CEA/CADARACHE
DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE (DSM)
INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNETIQUE (IRFM)
CEA/Cadarache - 13108 St Paul-lez-Durance Cedex
Visitez notre site Web : http://www-fusion-magnetique.cea.fr

PROPOSITION DE STAGE 2009-2010

Nom du Responsable du Stage : Laurent COLAS	**e-mail :** laurent.colas@cea.fr
	téléphone : 04 42 25 65 32
	secrétariat : 04 42 25 62 22
Équipe de Recherche : SCCP/Groupe Chauffage Haute Fréquence	

Niveau du stage : MASTER INGENIEUR
Durée du stage : 4-6mois

sujet du stage :

Titre : Propagation d'ondes radiofréquence au bord d'un plasma magnétisé en présence de gaines.

Contexte et objectifs :

Afin de chauffer le combustible et de produire du courant non-inductif dans les plasmas de fusion magnétique, on a recours à des ondes radiofréquence (RF) de forte puissance. Excitées en périphérie du plasma, elles se propagent jusqu'à son centre pour y être absorbées par interaction résonante, communiquant au plasma énergie (chauffage) et impulsion (génération de courant). Parmi les ondes utilisables, celles dont la fréquence est de l'ordre de la Fréquence Cyclotron Ionique (FCI, 30-80MHz) constituent une méthode de chauffage essentielle aux tokamaks Tore Supra (TS), JET et plus tard ITER.

Avant d'atteindre le plasma bien confiné les ondes FCI doivent traverser une zone périphérique formée de lignes de champs ouvertes à leurs deux extrémités sur des parois métalliques. A l'interface plasma-paroi se développent de fines couches de charges d'espace, les gaines, destinées à maintenir l'électro-neutralité au cœur du plasma. A la fréquence RF, ces gaines se comportent électriquement comme une mince barrière diélectrique capacitive. La couche est toutefois si fine qu'on la modélise par une condition aux limites spéciale, appliquée à la paroi en lieu et place de l'habituelle condition aux limites métallique pour les champs électriques. La présence de gaines modifie la propagation d'ondes dans le plasma périphérique. Pour modéliser le phénomène nous avons développé un code pleine onde propageant une polarisation RF en deux dimensions (parallèle et transverse au champ magnétique de confinement). Côté plasma le champ électrique RF subit actuellement une réflexion métallique.

La présence d'ondes radiofréquence tend elle-même à auto-polariser le plasma de bord. Le code d'ondes est donc destiné à être couplé non-linéairement à un module de polarisation continue du plasma de bord, afin de calculer de manière auto-cohérente la l'épaisseur de la gaine, donc sa capacitance.

Nature du travail à réaliser par l'étudiant :

Après une étude bibliographique sur les ondes dans les plasmas, la résolution numérique des équations d'ondes, les gaines et leur analogue électrique, l'étudiant participera au nécessaire développement du code numérique en y incorporant côté plasma une couche parfaitement adaptée, destinée à reproduire une condition de rayonnement à l'infini. Les résultats numériques seront validés par comparaison à des solutions analytiques, qui seront obtenues dans des cas simplifiés. Enfin seront abordées les conséquences physiques de la présence des gaines sur les ondes, en particulier la pénétration radiale des champs électriques RF et continu, dont les modèles actuels rendent mal compte.

Domaine de spécialité, compétences : Physicien pluri-disciplinaire en plasma et ondes, le candidat a un goût affirmé pour le calcul analytique et numérique. Il dialogue avec expérimentateurs et ingénieurs.
Prolongement possible thèse : OUI souhaité