

## **Etude cinétique autoconsistante de la phase de croissance des sous-orages magnétosphériques**

**Résumé :** Plusieurs fois par jour, le côté nuit de la magnétosphère terrestre subit une reconfiguration brutale qui entraîne d'intenses précipitations d'électrons et d'ions au niveau des régions aurorales : on assiste alors à un sous-orage magnétosphérique. Cette reconfiguration est précédée par étirement des lignes de champ magnétique (30 min) dans le sens opposé au Soleil : c'est la phase de croissance. Les satellites géostationnaires indiquent qu'une fine couche de courant se forme au voisinage de l'équateur magnétique pendant cette phase. A haute énergie (100 KeV), électrons et ions sont alors, à l'équateur, principalement alignés avec le champ magnétique tandis qu'à basse énergie (10 KeV) ils sont isotropes. Nous modélisons la formation de la couche de courant à l'aide d'une approche cinétique autoconsistante (la pression du plasma à l'équateur est de l'ordre de la pression magnétique). La fréquence des perturbations électromagnétiques associées à la phase de croissance est basse par rapport à la fréquence de rebonds des particules, la MHD ne s'applique donc pas. La réponse cinétique du plasma à ces perturbations se traduit alors par l'apparition d'un courant d'anisotropie lié aux ions de haute énergie et d'un courant de magnétisation lié aux ions de basse énergie. La résolution de la condition de quasi-neutralité montre, d'une part l'existence d'un champ électrique perpendiculaire au champ magnétique dont le sens change en fonction de la latitude et qui contribue à la convection du plasma, d'autre part l'existence d'un champ électrique parallèle. Celui-ci est en mesure d'accélérer vers l'équateur, des électrons froids de l'ionosphère qui peuvent contribuer à déstabiliser la couche de courant.

**Mots clés :** sous-orage, phase de croissance, Vlasov, quasi-neutralité, couche de courant, champ électrique parallèle.

## **Self-consistent kinetic study of the growth phase of magnetospheric substorms**

**Abstract :** A few times per day, the Earth's magnetosphere undergoes a sudden reconfiguration associated with intense ion and electron precipitations in the high latitude regions: that characterize a magnetospheric substorm. A progressive stretching of the magnetic field lines (30 mn) in the anti-solar direction is observed before this violent reconfiguration: the growth phase. During this phase, the observations from geosynchronous satellites indicate that a thin current sheet is developing close to the magnetic equator. Then, at high energy (100 KeV), electrons and ions are found to be field-aligned at the equator whereas low energy particles (10 KeV) are still isotropic. We study the formation of the current sheet with a self-consistent kinetic approach; such an approach is needed because the plasma pressure is of the order of the magnetic pressure. Moreover, the frequency of the electromagnetic perturbations associated with the growth phase is lower than the particle bounce frequency, so the MHD is not valid. We show that the kinetic response of the plasma to low frequency perturbations produces a current of anisotropy carried by energetic ions and a diamagnetic current carried by low energy ions. We also solve rigorously the quasineutrality condition. First, we obtain an electric field perpendicular to the magnetic field. This electric field ensures the convection of the plasma and his direction changes depending on the latitude. Second, we obtain a parallel electric field which is able to accelerate the ionospheric electrons toward the magnetic equator. This field-aligned electrons may destabilize the current sheet.

**Key words :** substorm, growth phase, Vlasov, quasi-neutrality, current sheet, parallel electric field.