

“KINKING” DES MINCES “CURRENT SHEETS” DANS 3D ET 2D SIMULATIONS CINÉTIQUES: POSSIBLES APPLICATIONS AU DÉBUT DE “SUBSTORMS”

G. Lapenta⁽¹⁾, J.U. Brackbill⁽²⁾, P. Ricci⁽³⁾

⁽¹⁾ *INFM, Sezione del Politecnico di Torino, Dipartimento di Fisica, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino and Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, 87545 NM USA; E-mail: lapenta@lanl.gov*

⁽²⁾ *Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, 87545 NM USA; E-mail: jub@lanl.gov*

⁽³⁾ *INFM, Sezione del Politecnico di Torino, Dipartimento di Fisica, and Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino, C.so Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino ITALY; E-mail: ricci@lanl.gov*

RESUMÉ

Nous étudions le développement des modes “kink” dans un “current sheet” de Harris, et leur possible interaction non linéaire avec l’instabilité “lower hybrid drift” (LHD). Nous constatons que les modes “tearing”, “kink”, LHD et obliques se développent concurremment. La topologie du flux rebranché est différente de la théorie typique 2D

Dans la queue magnétique de la terre, trois classes des instabilités doivent être considérées:

- (1) dans la direction alignée au champ, l’instabilité “tearing”;
- (2) dans la direction alignée au courant, l’instabilité “lower hybrid drift” (LHD) aux longueurs d’onde courtes et des modes d’impairité tels que le Kelvin-Helmholtz (KH) et l’instabilité “drift-kink” (DK) à de longues longueurs d’onde;
- (3) aux angles obliques, les modes obliques peuvent causer la reconnexion avec des propriétés différentes du mode “tearing” [1].

Dans ce travail, nous étudions le développement des modes “kink” dans un “current sheet” de Harris, et leur possible interaction non linéaire avec l’instabilité LHD. Conformément aux premiers travaux, nous observons le développement rapide d’une instabilité LHD avec longueur d’onde courte, suivi par le développement lent du “sheet kinking” avec longue longueur d’onde.

La croissance des modes “kink” est en accord avec la théorie linéaire pour l’instabilité DK seulement pour des rapport de la masse très petits ($m_i / m_e = 16$). Pour de rapports plus réalistes, la cadence de croissance excède cela prévue par théorie linéaire.

Nous croyons que l’explication réside dans la modification non linéaire du profil initial induit par l’instabilité LHD. La vitesse du dérive diamagnétique des ions diminue suffisamment sur les flancs du “current sheet” pour supporter une instabilité KH, particulièrement avec électrons froids. Les propriétés de l’instabilité KH sont conformes aux modes “kink” observé dans les simulations. Les modes LHD et les modes “kink” affectent la reconnexion en “Harris current sheets” et dans des configurations réalistes de la queue magnétique de la terre.

Dans des équilibres 3D de Harris, nous constatons que toutes instabilités se développent concurremment: modes “tearing”, modes “kink”, LHD et modes obliques. La cadence de reconnexion et la topologie du flux rebranché est différente de la théorie typique 2D. Les lignes du champ rebranchées saisissent une structure hélicoïdale au dehors du plan. L’image typique de la reconnexion 2D qui forme l’îlot des champs magnétiques n’est plus valide dans la reconnexion 3D. Une structure 3D plus complexe est créée où les lignes de champ se déplacent à travers les plans formant une corde de flux avec la structure hélicoïdale.

Dans des configurations réelles de la queue magnétique de la terre, le début de reconnexion ne peut pas être expliqué en termes d’instabilité “tearing”. Études théoriques et simulations ont montré que pour plasma paramètre typique de la queue magnétique, le mode “tearing” est stable. Quand réaliste composant perpendiculaire du champ magnétique et réaliste taux de masse (au-dessus 64) sont utilisés, l’instabilité “tearing” non accroître. Au lieu de cela, nos simulations 3D montrent que, en présence des modes “kink” et oblique, la reconnexion devient possible.

La différence principale des travaux 2D précédents est la présence des modes “kink” et des modes obliques propageant dans les directions obliques. Les modes obliques sont les modes qui peuvent causer la reconnexion aussi en absence des modes “tearing”. Une conséquence de ces résultats basés sur des simulations est que les modes obliques et “kink” tiennent la promesse d’expliquer le début de “substorm”.

[1] G. Lapenta, J.U. Brackbill, “3D reconnection due to oblique modes: A simulation of Harris current sheet,” *Nonlinear Processes Geophys.*, 7, pp.151-158, September-December 2000.

[2] G. Lapenta, J.U. Brackbill, “Nonlinear evolution of the lower hybrid instability: Current sheet thinning and kinking,” *Phys. Plasmas*, in press.