pour obtenir les renseignements devant faire l'objet du message (c).

ANNEXE 1.

PROJET DE CODE POUR LE BULLETIN MÉTÉOROLOGIQUE QUOTIDIEN (B A R).

Ces messages seront des messages de situation générale sur la zone de l'hémisphère Nord, comprise entre 30 et 70° N., de 75° W. et 0°.

La forme symbolique des messages de situation sera la suivante :

Lignes isobares 1015 mb.	X LL 11	X LL 11
	X LL 11	X LL 11
Zones de basses pressions.	7 LL 11	QQQ
ou	7 LL 11	QQQQ
Zones de hautes pressions.	9 LL 11	QQQQ

A. — Lignes isobares 1015 mb.

Cette partie du message comprend une ou plusieurs séries de groupes de cinq chiffres. Chaque série indique une portion continue d'une ligne isobare 1015 mb. Elle a la forme X LL 11, X LL 11, X LL 11...

Le premier chiffre X des groupes de cinq chiffres est un simple numéro d'ordre de la ligne isobare qui est décrite en laissant toujours les hautes pressions à droite. Les quatre autres chiffres

fres LL 11, donnent les coordonnées des divers points de la ligne (latitude et longitude).

Lorsqu'il est impossible de trouver une ligne 1015 mb. dans la zone précitée, on donnera les coordonnées d'une autre ligne isobare, dont la valeur sera indiquée en clair au début du message et de part et d'autre de laquelle les minima et maxima de pressions seront indiqués.

B. — Zones de basses pressions.

La forme de cette partie du message est la suivante :

7 LL 11 QQQ ou 7 LL 11 QQQQ

Le chiffre 7 est un chiffre indicatif, qui a lui seul signifie zone de basses pressions.

Les quatre chiffres suivants du premier groupe donnent les coordonnées de la zone de basses pressions (latitude et longitude).

Les trois ou quatre chiffres constituant le deuxième groupe QQQ ou QQQQ donnent la valeur du centre de basses pressions en millibars entiers.

Les séries 7 LL 11 QQQ (QQQQ) peuvent être répétées autant de fois qu'il y a de centres dépressionnaires à indiquer.

C. — Zones de hautes pressions.

L'aspect de la forme de cette partie de message est identique à la partie précédente :

9 LL 11 QQQQ

Le chiffre 9 est un chiffre indicatif, qui a lui seul signifie zone de hautes pressions.

Les quatre chiffres suivant du premier groupe donnent les coordonnées de cette zone.

Les quatre chiffres du deuxième groupe donnent la valeur en millibars entiers de la zone de hautes pressions.

15775-15065-14555-14352-14550-15240-

15730-16020-16210-16300.

23502-24000-24702-24310-23715-23020.

75352-985.

76030-1010.

73412-1005.

94530-1037.

94072-1038.

ANNEXE 2.

PROJET DE CODE POUR LE MESSAGE QUOTIDIEN RELATIF AUX PHÉNOMÈNES MAGNÉTIQUES ET ÉLECTRIQUES (M A G).

L'Ursigramme magnétique comprend deux groupes de cinq chiffres désignés symboliquement par :

a b c d e f g h i j.

a = jour de la semaine { 1 Dimanche, 2 Lundi, 3 Mardi, 4 Mercredi, 5 Jeudi, 6 Vendredi, 7 Samedi.

b = caractère du jour d'après l'ensemble des 3 composantes.

0 calme absolu.

1 presque calme.

2 un peu agité.

3 agité.

4 très agité.

5 perturbation modérée.

6 forte perturbation.

7 très forte perturbation.

9 pas d'observation faite.

c = détails remarquables sur les courbes d'enregistrement.

1, 2, 3, 4, concernent la déclinaison (ou Y).
5, 6, 7, 8, concernent la composante horizontale (ou X).

On choisira la plus caractéristique des deux composantes.

d e = heures.

f g = minutes.

(Heure du début du phénomène.)

1 ou 5 = encoche unique (fig. 1).

2 ou 6 = pulsations rapides (fig. 2).

3 ou 7 = longues périodes ou oscillations (fig. 3).

4 ou 8 = oscillations irrégulières (fig. 4).

0 = journée ne présentant pas ces caractères.

9 = pas d'observation faite.

Nota. — Lorsque plusieurs phénomènes se présentent dans la même journée : encoche, pulsations rapides, etc., on indiquera seulement celui qui paraîtra le plus important.

Remarques : Dans le cas d'un phénomène ayant débuté en des jours précédents, on notera : *d* = 8, *e* = 8, *f* = 8, *g* = 8. S'il n'y a pas d'observation faite, on notera : *d* = 9, *e* = 9, *f* = 9, *g* = 9.

La notation 9 9 9 9 s'emploiera également dans le cas où les courbes ne manifestent pas de perturbation et de manière plus générale, quand on ne peut pas déterminer de début suffisamment net.

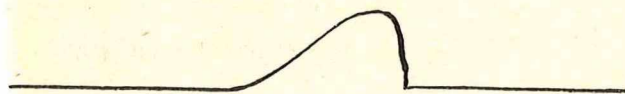


FIG. 1.



FIG. 2.

h = netteté du début

1 = début brusque.

2 = début vague.

3 = pas de début visible (impossible d'indiquer d'heure).

8 = début ayant eu lieu en des jours précédents.

9 = pas d'observation faite.

La notation 9 s'emploiera aussi dans le cas où les courbes ne manifestent pas de perturbation.

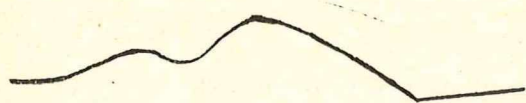


FIG. 3.

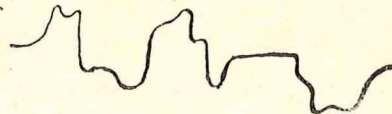


FIG. 4.

i j = heure approximative de la fin présumée du phénomène (comptée de 0 à 24 heures).

Exemples : *i j* = 05 = fin vers 5 heures;

i j = 88 quand le phénomène ne semble pas encore terminé dans la journée envisagée;

i j = 99 = pas de détermination faite.

99 s'emploiera également dans le cas où les courbes ne manifestent pas de perturbation et dans le cas où la fin est imprécise.

EXEMPLE.

Observations magnétiques du mardi 24 février 1931.

MAC

35204 14188

Traduction. — Mardi, perturbations modérées, pulsations rapides sur la courbe de déclinaison. Aucune particularité sur la composante

horizontale. Début des pulsations, 4 h. 14. Début brusque.

Le phénomène n'est pas terminé le mardi.

ANNEXE 3.

(E L C)

**L'URSIGRAMME D'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE COMPREND UN GROUPE DE 5 CHIFFRES,
SOIT SYMBOLIQUEMENT : $a \ b_1 \ b_2 \ c_1 \ c_2$.**

a = jour de la semaine	1 Dimanche, 2 Lundi, 3 Mardi, 4 Mercredi, 5 Jeudi, 6 Vendredi, 7 Samedi.	
b_1 = caractère du champ électrique entre 0 h. et 12 h.	{ 1 presque calme. { 2 un peu agité. { 3 agité. { 4 très agité (passages fréquents du positif au négatif). { 5 inversi.	9 pas d'observation faite.
b_2 = caractère du champ électrique entre 12 h. et 24 h.	{ 1 presque calme. { 2 agité. { 3 très agité. { 4 tendance à l'inversion. { 5 inversi.	9 pas d'observation faite.
c_1 = gradient de potentiel électrique entre 0 h. et 12 h.	{ 1 faible. { 2 moyen. { 3 élevé. { 4 très élevé. { 5 variable. { 6 très variable.	9 pas d'observation faite.
c_2 = gradient de potentiel électrique entre 12 h. et 24 h.	{ 1 faible. { 2 moyen. { 3 élevé. { 4 très élevé. { 5 variable. { 6 très variable.	9 pas d'observation faite.

EXEMPLE.

Observations d'électricité atmosphérique du samedi 5 juillet 1930.

E L C

74366

Samedi. — Champ électrique très agité de 0 à 12 heures avec changements répétés et rapides du sens du champ. Champ électrique agité de 12 à 24 heures. Gradient de potentiel très variable de 0 à 12 heures et de 12 à 24 heures.

ANNEXE 4.

PROJET DE CODE POUR LE MESSAGE QUOTIDIEN RELATIF A L'ACTIVITÉ SOLAIRE (C A M).

Le message sera composé d'un groupe de cinq chiffres fournissant des indications générales sur les principaux caractères de l'activité de l'astre et, quand des taches ou des protubérances dépassant l'importance moyenne auront été observées, de groupes de cinq chiffres supplémentaires donnant des précisions sur les positions de ces objets. Éventuellement, il sera complété par la description, en langage clair, de phénomènes éruptifs exceptionnels.

Les renseignements qu'il contiendra seront déduits des observations faites avec le spectro-héliographe de l'Observatoire de Meudon.

1° Groupe d'indications générales.

Rang des chiffres
dans chaque
groupe.

1. Jour de la semaine, auquel les observations auront été faites :
 - 1 Dimanche.
 - 2 Lundi.
 - 3 Mardi.
 - 4 Mercredi.
 - 5 Jeudi.
 - 6 Vendredi.
 - 7 Samedi.
2. Activité évaluée d'après le nombre et l'importance des taches, dans l'échelle de 0 à 5 :
 - 0 Activité nulle.
 - 1 — faible.
 - 2 — moyenne.
 - 3 — assez forte.
 - 4 — forte.
 - 5 — très forte.
- 3, 4, 5. Activité évaluée, respectivement et dans la même échelle :

D'après le nombre et l'étendue des plages faculaires brillantes de calcium et d'hydrogène;

D'après le nombre et l'importance des protubérances observées en projection sur le disque (filaments);

D'après le nombre et l'importance des protubérances observées extérieurement au bord.

2° Groupes supplémentaires.

Leur premier chiffre servira d'indicatif de la nature des phénomènes dont les positions seront signalées :

- 3 pour les taches;
- 5 pour les protubérances observées en projection sur le disque;
- 7 pour les protubérances observées extérieurement au bord.

a) Taches.

2. Quadrant du disque dans lequel la tache ⁽¹⁾ est située :
 - 2 pour le quadrant Nord-Est.
 - 4 — — Sud-Est.
 - 6 — — Sud-Ouest.
 - 8 — — Nord-Ouest.

⁽¹⁾ Ou le centre du groupe, s'il s'agit de plusieurs taches voisines.

Les quadrants sont limités par le méridien central passant par les pôles du Soleil et par la perpendiculaire à ce méridien passant par le centre du disque.

3. Distance, exprimée en jours, de la tache au méridien central.
- 4, 5. Comme 2 et 3, respectivement.

Si le nombre de taches à signaler dépasse deux, de nouveaux groupes de cinq chiffres commençant par 3 et disposés de la même façon que ci-dessus, seront ajoutés. Il est peu probable, toutefois, que l'on ait jamais à donner les positions de plus de quatre taches à la fois.

Quand les taches signalées seront en nombre impair, les 4^e et 5^e chiffres du dernier groupe seront remplacés par des X.

b) Protubérances observées en projection sur le disque (Filaments).

Rang des chiffres
dans chaque
groupe.

2. Quadrant du disque où se trouve le milieu du filament (pour la notation, voir paragraphe a).
3. Distance, exprimée en jours, du milieu du filament au méridien central.
4. Indication sur la position du filament en latitude ⁽¹⁾ :
 - 4 Filament de basse ou de moyenne latitude.
 - 6 Filament polaire.
5. Chiffre non employé et remplacé par X. Il sera transmis autant de groupes de cinq chiffres commençant par 5 qu'il y aura de filaments à signaler. Leur nombre ne dépassera probablement jamais trois.

c) Protubérances observées extérieurement au bord.

2. Quadrant où se trouve le milieu de la protubérance (pour la notation, voir paragraphe a).
3. Indication sur la position de la protubérance en latitude (comme dans le paragraphe b).
- 4, 5. Comme 2 et 3, respectivement.

Si le nombre de protubérances à signaler dépasse deux, de nouveaux groupes de cinq chiffres commençant par 7 et disposés de la même façon que ci-dessus, seront ajoutés; mais ce cas se présentera rarement.

⁽¹⁾ Cette indication n'est pas indispensable pour les taches, qui sont toujours confinées aux basses ou aux moyennes

Quand les protubérances signalées seront en nombre impair, les 4^e et 5^e chiffres du dernier groupe employé seront remplacés par des X.

EXEMPLES.

1. — Observations du dimanche 23 novembre 1930 :

Message : CAM 14312 34144 384XX

Traduction : Soleil : Dimanche. Activité d'après les taches, forte; d'après les plages faculaires de calcium et d'hydrogène, assez forte; d'après les filaments, faible; d'après les protubérances au bord, moyenne.

Trois taches ou groupes de taches importants sont à signaler :

Un dans le quadrant Sud-Est, à 1 jour du méridien central;

Un dans le quadrant Sud-Est, à 4 jours du méridien central;

Un dans le quadrant Nord-Ouest, à 4 jours du méridien central.

2. — Observations du jeudi 19 juillet 1928 :

Message : CAM 52440 362XX 5224X

Traduction : Soleil : Jeudi. Activité d'après les taches, moyenne : d'après les plages faculaires, forte; d'après les filaments, forte; d'après les protubérances au bord, nulle.

Un groupe de taches important est à signaler dans le quadrant Sud-Ouest, à 2 jours du méridien central.

Un filament important se trouve dans le quadrant Nord-Est, à 2 jours du méridien central, sa latitude est basse ou moyenne.

3. — Observations du jeudi 7 novembre 1929 :

Message : CAM 53434 34284 5804X 74684

Traduction : Soleil : Jeudi. Activité d'après les taches, assez forte; d'après les plages faculaires, forte; d'après les filaments, assez forte; d'après les protubérances au bord, forte. Deux taches ou groupes de taches importants sont à signaler :

Un dans le quadrant Sud-Est, à 2 jours du méridien central;

Un dans le quadrant Nord-Ouest, à 4 jours du méridien central.

Un filament important est à signaler dans le quadrant Nord-Ouest. Le milieu du filament est à moins de 0,5 jour du méridien central. Sa latitude est moyenne ou basse.

Deux protubérances importantes sont à signaler :

Une dans le quadrant Sud-Est (Protubérance polaire);

Une dans le quadrant Nord-Ouest (Protubérance de latitude basse ou moyenne).

COMMISSION V. — RADIOPHYSIQUE.

COMMISSION V. — RADIOPHYSICS.

INTRODUCTION.

La Commission de Radiophysique est composée des membres suivants :

The Commission of Radiophysics is composed of the following members :

- Président :** M. le Dr B. VAN DER POL du Natuurkundig Laboratorium der N. V. Philips's Gloeilampenfabrieken.
- Belgique :** M. F. DACOS, Chargé de Cours à l'Institut Montefiore; M. le Prof^r T. DE DONDER, Membre de l'Académie Royale de Belgique, Professeur à l'Université de Bruxelles; M. G. HOMES, Chargé de Cours à l'Université de Bruxelles et M. le Prof^r CH. MANNEBACK de l'Université de Louvain.
- États-Unis :** M. le Prof^r E. L. CHAFFEE of the Harvard University.
- France :** M. le Prof^r E. BLOCH de la Sorbonne et M. LE CORBEILLER, Ingénieur en Chef des Télégraphes, du Laboratoire National de Radioélectricité.
- Grande-Bretagne :** M. le Dr D. W. DYE of the National Physical Laboratory; M. le Colonel A. G. LEE of the General Post Office et M. le Dr R. A. WATSON WATT, Superintendant of the Radio Research Station.
- Italie :** M. le Prof^r G. C. TRABACCHI et M. le Prof^r G. VANNI, Directeur Principal de l'Institut Radiotélégraphique Militaire.
- Japon :** M. le Prof^r T. KUJIRAI of the Faculty of Engineering, Tokyo Imperial University; M. le Dr M. SO of the Tokyo Electric Company et M. le Prof^r H. YAGI of the Faculty of Engineering, Tohoku Imperial University.
- Nouvelle-Zélande :** M. le Dr M. A. F. BARNETT of the Department of Scientific and Industrial Research.
- Pays-Bas :** M. le Dr B. VAN DER POL.
- Suisse :** M. le Dr J. LUGEON.
-

COMPTE RENDU DE LA SEANCE DU MERCREDI 3 JUIN

ACCOUNT OF MEETING OF WEDNESDAY, JUNE 3

La séance est ouverte à 16 heures sous la présidence de M. le Dr. B. van der Pol, Président de la Commission V.

Assistent à la séance : MM. le Prof^r Appleton, le Dr. Austin, le Commandant Bureau, le Dr. Le Corbeiller, le Capitaine Dorsimont, le Général Ferrié, le Prof^r Gorio, le Prof^r Jouaust, le Colonel Jullien, l'Ingénieur Latour, le R. P. Lejay, le Dr. Lugeon, le Prof^r R. Mesny, le Prof^r Nagaoka, le Prof^r Pedersen, le Dr. Rayner, le Dr. Smith-Rose, le Général Squier, le Prof^r Wagner et le Dr. Watson-Watt.

The *Chairman* proposes the following nominations :

Vice-Président : M. Mesny;
Rapporteur : M. le Dr. Le Corbeiller;
Rapporteur-Adjoint : le R. P. Lejay.

Ces propositions sont ratifiées par l'Assemblée.

La Commission entend ensuite un rapport de la Sous-Commission chargée d'étudier les règles qui doivent être appliquées dans la préparation et les discussions de l'Assemblée ⁽¹⁾, et propose d'étendre ces règles à l'U. R. S. I. toute entière.

Dr. Rayner says that those proposals would be acceptable to the British National Committee.

Ces propositions sont adoptées à l'unanimité.

Le Général Ferrié présente les excuses du Secrétaire-Général, M. R. B. Goldschmith, obligé de quitter la Conférence pour raison de santé.

The *Chairman* expresses the regrets and the good wishes of the Commission.

The *Chairman* then asks the Commission to nominate a member as delegate to the Polar Year Commission of the U. R. S. I.

Prof^r Appleton proposes M. van der Pol to be this delegate. It is due to him that the U. R. S. I. is in relation with the Polar Year Commission.

Dr. van der Pol accepts this function.

La réunion officieuse de la Commission tenue le matin a proposé de retenir trois sujets de discussion pour la prochaine Assemblée :

1° L'étude en laboratoire des gaz ionisés;

2° La nature de la radiation solaire et la composition de la haute atmosphère;

3° La génération des ondes de moins de 20 centimètres de longueur d'onde.

The *Chairman* puts forward as reporters to prepare the material :

For subject n° 1 : MM. Appleton and Gutton;

For subject n° 2 : MM. Chapman and Father Lejay.

For subject n° 3 : M. Wagner.

Ces propositions sont adoptées à l'unanimité.

Le Dr. Wagner demande l'autorisation de consulter M. Barkhausen et d'autres spécialistes.

The *Chairman* says that it was proposed an evening of the next meeting should be devoted to an exposition of the operational calculus in its foundations and its application to Radioelectricity.

Prof^r Appleton proposes that MM. van der Pol and Wagner be to undertake this.

Le Prof^r Jouaust expose les idées de M. Gutton ⁽¹⁾ sur les résonances dans les gaz ionisés, et sur ses expériences récentes où il a retrouvé la même fréquence avec des tubes de dimensions différentes et des densités d'ionisation semblables.

⁽¹⁾ Annexe I, p. 96.

⁽¹⁾ Annexe II, p. 98.

Prof Appleton says that with the help of M. Goodyear of King's College, London, he has repeated the experiments of M. Gutton and he confirms the results. He adds that the question at issue is the explanation to given of the experimental results. M. Pedersen has explained the experience of M. Gutton by Eccle's theory

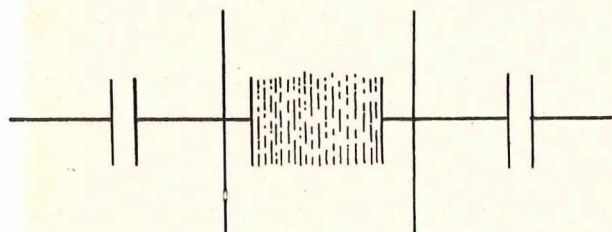


FIG. 1.

and has shown that the condenser of fig. 1 was equivalent to the three condensers placed as indicated on fig. 2. He says that he has experimentally reproduced that arrangement as shown on fig. 3. Varying the value of external capacities the resonance frequency was modified.

On the other hand, M. Gutton found the formula $N^{3/4} \lambda^2 = C^{1/2}$ where N is the number of ions per cm^3 , N being measured by the current passing through the tube. But since these experiments, Langmuir has given a method of direct measurement for the number of ions and

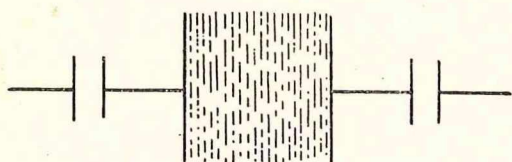


FIG. 2.

it is then found that the formula $N \lambda^2 = C^{1/2}$ is verified, according to Pedersen's theory.

Le Prof^r Jouaust dit qu'il lui est difficile de se substituer à M. Gutton pour discuter cette question quoiqu'il en ait souvent parlé avec lui, mais il ne la connaît qu'imparfaitement. Il lui semble cependant que M. Gutton a répondu aux objections de Pedersen par des expériences qu'il a décrites dans les *Annales de Physique*.

Prof^r Nagaoka is not sure that electrons alone intervene and that ions could also have some influence.

Prof Appleton answers that the experiments he has made with a magnetic field acting make him believe that electrons alone are concerned.

Le Prof^r Jouaust ne voit pas comment s'expliqueraient les réflexions verticales autrement que par la théorie de M. Gutton. Il signale que les travaux de M. Namba au Japon montrent des polarisations elliptiques à la réception des signaux lointains, ce qui indique une réflexion du type métallique, conformément aux idées de M. Gutton.

Dr. van der Pol discusses the experiments he made in 1918 in view to finding dielectric constants smaller than one. In fact, at first he found numbers greater than one, but afterwards he met values less than one. He points out the important fact that the absence of homogeneity

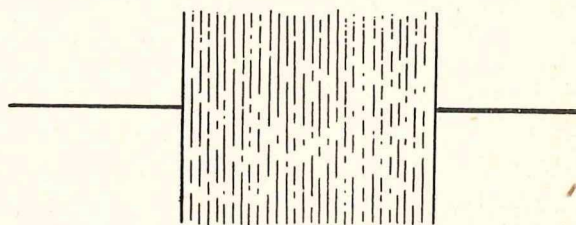


FIG. 3.

in the ionisation of gas might give too high value for the dielectric constant.

The Chairman then reads his report on the Brownian movement of electrical charges in conductors and on the general theory of reciprocity ⁽¹⁾.

The Chairman opens then the discussion on the general theory of reciprocity in radio wave propagation. He asks if observations opposed to the theory could be put forward.

M. L. Espenschied says that in U. S. A. numerous experiments had been carried out in order to find whether the variations in reception in reciprocal radio-communications arose from the intervening medium or from the antenna system.

Some months ago variations were thought to have been found but later it was found that the measurements gave results identical to 1 or 2 decibels when the antennas were identical.

⁽¹⁾ Annexe III, p. 100.

Those measurements were made with different arrangements on 10,000 Kc/s and 20 Kc/s.

The *Chairman* concludes from these accurate experiences that the influence of the terrestrial magnetic field could therefore be neglected in a first approximation not only on long waves but also on short waves.

Dr. Smith-Rose says he made experiments on this subject while studying night-time direction-finding at a distance of 80 miles. One of the stations was equipped with a rotating emitting frame and with a receiving frame, the other with a vertical antenna used for emission and reception.

The observed deviations were the same in both directions as far as could be determined in the conditions that the observation could not be strictly simultaneous; in fact the maxima were same.

M. L. Espenschied refers to observations made during transmission from North to South between U. S. A. and Chili. The rays directed Northward were deviated to the West and those directed Southward to the East. The station of Buenos-Aires on the axis of the projection did not receive as well as the stations of Chili.

The *Chairman* remarks that this is not a fact opposed to the theory of reciprocity, it does not therefore appear that there is a single experimental fact against this theory.

Prof^r Nagaoka says that the « *Mécanique Analytique* » of Lagrange contains theorems on this subject, also the works of Helmholtz, Boltzmann, etc.

The *Chairman* begs *M. Nagaoka* to give a list of references on this subject.

Ces références en addition de celles contenues dans le rapport de *M. van der Pol* ⁽¹⁾, sont les suivantes :

Lagrange-Mécanique analytique;
Helmoltz-Kleinste Wirking;
J. J. Thomson-Application of dynamics to Physics and Chemistry;
H. Hertz-Prinzipien der Mechanik;
Boltzmann-Prinzipien der Mechanik.

Référence additionnelle sur le mouvement Brownien :

Fowler-Statistical Mechanics.

La séance est levée à 18 heures.

⁽¹⁾ Annexe III, p. 100.

ANNEXES.

I. — *Propositions relatives à la préparation et à l'organisation des travaux des Commissions.*

II. — *Étude de la Résonance dans les gaz ionisés.* — *Prof^r GUTTON.*

III. — *Report for Commission V.* — *Dr. VAN DER POL.*

ANNEXE I.

PROPOSITIONS RELATIVES A LA PRÉPARATION ET A L'ORGANISATION DES TRAVAUX DES COMMISSIONS.

L'Assemblée Générale actuelle semble devoir obtenir des résultats plus efficaces que les précédentes, et cela nous paraît dû à une meilleure conception du rôle de l'U. R. S. I. Ce rôle est le suivant :

D'une part, elle doit étudier les moyens d'action nécessaires pour la réalisation des travaux

de nature internationale, et organiser cette action.

D'autre part, elle doit discuter les questions scientifiques et, dans la mesure du possible, profiter de ses Assemblées Générales pour atteindre ce but.

Il est incontestable que de semblables discus-

sions ne peuvent porter de fruits que si les points examinés ont été étudiés à loisir.

Pour régulariser sur ces bases l'organisation des futurs travaux, il serait avantageux d'établir, dès maintenant, quelques règles générales.

Les questions ressortissant du domaine de l'U. R. S. I. peuvent être classées en deux catégories :

A. — Questions générales en cours d'évolution et qui ne comportent pas, ou ne demandent pas de solution rapide. Tel est le cas, par exemple, de la constitution et de l'ionisation de la haute atmosphère, et des relations entre la propagation et l'activité solaire.

B. — Questions particulières pour lesquelles une solution rapide, ou au moins un avis sans longs délais, serait utile ou nécessaire. C'est le cas de la collaboration aux travaux de l'Année Polaire; ce peut être aussi le cas de l'examen de points de vue nettement opposés sur un sujet déterminé.

Enfin, le nombre croissant des travaux de toute espèce et leur discrimination dans de très nombreuses publications rendent difficiles la connaissance complète de certains sujets jouant un rôle essentiel dans la science radioélectrique; plusieurs membres de l'U. R. S. I. ont émis le désir de voir rassemblés par des spécialistes tous les éléments de documentation relatifs à ces questions, cette documentation étant accompagnée d'exposés critiques.

C'est en se guidant sur ces considérations que nous faisons les propositions suivantes :

A. — La préparation des questions à discuter dans une Assemblée Générale devra commencer officiellement au moins un an avant la date de cette assemblée. Le programme sera définitivement établi huit mois avant cette date, par entente entre les Comités Nationaux. Le Secrétariat Général prendra toutes dispositions utiles pour atteindre ce but en rappelant à l'ordre les Comités Nationaux qui apporteraient trop de retard dans leur correspondance et en leur

fixant une date limite après laquelle on se passerait de leur avis.

B. — Un ou plusieurs rapporteurs qualifiés seront désignés pour chaque question et leurs rapports devront parvenir au Secrétariat Général trois mois avant l'Assemblée Générale. Ces rapports seront photocopiés et envoyés aux Comités Nationaux auxquels ils devront parvenir deux mois avant l'assemblée.

C. — Si d'autres questions se présentent au-delà des limites ci-dessus assignées, elles seront communiquées d'urgence aux présidents des commissions intéressées qui jugeront s'il est encore temps de les présenter à la prochaine Assemblée Générale et si cette présentation est justifiée par l'intérêt qu'elles présentent. Dans ce dernier cas ils nommeront un rapporteur. Le Secrétariat Général fera alors tout le possible pour que les rapports soient distribués avant l'ouverture de l'assemblée.

D. — Dans le cas où la nécessité d'une solution urgente empêcherait d'attendre la prochaine Assemblée Générale, les présidents des commissions intéressées nommeraient un rapporteur qui, par correspondance ou par contact direct avec les personnes les plus qualifiées, étudierait la question et ferait un rapport dans le plus bref délai. Ce rapport serait distribué dans les mêmes conditions que ci-dessus.

E. — Dans tous les cas, le Comité Exécutif veillera à ce que l'ensemble des questions à examiner dans une Assemblée Générale soit proportionnée au temps dont celle-ci disposera.

F. — Les questions qui auront été étudiées par les rapporteurs dans un but de documentation scientifique à l'usage des membres de l'U. R. S. I. ne seront pas présentées à l'Assemblée Générale pendant ses séances de travail. Elles feront l'objet de communications qui auront lieu de manière à ne pas empiéter sur le temps indispensable aux discussions.

G. — Au cas où des membres de l'U. R. S. I. désireraient présenter des sujets ne faisant pas partie du programme de l'Assemblée Générale, leurs communications devraient être soumises à l'avance au Comité Exécutif qui jugerait de leur opportunité et prendrait les mesures nécessaires pour que l'exposé de ces communications ne nuise pas aux travaux de la session.

ANNEXE II.

LA RÉSONANCE DANS LES GAZ IONISÉS.

La théorie de Eccles étudie l'influence de l'ionisation sur la valeur apparente de l'indice de réfraction du gaz en imaginant que chacun des électrons se déplace dans le champ électromagnétique comme s'il était seul, et ne fait point intervenir de forces qui proviennent de l'action qu'exercent sur chacun des électrons les charges des autres particules électrisées.

En l'absence d'un champ électromagnétique et pour une distribution en moyenne régulière des charges ces actions ont une résultante nulle, mais il en est tout autrement dans un champ. Celui-ci, lors du passage des ondes n'est pas uniforme, il est impossible d'ailleurs de concevoir un champ électromagnétique d'intensité variable et uniforme. Les équations de Maxwell pour un champ uniforme donneraient des valeurs nulles pour les dérivées, par rapport au temps, des vecteurs électriques et magnétiques de sorte que le champ serait nécessairement d'intensité constante.

Il est ainsi indispensable d'admettre que l'intensité du champ varie d'un point à l'autre de l'espace. Les ions positifs de masse très supérieure aux électrons négatifs ont des déplacements beaucoup moindres, de sorte que les charges négatives se déplacent seules dans un réseau de charges positives à peu près immobiles.

Comme l'intensité du champ est nécessairement différente aux différents points, les déplacements des électrons le sont aussi et il en résulte nécessairement une répartition non régulière des charges électroniques. Dans ces conditions on ne peut plus admettre que les actions mutuelles entre les différentes charges particulières se font équilibres et n'interviennent pas pour déterminer le mouvement de chacune d'entre elles. Il faut introduire dans l'équation du mouvement d'un électron d'autres forces que celle qui résulte du champ, le mouvement devient alors différent de celui que prévoit la théorie de Eccles et la constante diélectrique apparente du gaz a une autre expression que celle que l'on déduit de cette théorie.

En vue d'étudier expérimentalement cette constante diélectrique, H. Gutton (*Comptes-rendus*, 1927, *Annales de Physique*, 1930) a effectué des séries d'expériences de laboratoire dont les résultats s'expliquent dans tous leurs détails par l'existence de phénomènes de résonance entre la fréquence des oscillations du champ et une fréquence propre des oscillations électroniques. Cette dernière fréquence est due aux actions mutuelles des charges particulières qui créent une force de rappel proportionnelle, en première approximation, au déplacement de l'électron.

Ces phénomènes de résonance sont d'autant plus marqués, ainsi que le montre l'expérience, que la pression est plus basse car l'amortissement des oscillations électroniques, dû à la présence des molécules gazeuses, est plus petit. Pour observer de grosses influences de ces résonances, il est par suite essentiel de faire les expériences à pression très réduite et aussi basse que dans les hautes couches atmosphériques.

D'autres expériences postérieures de H. Gutton (*Annales de Physique*, 1930), par des moyens très différents conduisent encore à l'idée de phénomènes de résonance importants.

Au cours de ces différents essais Tonks et Langmuir (*Phys. Rev.*, 1929) ont d'autre part trouvé par expérience des périodes propres d'oscillations des particules électrisées dans l'arc au mercure, et donné une théorie de ces oscillations basée sur la non uniformité du champ. Ils trouvent, comme les recherches expérimentales y conduisent, une force de rappel proportionnelle à l'écart dans le cas d'électrons déplacés par un champ électromagnétique.

Dans le cas d'un amortissement faible, l'équation du mouvement d'un électron doit donc être écrite non

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = Fe \sin \omega t$$

mais

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + ax = Fe \sin \omega t.$$

On trouve alors pour la constante diélectrique du gaz non plus

$$k = 1 - \frac{4\pi N e^2}{m \omega^2} = 1 - \frac{\Omega^2}{\omega^2}$$

en posant

$$\frac{4\pi N e^2}{m} = \Omega^2$$

mais

$$k = 1 - \frac{\Omega^2}{\omega^2 - \Omega^2}.$$

En désignant par Ω la pulsation propre $\sqrt{\frac{a}{m}}$ des oscillations électroniques, pulsation d'autant plus grande que les actions mutuelles entre par-

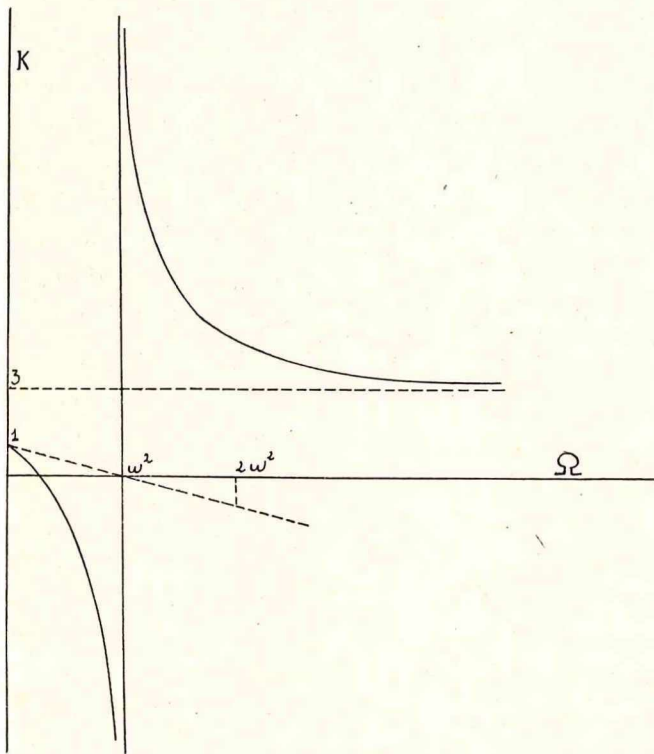


FIG. 1.

ticules sont plus intenses, c'est-à-dire que le gaz est plus ionisé. La théorie de Tonks et Langmuir donne pour Ω' une valeur égale à Ω . Celle-ci est d'autre part proportionnelle au nombre d'électrons par cm^3 .

La courbe hyperbolique (fig. 1) qui représente la variation de k en fonction de Ω^2 ou de N^2 a alors une asymptote verticale pour $\omega^2 = \Omega^2$ qui correspond à la résonance. La courbe qui correspond à la théorie de Eccles est, au contraire, une ligne droite qui coupe l'axe des abscisses pour $\omega^2 = \Omega^2$.

Dans la théorie de la dispersion optique de Lorentz on trouve, comme il arrive ici, un indice infini qui correspond à une résonance électronique et à une bande d'absorption.

Il est important de remarquer que cette absorption ne correspond pas à une dissipation d'énergie en chaleur. L'énergie apportée par des radiations électromagnétiques à la surface de séparation du corps en résonance, sert à augmenter l'énergie cinétique des particules qui la rayonne à nouveau sous forme d'ondes réfléchies. Lorsque des ondes rencontrent un milieu en résonance électronique elles sont donc très parfaitement réfléchies. Cette réflexion est analogue à celle des rayons restants de Rubens sur un cristal, lorsque la longueur d'onde coïncide avec celle d'une bande d'absorption.

En appliquant ces résultats à la propagation des ondes radiotélégraphiques dans la haute atmosphère dont l'ionisation croît avec l'altitude jusqu'à une valeur maximum, on arrive aux conclusions suivantes :

- I. — Les ondes sont réfléchies lorsqu'elles atteignent la couche en résonance et si la pression est faible sont peu absorbées avant de l'atteindre. Cette réflexion de la nature de la réflexion métallique peut dépolariser les ondes. Elle se fait sous toute incidence même voisine de la normale.
- II. — La fréquence de résonance étant d'autant plus grande que l'ionisation est plus intense, les ondes les plus courtes sont réfléchies aux plus hautes altitudes. Seules les ondes ultra courtes qui ne rencontrent aucune couche en résonance peuvent quitter l'atmosphère terrestre.
- III. — L'amortissement des oscillations électroniques étant dû à la présence des particules gazeuses, la réflexion est d'autant meilleure que la pression dans la couche en résonance est plus faible. Les ondes courtes seront donc mieux réfléchies que les ondes longues. Pour ces dernières la résonance se produisant dans des couches basses à pression élevée, les phénomènes qui provoquent la réflexion sont très amortis et cette dernière disparaît presque complètement.

Il est inutile d'imaginer l'existence d'une ou plusieurs couches ionisées à contours nets, tous les phénomènes observés s'expliquent du simple fait que l'ionisation varie d'une façon continue avec l'altitude.

L'ionisation nécessaire à la réflexion correspond à peu près à celle pour laquelle dans la théorie de Eccles la constante diélectrique s'annule, mais à la couche réfléchissante une théorie qui fait intervenir une résonance attribue, au contraire, une valeur très grande.

Ce dernier résultat coïncide avec celui des théories optiques, tandis que rien n'autorise à admettre qu'il y a réflexion lorsque l'indice est nul. Le passage par zéro d'une fonction n'implique en rien l'idée d'une discontinuité pouvant provoquer une réflexion.

C'est pour éviter cette contradiction que d'autres opinions ont été émises, la théorie de Eccles serait conservée et cependant une résonance interviendrait. Pour introduire cette résonance on fait le raisonnement suivant. La formule de Eccles indique que la constante diélectrique devient négative pour une ionisation suffisante. On imagine alors qu'un condensateur à constante diélectrique négative se comporte comme une self et que, par suite du fait de l'ionisation,

chaque centimètre cube du gaz a une capacité et une self en parallèle. Il se produit alors des résonances pour une ionisation définie.

Cette manière de concevoir les phénomènes dont un gaz ionisé est le siège ne paraît pas raisonnable pour les raisons suivantes. Rien n'autorise à traiter un gaz comme un circuit oscillant, mais il paraît surtout injustifié de le faire. Lorsqu'en optique il a fallu expliquer les bandes d'absorption, Lorentz a imaginé une résonance électronique dans l'atome. On se trouve en radiotélégraphie en présence d'un milieu dispersif et absorbant dans lequel on étudie la propagation d'ondes. L'expérience montre que l'on trouve les résonances, qu'en optique on introduit comme le seul moyen d'explication et au lieu de profiter des faits d'expérience pour donner la même explication, on la néglige, au contraire, et on lui préfère une hypothèse que rien ne justifie.

Enfin, il semble naturel de chercher une théorie diélectrique des gaz ionisés à partir de leur structure particulière et des lois de la mécanique, et de ne pas penser la trouver dans des assimilations problématiques d'un gaz ionisé à une self et une capacité.

H. GUTTON.

ANNEXE III.

REPORT FOR COMMISSION IV.

In the scientific Radio literature of the last few years so many subjects have been treated, connected more or less with the physical mathematical bases underlying various radio phenomena, that it is practically impossible for one reviewer to give a complete account of the various, often very important advances of the last few years. It was therefore considered adequate to choose some subjects for discussion in the « Commission de Radiophysique », which are characterized by their very fundamental and general physical nature, so that they can be considered forming a subject for further scientific investigation in the near future. We suggest as such subjects :

1. The theory and experiments on the Brow-

nian movement of electrical charges in conductors.

2. The « small shot » effect.

3. The general theories of reciprocity.

1. — The Brownian movement of electrical charges in conductors.

This effect, which in recent radio literature is variously referred to as « fluctuation noise » or « thermal noise », sets (together with the « small shot » effect) a limit to the amplitude of currents or P. D. 's, which can be amplified. In the telephone receivers, connected to the output of an amplifier, an irregular noise is heard, which has as its cause the spontaneous fluctuations of P. D. or current always present in any

conductor, their magnitude being determined by the temperature of the conductors.

The recent literature on the subject contains the following papers :

J. B. JOHNSON, *Thermal agitation of electricity in conductors*. (PHYS. REV. **32**, 97, 1928.)

H. NYQUIST, *Thermal agitation of electric charge in conductors*. (PHYS. REV. **32**, 110, 1928.)

F. B. LLEWELLYN, *Noise in vacuum tubes and attached circuits*. (PROC. I. R. E. **18**, 243, 1930.)

STUART BALLANTINE, *Fluctuation noise in radio receivers*. (PROC. I. R. E. **18**, 1377, 1930.)

In the paper by Dr. Nyquist a theoretical demonstration, based on general thermodynamical reasoning is given of the spontaneous voltage fluctuation, which is always present at the terminals of any linear network, which therefore obeys Ohm's law. It is shown, that these voltage fluctuations contain all frequencies. Calling $v^2(n)$ the square of the voltage components for the frequency region between n and $n + dn$, it is shown, that

$$v^2(n) dn = 4R(n) kTdn \quad (1)$$

where $R(n)$ is the resistance component of the impedance (which equals the real part of the complex impedance) and k is Boltzmann's constant $= 1,372 \times 10^{-23}$ Joules/degree, and T is the absolute temperature.

In the paper by Dr. Johnson measurements are described of these spontaneous voltage fluctuations and the results are compared with (1), so that Boltzmann's constant k could be determined and a fair agreement with the above given generally accepted value is obtained.

In the paper by Dr. Ballantine both the « shot » effect and the thermal agitation are considered and in connection with the last the noise is considered, when a carrier wave acts upon the high frequency side of a radio receiver, the latter containing a square law detector. For this derivation use is made of the Rayleigh-Schuster theorem, where an integral over the time is transformed in an integral over the frequencies. Results of measurements of « noise » of some radio receivers are also described.

In the paper by Dr. Llewellyn again both the « shot » effect and the « thermal noise » are discussed, the latter subject being again treated

on the basis of Nyquist's equation (1). In the computation of the « thermal noise » originating on the plate side of the vacuum tube, the internal plate resistance of the tube is to be regarded as having the same temperature as the filament. Dr. Llewellyn further concludes, that with tubes properly designed to operate at temperature saturation, it is possible to reduce the noise on the plate side to such an extent, that the high impedance circuits employed on the grid side of the first tube of a high gain receiving system, contribute practically all of the noise by virtue of the thermal agitation phenomenon.

I may be allowed to add a few remarks in connection with the literature just described. With regard to the prediction of the above effect we find some references to a paper by W. Schottky : « Ueber spontane Stromschwankungen in verschiedenen elektrischen Leitern » (*Ann. der Phys.*, **57**, 541, 1918), who indeed foresaw the thermal agitation of electricity and who calculated its numerical value.

For a proper understanding of the phenomenon under question however it is advisable to compare the effect with the theory of the Brownian movement, the fundamental literature thereof being :

ALBERT EINSTEIN, *Zur Theorie der Brownschen Bewegung*. (ANN. DER PHYS. **19**, 371, 1906.)

M. VON SMOLUCHOWSKY, *Zur kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegung und der Suspensionen*. (ANN. DER PHYS. **21**, 756, 1906.)

ALBERT EINSTEIN, *Ueber die Gültigkeitsgrenze des Satzes vom thermodynamischen Gleichgewicht und über die Möglichkeit einer neuen Bestimmung der Elementarquanten*. (ANN. DER PHYS. **22**, 569, 1907.)

LANGEVIN, *Comptes Rendus*, **146**, 530, 1908.

G. L. DE HAAS-LORENTZ, *Over de theorie van de Brownsche beweging en daarmee verwante verschijnselen*. Leiden 1912. — German translation : *Die Brownsche Bewegung*. Friedr. Vieweg & Sohn. (DIE WISSENSCHAFT, No. 52.)

H. A. LORENTZ, *Les théories statistiques en thermodynamique*. Leipzig & Berlin, Teubner, 1916.

It is interesting to remark, that in all publications just quoted the theory of the Brownian movement of electrical charges in conductors is treated and a numerical calculation of the effect

to be expected is given. E. g. in *Einstein's* 1906 paper the following expression is given :

$$\overline{e^2} = \frac{2kTt}{r} \quad (2)$$

were t is the time and r the electrical resistance of a circuit and where e^2 is the mean square of a charge. About this formula *Einstein* remarks (1906) : « ...Diese Formel gibt an, wieviel Elektrizität im Durchschnitt während der Zeit t durch irgendeinen Leiterquerschnitt geht... ».

Also in his 1907 paper *Einstein* shows, that the mean square voltage fluctuation v^2 at the terminals of a condenser of capacity C , due to the Brownian movement of electricity, is given by the expression :

$$\frac{1}{2} C \overline{v^2} = \frac{1}{2} kT. \quad (3)$$

In the book of *Mrs. G. L. de Haas-Lorentz* the Brownian movement of electricity is calculated

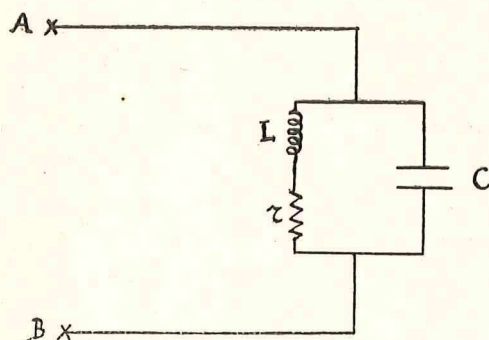


FIG. 1.

in several circuits, e. g. it is shown, that in a closed circuit, consisting of a selfinductance L and a resistance r the spontaneous mean square current variation i^2 is given by

$$\frac{1}{2} L \overline{i^2} = \frac{1}{2} kT. \quad (4)$$

Also the case of two coupled L , r -circuits is considered, with the result

$$\frac{1}{2} L_1 \overline{i_1^2} + M \overline{i_1 i_2} + \frac{1}{2} L_2 \overline{i_2^2} = kT. \quad (5)$$

Finally for a L , C , r -circuit (see fig. 1) the mean square current and the mean square charge e^2 are shown to be :

$$\frac{1}{2} L \overline{i^2} = \frac{1}{2} \frac{e^2}{C} = \frac{1}{2} kT. \quad (6)$$

Also in *Lorentz's* book (pages 97, 98, 99) a new derivation of the above is given.

In order to show the agreement of *Nyquist* formula (1) with e. g. *Einstein's* expression (3) consider the following circuit :

The real part of the impedance Z_{AB} is given by:

$$\operatorname{Re}(Z_{AB}) = \frac{r}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \cdot \frac{r^2}{L^2 \omega^2}} \quad (7)$$

where $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$.

The mean square voltage $\overline{v^2}(\omega)$ as far as its components between the angular frequencies ω and $\omega + d\omega$ is concerned is therefore given by :

$$v^2(n) dn = \frac{4kT}{2\pi} \cdot \frac{r}{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \cdot \frac{r^2}{L^2 \omega^2}} \quad (8)$$

Integrating (8) over all frequencies between $\omega = 0$ and $\omega = \infty$ yields

$$\frac{1}{2} C \overline{v^2} = \frac{1}{2} kT$$

which agrees with *Einstein's* expression (3).

2. — The « small shot » effect.

As to the recent literature on the « shot » effect (which was predicted by *SCHOTTKY* : *Ann. der Phys.*, 57, 541, 1918) we mention :

A. W. HULL & N. H. WILLIAMS, *Determination of elementary charge from measurements of « shot » effect.* (PHYS. REV. 25, 147, 1925.)

J. B. JOHNSON, *The Schottky effect in low frequency circuits.* (PHYS. REV. 26, 71, 1925.)

T. C. FRY, *The theory of the Schroteffect.* (JRN. FRANKLIN INST. 199, 203, 1925.)

W. SCHOTTKY, « Small shot » effect and flicker effect. (PHYS. REV. 28, 74, 1926.)

N. H. WILLIAMS & H. B. VINCENT, *Determination of electronic charge from measurements of « shot » effect in aperiodic circuits.* (PHYS. REV. 28, 1250, 1926.)

J. B. JOHNSON, *Thermal agitation of electricity in conductors.* (PHYS. REV. 32, 97, 1928.)

STUART BALLANTINE, « Shot » effect in high frequency circuits. (JRN. FRANKLIN INST. 206, 159, 1928.)

F. B. LLEWELLYN, *Noise in vacuum tubes and attached circuits.* (PROC. I. R. E. 18, 243, 1930.)

STUART BALLANTINE, *Fluctuation noise in radio receivers.* (PROC. I. R. E. 18, 1377, 1930.)

Without going in details it can be said, that the above literature treats of the theory and experiments on the « shot » effect, which consists of a mean square voltage v^2 , obtained over the terminals of a L, C, r -circuit, connected in the anode circuit of a thermionic tube, due to the fact, that the current through the tube is constituted by the movement of discrete electrons, whereby it is assumed, that every electron leaves the cathode statistically independent of the other electrons (see fig. 2).

In its simplest form the theory leads to the following expression :

$$\frac{\bar{i}^2}{\bar{i}^2} = \frac{e}{2\bar{E}} \quad (9)$$

where $\bar{i}^2$ equals the mean square current through the capacity C, $\bar{i}$ is the mean current leaving the anode, e the charge of an electron and $\bar{E}$ equals the mean charge of the condenser, due to the mean potential drop $r\bar{i}$ of the direct current component over the resistance r .

An extension of this formula is given by Dr. Ballantine's paper for the case, where the finite time of transit between cathode and anode of the electrons is taken into account, which, as Dr. Ballantine shows, causes a reduction in the amount of the « shot » effect. In general it can be said, that theory and experiments agree reasonably well, though the change of « shot » effect due to the presence of space charge is worthy of further investigation, as is a further elucidation of the « Funkeffekt », which introduces unexpected amplitudes at lower frequencies.

3. — The general theories of reciprocity.

In recent scientific radio literature we find some different forms given of the theory of reciprocity. In order to obtain a clear view of the different ways of expressing this theory, there follows an account of the different forms, in which this theory is expressed from its first enunciation by HELMHOLTZ in 1866, *Handbuch der physiol. Optik*, 2, 198, Ed. 1909 :

« Ein Lichtstrahl gelange von dem Punkte A nach beliebig vielen Brechungen, Reflexionen, u. s. w. nach dem Punkte B. In A lege man durch seine Richtung zwei beliebige, aufeinander senkrechte Ebenen a_1 und a_2 ,

nach welchen seine Schwingungen zerlegt gedacht werden. Zwei eben solche Ebenen b_1 und b_2 werden durch den Strahl in B gelegt. Alsdann lässt sich folgendes beweisen; Wenn die Quantität I nach der Ebene a_1 polarisierten Lichts von A in der Richtung des besprochenen Strahls ausgeht, und davon die Quantität K nach der Ebene b_1 polarisierten Lichts in B ankommt, so wird rückwärts, wenn die Quantität I nach b_1 polarisierten Lichts von B ausgeht, dieselbe Quantität K nach a_1 polarisierten Lichts in A ankommen. »

Helmholtz adds to this :

« Sowie ich sehe, kann hierbei das Licht auf seinem Wege der einfachen und doppelten Brechung, Reflexion, Absorption, gewöhn-

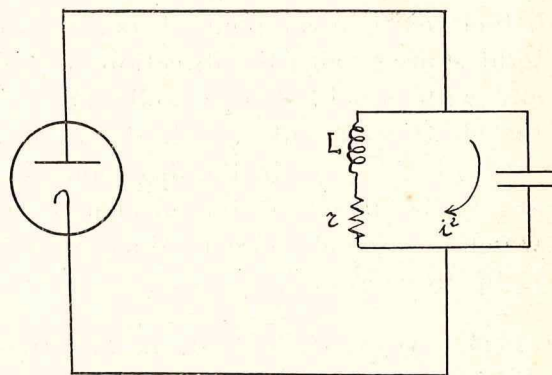


FIG. 2.

lichen Dispersion und Diffraction unterworfen sein, ohne dass das Gesetz seine Anwendbarkeit verliert, nur darf keine Aenderung seiner Brechbarkeit stattfinden, und es darf nicht durch Körper gehen, in denen der Magnetismus nach Faradays Entdeckung auf die Lage der Polarisationsebene einwirkt. »

A theorem about currents and potentials of the frequency zero in a system of conductors is expressed by MAXWELL in 1873 (*Treatise on Electricity and Magnetism*, I, art. 281) :

« If an electromotive force E be introduced, acting in the conductor from A to B, and if this causes the potential at C to exceed that at D by P, then the same electromotive force introduced into the conductor from C to D will cause the potential at A to exceed that at B by the same quantity P. »

Rayleigh extended this in 1877 to periodic electromotive forces (*Theory of Sound*, I, par. 109) :

« Let there be two circuits of insulated wire A and B, and in their neighbourhood any combination of wirecircuits or solid conductors in communication with condensers. A periodic electromotive force in the circuit A will give rise to the same current in B as would be excited in A if the electromotive force operated in B. »

In 1896 (*Verslag Kon. Ak. v. Wet.*, DI. IV, p. 176, 1896), Lorentz proves the following theorem, which, as was the case in Helmholtz's theorem, relates to radiators and not only to quasi-stationary cases (as was the case in Rayleigh's theorem) :

« If there exist in the points P and P' simple light sources with the directions h and h_1 and with equal intensity and phase, than the electric current, which the first light source in P' gives in the direction h' , will always be equal to the electric current, which the second source produces in point P in the direction h'' . »

In 1924, CARSON (*Bell. Syst. Techn. Jrn.*, 3, 393, 1924), expresses the theorem of Rayleigh as follows :

« Let a set of electromotive forces $V_1', \dots V_n'$ all of the same frequency, acting in the n branches of an invariable network, produce a current distribution $I_1', \dots I_n'$ and let a second set of electromotive forces $V_1'', \dots V_n''$ of the same frequency produce a second current distribution $I_1'', \dots I_n''$. Then

$$\sum_{j=1}^n V_j I_j'' = \sum_{j=1}^n V_j'' I_j.$$

Further he derives the following theorem :

« Let a distribution of impressed electric intensity $F' = F'(x, y, z)$ produce a corresponding distribution of current intensity $u' = u'(x, y, z)$ and let a second distribution of equi-periodic impressed electric intensity $F'' = F''(x, y, z)$ produce a second

distribution of current intensity $u'' = u''(x, y, z)$ then

$$\int (F' \cdot u'') dv = \int (F'' \cdot u') dv$$

the volume integration being extended over all conducting and dielectric media. »

In 1926, Sommerfeld gives some theorems, relating to emitters (*ZS. f. hochfreq., Techn.*, 26, 93, 1926); see also a correction on this former paper : « Das Reziprozitätstheorem der drahtlosen Telegraphie », Zenneck Festherft (*ZS. f. hochfreq. Techn.*, 37, 167, 1931). Sommerfeld takes as his starting point the proof of Lorentz, however he does not accept any external (eingeprägte) electromotive forces, so that he obtains the equation

$$\text{div}(\mathbf{H}_1 \times \mathbf{E}_2) = \text{div}(\mathbf{H}_2 \times \mathbf{E}_1)$$

which is valid everywhere, where the divergence of the vector-product can be formed.

Sommerfeld concludes :

« Die von der Antenne A_1 aus dem Felde E_2 empfangene Feldstärke ist nach Amplitude und Phase gleich der von der Antenne A_2 aus dem Felde E_1 empfangenen. »

As limitations of validity Sommerfeld gives a. o. no hysteresis, while an external magnetic field is excluded.

In 1927, Pleyel gives the following theorem for isotropic media (*Handl.* 68, *Ing. Vet. Akad.*) :

« The general reciprocal theorem consists therein that the linear equation system in operational form which combines the vectors I_1 and E_1 is conjugated with the system combining I_2 and E_2 . »

In 1929, Ballantine gives the following theorem (*Proc. I. R. E.*, 17, 929, 1929) :

« If E'_0 and E''_0 are two independant distributions of impressed electric force which act on the total current (convection, conduction, polarization and displacement current in the ether) and c' and c'' represent the total current ($= \sigma + i\omega\epsilon / 4\pi \cdot [E + E_0]$)

resulting respectively from the action of E'_0 and E''_0 ; if all quantities vary as $e^{i\omega t}$, and if the properties of the medium ϵ , μ , σ are scalars and independent of the field vectors, then

$$\iiint (E'_0 \cdot c'' - E''_0 \cdot c') dv = \iint (E' \times H'' - E'' \times H')_n ds$$

were the surface integral extends over the boundary of the region of the volume integration. »

In 1930, Carson gives an extension of his reciprocity theorem (*Bell Syst. Techn. Jrn.*, 9, 325, 1930), for the case $\mu \pm 1$ and further the following theorem of energies :

« If a transducer is terminated in its conjugate image impedances — the condition for maximum output and maximum transfer

of power — the efficiency of transmission is the same in the two directions ⁽¹⁾. »

As stated already by Helmholtz in 1866, the reciprocity theorem is not valid when in the differential equations gyroscopic terms occur as was e. g. also remarked by Prof. Appleton in connection with the propagation of waves through a medium, containing free electrons in the presence of a magnetic field. It would therefore be interesting to consider the question whether in actual propagation measurements cases have occurred, where it could be definitely concluded, that reciprocity in one of the forms given above did not apply.

Dr. B. VAN DER POL,
Chairman of Commission V.
May 1931.

⁽¹⁾ A critical review of the various forms of the reciprocity theorem will shortly be published by Mr. J. W. ALEXANDER, in the *Tijdschrift v/h Ned. Radio Genootschap*.

SÉANCES PUBLIQUES. — PUBLIC MEETINGS

Il fut organisé trois séances publiques au cours desquelles les mémoires suivants furent lus et commentés par leurs auteurs.

Three public meetings were organized, during these the following papers were read and commented by their authors.

SÉANCE DU MARDI 2 JUIN. — MEETING OF TUESDAY, JUNE 2.

— L'exploration radioélectrique de l'atmosphère dans les régions polaires. — M. le Commandant Bureau.

— A method of measuring upper atmosphere ionization. — M. le Prof^r E. V. Appleton.

— L'exploration indirecte de la haute atmosphère par les anomalies de propagation des parasites atmosphériques, et des ondes courtes au passage de l'obscurité à la lumière. — M. le Dr. Ing. Lugeon.

— The absorption of ionising radiation in the upper atmosphere near sunrise. — M. le Prof^r Chapman.

— Cathode ray direction finder in research on atmospherics. — M. le Dr. Watson-Watt.

SÉANCE DU MERCREDI 3 JUIN. — MEETING OF WEDNESDAY, JUNE 3.

— Wireless echoes. (Popular lecture.) — M. le Prof^r E. V. Appleton.

SÉANCE DU JEUDI 4 JUIN. — MEETING OF THURSDAY, JUNE 4.

— The theory of propagation over a flat earth. — M. le Dr. B. van der Pol.

— Frequency stabilisation of radio transmitters. — M. l'Ing. J. Kusunose.

— Sur la définition et sur la mesure des capacités internes dans un tube électronique. — M. le Major Chevalier Algeri Marino.

— The modes of vibrations of quartz crystal plates. — M. le Dr. Dye.

— Propagation of wireless waves. — M. le Prof^r Nagaoka.

— Measurements of power and efficiency of radio-transmitting apparatus. — MM. Gorio et Pession, mémoire lu par M. le Commandant Ing. T. Gorio.

— On the propagation of short waves. — M. le Capitaine M. Hattori.

Assemblée Générale du Samedi 6 Juin.

General Meeting of Saturday, June 6

La séance est ouverte à 16 heures, sous la présidence de M. le Général Ferrié.

Le *Président* ouvre la séance en annonçant que le Secrétaire Général, M. Goldschmidt a dû quitter Copenhague pour des raisons de santé, il exprime les regrets de l'Assemblée. M. Dorsimont attaché au Secrétariat, ayant été rappelé hier à Bruxelles, M. Mesny fera fonction de secrétaire.

Le *Président* se félicite ensuite de ce que M. Wagner ait bien voulu accepter l'invitation de l'Union, et il le remercie de la part importante qu'il a prise aux discussions. — Applaudissements.

On examine ensuite les résolutions proposées par les *Comités exécutif et financier*, ces résolutions sont adoptées à l'unanimité ⁽¹⁾.

Prof Appleton then presents the report of the Polar Year Sub-Commission ⁽²⁾. He asks that the name of Dr. Dellinger should be added to the list of members of this Sub-Commission.

Le rapport est adopté à l'unanimité et le nom de M. Dellinger est ajouté à la liste des membres de la Sous-Commission.

Dr. Rayner proposes to send to the General-Secretary a telegram expressing the wishes of the Assembly for a prompt recovery.

Cette proposition est adoptée aux applaudissements de l'Assemblée.

Les résolutions des Commissions I, II, III et IV sont ensuite adoptées à l'unanimité, avec quelques corrections de détail ⁽³⁾.

Le *Président* fait remarquer que les règles énoncées dans le rapport de la Commission V ⁽¹⁾ pour la préparation du travail des Assemblées Générales s'appliquent à toutes les Commissions, et qu'il y aurait lieu de les introduire dans un règlement intérieur que l'on pourra élaborer après les modifications prochaines des statuts.

Prof Appleton thinks that simultaneity of meetings of the C. C. I. R. and of the U. R. S. I. presents inconveniences as it prevents several members of the Union from being present at every meeting. The assemblies of the two organisations ought to have at least a few days between. He also conveys an invitation from the British National Committee that the U.R.S.I. should hold its next General Assembly in London.

Le *Dr. Lugeon* fait connaître que l'Union de Géodésie et de Géophysique doit se réunir à Lisbonne en automne 1933; il y a lieu d'en tenir compte pour éviter des chevauchements regrettables.

Le *Président* fait remarquer que rien ne peut être décidé maintenant, et qu'on ne peut demander au Portugal d'inviter les trois organismes à la fois. Il propose de laisser au Comité Exécutif le soin de régler la question en tenant compte des avis précédemment exprimés.

Le *Président* annonce la clôture de l'Assemblée Générale, il estime que l'Union peut être fière du travail accompli et du programme si complet et si plein de promesses établi pour la première fois. Ces résultats sont certainement dûs à la proportion importante de savants de grande valeur qui ont été groupés à Copenhague.

Il remercie de leur travail bien organisé le

⁽¹⁾ Annexes I et II, p. 108.

⁽²⁾ Annexe III, p. 108.

⁽³⁾ Annexe III, p. 110.

⁽¹⁾ Commission V. Annexe I, p. 96.

Secrétariat Général de l'Union et le Secrétariat Danois. Il dit au Comité National Danois la profonde reconnaissance de l'Union pour l'accueil si cordial qu'elle a reçu.

Il adresse une particulière expression de gratitude au Prof^r Pedersen et l'assure de son admiration pour ses beaux travaux.

ANNEXES.

- I. — *Résolutions du Comité Exécutif.*
- II. — *Résolutions du Comité Financier.*
- III. — *Report of U. R. S. I. Sub-Commission on Radio-Work during the Polar Year 1932-1933.*

- IV. — *Resolutions of Commission I.*
- V. — *Résolutions de la Commission II.*
- VI. — *Resolutions of Commission III.*
- VII. — *Resolutions of Commission IV.*

ANNEXE I.

RÉSOLUTIONS DU COMITÉ EXÉCUTIF.

L'Assemblée Générale décide :

1° De maintenir dans leurs fonctions les membres actuels du Bureau et les présidents des Commissions;

2° Que l'Union fera tout le nécessaire pour obtenir l'adhésion de l'Allemagne et de l'U. R. S. S. aussitôt après que les nouveaux statuts du Conseil International des Recherches auront été adoptés à Bruxelles;

3° De ne pas demander l'admission de l'Union comme membre du C. C. I. R. afin de conserver sa pleine indépendance;

4° De faire savoir au C. C. I. R. que l'Union se tiendra, comme par le passé, à son entière disposition pour l'étude de tous les problèmes scientifiques qui pourraient lui être posés.

FERRIÉ,
Président.

ANNEXE II.

RÉSOLUTIONS DU COMITÉ FINANCIER.

L'Assemblée Générale approuve la gestion financière du Secrétaire Général pendant l'exercice écoulé, et lui donne mission de régler l'organisation du Secrétariat au mieux des intérêts de l'Union pendant l'exercice qui s'ouvre, tout en prenant toutes dispositions nécessaires pour éviter que les fonds actuellement disponibles ne soient entièrement dissipés avant l'élaboration des prochains statuts.

La publication des comptes rendus de l'Assemblée Générale sera limitée à un volume contenant les délibérations de l'Assemblée et ses discussions scientifiques, à l'exclusion des communications faites aux séances publiques.

R. MESNY,
Président

ANNEXE III.

REPORT OF U. R. S. I. SUB-COMMISSION ON RADIO-WORK DURING THE POLAR YEAR 1932/1933.

1. The Sub-Commission, consisting of the following members : Prof^r la Cour; Prof^r E. V. Appleton (President); Commandant R. Bureau; Dr. R. A. Watson-Watt; Dr. B. van der Pol, was asked to consider the advisability of making

wireless observations during the Polar Year, and, if agreeing that such measurements were desirable, was entrusted with the task of formulating definite proposals concerning the nature of the work.

2. The Sub-Commission reports as follows :

a) It is strongly recommended that scientific radio observations should be made during the Polar Year.

b) The Sub-Commission recommends that measurements of Kennelly - Heaviside layer heights and ionization should be made during the Polar Year at stations as far North as possible, and suggests the following places :

Tromsø;
Scoresby Sound;
Thule;
Angmagssalik;
A station in Northern Canada;
A station in Alaska.

The Sub-Committee notes with satisfaction that the establishment of a station at Tromsø for making such observations has already been contemplated by the British National Committee, and that the Danish National Committee and the Dutch Committee for the Polar Year have similar projects for such work at Thule (Greenland) and Angmagssalik respectively.

c) The Committee recommends that all stations capable of making Kennelly-Heaviside height and ionization measurements, wherever these stations are situated, should carry out such measurements as regularly as possible during the Polar Year and in particular on the International Days of the Polar Year.

d) The Committee recommends that all stations capable of recording the intensity of atmospherics, wherever these stations are situated, should carry out such measurements as regularly as possible during the Polar Year and in particular on the International Days of the Polar Year. It is particularly desirable that the network of such stations should include stations situated as far north as possible.

e) For aural and other measurements of radio signal intensities the Committee recommends that a long wave station and a short wave station in Europe and a similar pair of stations in

America should provide special transmissions. Transmissions would be made at each hour during the International Days of the first order, long wave emissions taking place at the even hour and short wave emissions at odd hours G. M. T. The European stations would transmit from 0n00 to 0n10 and the American stations from 0n05 and 0n15 G. M. T. (*n* being an integer).

It is also recommended that observations should be made on the special Polar Year signals which are to be emitted daily by Pontoise-sur-Oise on 28.5 metres and by Bordeaux on 18,000 metres at 0810 and 2010 G. M. T. immediately after the time signals.

It is further recommended that observations be made on the signals emitted every Tuesday from Washington at from 1900 to 2100 G. M. T.

f) The Committee recommends that once per hour, whenever possible, estimates of atmospheric intensity and counts of the number of atmospherics heard per minute should be made on a wave-length of 6,000 metres or above, all observations at the same stations being made on the same wave-length throughout the Polar Year. In the case of stations equipped only for short wave reception the observations should be made on a wave-length as near to 60 metres as possible, such wave-lengths likewise being maintained throughout the Polar Year.

g) For the purpose of these recommendations the International Day is to be understood as beginning at 1600 G. M. T. Wednesday and ending 1600 M. G. T. Thursday.

3. The Committee asks that in the event of its proposal being confirmed by the U. R. S. I., it may be continued in office in order that it may carry out the detailed organization of the programme and the collection and preliminary reduction of the resulting data.

Dr. E. V. APPLETON,
President.

ANNEXE IV.

RESOLUTIONS OF COMMISSION I.

1. To confirm the importance of continuing the researches, in all countries, on the absolute measurement of frequency, and to recommend the frequent interchange of the results of such measurements.

2. To recommend the utilisation of special transmissions of great constancy in connection with the above researches. For this purpose both unmodulated and modulated waves are considered valuable. The measurement of the resonant frequencies of piezo-electric quartz resonators, transported from country to country is also recommended.

3. To form an unofficial Sub-Committee of

those specially concerned in transmissions and in the absolute measurement of frequency, in order to facilitate the arrangement of programmes and the collection and discussion of results of measurements.

4. It is desirable to make a comparative study of the various apparatus and methods used in the measurement of electric field intensity, in order to determine their merit and limitations. The British delegates offer to assist by the issue of a questionnaire and the preparation of a critical resumé of the information received.

Dr. DYE,
Président.

ANNEXE V.

RÉSOLUTIONS DE LA COMMISSION II.

L'Assemblée Générale décide :

1° Que les Comités Nationaux organiseront des mesures de la hauteur de la couche de Kennelly-Heaviside par la méthode de variation de fréquence ou par celle des échos.

Les résultats seront concentrés par M. Appleton qui dirigera l'ensemble des travaux.

2° Qu'une Commission permanente composée de MM. Appleton et Chapman, qui pourront d'adjoindre d'autres personnalités scientifiques, étudiera les conséquences des résultats fournis par ces mesures, en ce qui concerne les questions d'ordre radioélectrique, géophysique et astronomique que soulèvent les problèmes de la haute atmosphère.

3° Que le Comité National Français concentrera pendant une année tous les renseignements que pourront lui fournir les administrations et compagnies privées françaises sur les résultats du trafic, et qu'il dépouillera ces renseignements pour en tirer toutes conséquences utiles sur la propagation.

4° Qu'une Commission de cinq membres est

constituée pour suivre la préparation des travaux de l'Année Polaire et préparer la collaboration éventuelle à ces travaux des différents Comités de l'Union. Cette Commission comprendra : MM. Appleton, Bureau, la Cour, van der Pol, Watson-Watt.

MM. Appleton et la Cour ont été désignés par la Commission II et les trois autres membres par les autres Commissions.

5° L'Assemblée Générale décide de demander à M. le Prof^r Wagner de faire des démarches pour obtenir l'émission par Nauen :

a) De signaux très brefs sur onde courte, signaux qui seraient enregistrés par le plus grand nombre de stations possible;

b) De signaux spéciaux destinés à l'observation des échos à long retard.

Si de telles émissions sont possibles, l'organisation des expériences sera confiée aux soins de la Sous-Commission constituée par MM. les Prof^{rs} E.-V. Appleton et S. Chapman.

R. MESNY,
Rapporteur.

ANNEXE VI.

RESOLUTIONS OF COMMISSION III.

1. To continue in office the Sub-Commission appointed at Brussels to design and distribute apparatus for atmospherics research, with the following (modified) membership, viz: MM. Austin, Snyder, Watson-Watt.

2. To nominate M. le Commandant Bureau as member of the Polar Year Sub-Commission.

3. To appoint a standing Sub-Commission of Commission III with the following membership, viz: MM. Appleton, Bureau, Lejay, Lugeon, Watson-Watt. To deal with the detailed execution of the projects contained in the following resolutions numbered 4 to 14 inclusive.

4. a) To establish a list of all stations already recording atmospherics, with their methods, and

b) A list of such stations whose installations has definitely been decided on, but not completed.

5. To scrutinise the electrical specification of the methods enumerated in the lists above mentioned, with a view to producing a practically attainable specification to facilitate comparison of data.

6. To further the use of universal frequencies for recording of atmospherics, the frequencies being 12 Kc/s, 50 Kc/s et 90 Kc/s.

7. To make provision for the rapid interchange of graphic data amongst participating stations, on a time scale of 6 cm/day.

8. To refer to the Polar Year Sub-Commission the proposal to make provision for special and exceptional observations, in addition to recording programmes, in particular the choice of « International Radio Days » related to the International Days of the Polar Year.

9. To ask the French National Committee to hand over to the British National Committee a Radiocinematographe indetachable with those to be used at Paris, Algiers, Tunis, and Zi-Ka-Wei.

10. To ask the British National Committee to arrange for the operation of the instrument mentioned in resolution 9 along-side the British apparatus, over a considerable period.

11. To ask the British National Committee to arrange for the completest possible measurement of the characteristics of the instrument mentioned in resolution 9.

12. To arrange, in collaboration with the British National Committee, for the conduct of the simultaneous observations with photographie or visual cathode-ray direction-finders. In this connection it is noted with satisfaction that the Polish, French and American National Committees have undertaken to participate in such observations, and that the Danish Committee hopes to participate, the British observations being already in progress.

13. To consider the desirability and possibility of the radiation of synchronising signals for timing the observations mentioned in resolution 12, the French and American National Committees undertaking to give special consideration to this problem.

14. To arrange for the notification, with the least possible delay, of the occurrence of lightning flashes in various countries entering into special communication with the authorities of the « Pic du Midi » observatory and the Swiss authorities on this problem.

15. The Commission asks the General Assembly to give special confirmation to the resolutions :

a) That simultaneous measurements on the net changes of the earth's electric field, on the characteristics and interferent effects of atmospherics, and on the phenomena of visible lightning, should be effected in close interrelation in as many countries as possible.

b) That the Sub-Commission mentioned in resolution 3 be asked to draft detailed proposals to give effect to resolution 15a and

c) That the proposals resulting from resolutions 15a and 15b should be communicated officially by the U. R. S. I. to the International Meteorological Committee and to the International Union for Geodesy and Geophysics, with earnest request for their collaboration.

R. A. WATSON-WATT,
Rapporteur.

ANNEXE VII.

RESOLUTIONS OF COMMISSION IV.

1. Thanks to Prof^r Kennelly for his report.
2. Request Prof^r Kennelly to transmit thanks to « Science Service ».
3. Approve the French Code for Ursigrams.
4. Approve supply of information concerning atmospherics by Great-Britain.
5. Approve supply of information concerning Kennelly-Heaviside layer by Great-Britain.
6. Request National Committees to facilitate cooperation of amateurs : for the study of short wave reception, for example.
7. Request National Committees to afford assistance on occasions of artificial explosions.
8. Nomination of M. Watson-Watt as member of the Committee of the Polar Year.
9. Request the President and Secretary to take any action considered desirable in connection with the Geodetic measurements of October 1932.

Dr. RAYNER.