

Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars 2012)

Proposition de stage pour l'année 2011-2012 (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition : 16/11/2011

Responsable du stage / internship supervisor:			
Nom / name:	PITOUT	Prénom/ first name :	Frédéric
Tél : 0561556681		Fax : 0561558692	
Courriel / mail:	frederic.pitout@irap.omp.eu		
Nom du Laboratoire / laboratory name: IRAP			
Code d'identification :	UMR 5277	Organisme :	CNRS/UPS
Site Internet / web site:	http://www.irap.omp.eu		
Adresse / address:	9, avenue du Colonel Roche - BP 44346 - 31028 Toulouse Cedex 4		
Lieu du stage / internship place:	Toulouse		

Titre du stage / internship title: Observations et simulations de résonance de lignes de champ géomagnétique - implications dans les couplages vent solaire – magnétosphère – ionosphère

Contexte scientifique

Depuis de nombreuses années, les ondes à ultra-basses fréquences (ULF) ont été observées dans l'environnement ionisé terrestre à l'aide de magnétomètres et de radars au sol et ont généralement été utilisées comme traceurs de certains processus de la magnétosphère interne (région de lignes de champ fermées), par exemple pour déterminer la densité du plasma de la plasmasphère. Durant cette dernière décennie, il a été découvert que les ondes ULF sont aussi observées dans les régions polaires, pourtant dominées par un champ magnétique ouvert sur le champ magnétique interplanétaire. Les ondes ULF sont observées localement et globalement. Côté jour, ces pulsations semblent jouer un rôle important dans le couplage entre le vent solaire et la magnétosphère, en contribuant au transfert d'énergie du premier vers la seconde, mais également entre les deux hémisphères terrestres. De nombreuses incertitudes concernant l'origine des ondes ULF et leurs processus de couplage existent encore (Rae et al., 2005 ; Baddeley et al., 2007).

Ces ondes ont la particularité de perturber l'ionosphère lorsqu'elles traversent le milieu. Ainsi, les températures ionosphériques sont particulièrement sensibles aux fluctuations périodiques du champ électrique transverse ainsi qu'au courant aligné, qui sont des signatures caractéristiques de ces ondes. Les fluctuations observées des températures ioniques et électroniques sont donc susceptibles de nous renseigner sur les ondes d'Alfvén se propageant dans l'ionosphère, et avec l'aide d'un modèle numérique nous pouvons de manière pertinente remonter l'information depuis la région de perturbation jusqu'à la source.

Une première approche, menée avec les radars EISCAT pour la partie expérimentale et TRANSCAR pour la modélisation (Pitout et al., 2003), a permis de mettre en évidence l'antiphase entre concentration et température électronique en utilisant un modèle rudimentaire d'onde d'Alfvén.

Cependant, cette approche est limitée par l'absence de cohérence dans la modélisation électrodynamique de l'onde. Même si les résultats initiaux sont prometteurs, nous devons mieux prendre en compte la propagation de ses ondes. Notre équipe a élaboré un modèle de propagation d'onde d'Alfvén dans l'ionosphère terrestre, qui prend en compte les différents modes de propagation des ondes d'Alfvén ainsi que leur réflexion à la base de l'ionosphère ; il est ainsi possible de connaître en tout point de l'espace, les perturbations électrique et magnétique dues à ces ondes. Il apparaît très pertinent de coupler le modèle de propagation d'onde d'Alfvén au code ionosphérique TRANSCAR. Avec un tel modèle, nous serons en mesure de caractériser plus finement les signatures des FLR (Field Line Resonance) sur les données EISCAT.

Par ailleurs, nous projetons ainsi d'utiliser l'installation SPEAR (Space Plasma Exploration by Active Radar) pour chauffer périodiquement l'ionosphère au-dessus d'ESR et ainsi créer artificiellement des ondes ULF. Nous pourrions ensuite suivre leur propagation et leur effets dans l'ionosphère et dans la magnétosphère avec le radar EISCAT et les satellites en opération. Le modèle couplé nous permettra de relier entre elles les observations, en fournissant une information sur l'environnement global.

Déroulement du stage :

Afin d'appréhender le sujet de manière complète, nous proposons, d'un point de vue pratique, un stage en 3 étapes :

1. une phase expérimentale au Spitzberg avec le radar ESR (EISCAT Svalbard Radar) qui observera les modifications ionosphériques provoquées par SPEAR. Cette campagne s'effectuera fin février - début mars. Des ondes ULF seront générées artificiellement par SPEAR et observées par des instruments au sol (magnétomètres, radar) et embarqués (satellites). En effet, nous bénéficierons de conjonctions favorables avec des satellites autour du 1^{er} mars 2012.
2. une phase d'analyse des données radar et satellites récoltées. Cette analyse permettra de mieux cerner le type d'ondes observées et de comprendre la réponse ionosphérique aux ondes. Nous nous attacherons en particulier à quantifier les modifications thermodynamiques de l'ionosphère polaire.
3. nous démarrerons la modélisation de la réponse ionosphérique aux ondes ULF et aux résonances de lignes de champ. Cela passera par un travail de codage pour inclure le modèle de propagation d'ondes d'Alfvén au modèle ionosphérique TRANSCAR.

Références :

Baddeley, L. J., Yeoman, T. K., McWilliams, K. A., Wright, D. M., Global Pc5 wave activity observed using SuperDARN radars and ground magnetometers during an extended period of northward IMF, Planet. Space Sci. 55, p. 792, 2007.

Pitout F., P. Eglitis, P.-L. Blelly, High-latitude dayside ionosphere response to Pc5 field line resonance, Annales Geophys., 21, 1509-1520, 2003.

Rae I.J., Donovan E.F., Mann I.R., Fenrich F.R., Watt C.E.J., Milling D.K., Lester M., Lavraud B., Wild J.A., Singer H.J., Reme H., Balogh A., Evolution and characteristics of global Pc5 ULF waves during a high solar wind speed interval, J. Geophys. Res. 110, A12211 2005.

Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies

Le stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Non			
Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD:			
Lasers et matière		Lumière, Matière : Mesures Extrêmes	
Optique de la science à la technologie		Plasmas : de l'espace au laboratoire	✓