

**CEA/CADARACHE**

**DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE (DSM)**

**INSTITUT de RECHERCHES sur la FUSION par confinement MAGNETIQUE  
(IRFM)**

CEA/Cadarache - 13108 St Paul-lez-Durance Cedex

Tel. Secrétariat 04 42 25 48 50

---

**SUJET DE THÈSE 2013**

---

<b>Nom des Responsables de thèse :</b> Christian Grisolia (IRFM)	<b>e-mail :</b> christian.grisolia@cea.fr
	<b>téléphone :</b> 04 42 25 43 78
	<b>secrétariat :</b> 04 42 25 63 40
<b>Équipes de Recherche :</b> IRFM	

**Titre du sujet de thèse :** Mécanismes de pulvérisation en microparticules des parois de tokamak, impact sur les expériences de fusion

**Résumé du sujet :**

En condition de fonctionnement normal du réacteur ITER, diverses études montrent que des poussières contenant du béryllium (Be), du graphite (C) et du tungstène (W) pourraient être produites suite à l'érosion des parois de la chambre à vide par le plasma. L'estimation de la quantité de matière érodée mobilisable pour créer ces microparticules est un élément important pour les études de sûreté des réacteurs de fusion. Les décharges longues telles que celles obtenue dans le tokamak Tore Supra, ont également mis en lumière l'importance des poussières lors de l'opération des machines existantes. En dehors d'une description très qualitative de ces différents aspects, il n'existe pas d'approche systématique pour déterminer le rôle des poussières dans les propriétés des plasmas ni la quantité de microparticules présente. Les éléments importants dans la caractérisation de ces poussières sont leur réactivité chimique, leur rétention en Deutérium Tritium (isotopes de l'hydrogène), ainsi que l'impact sur les mesures ou la recirculation de matière.

Plusieurs procédés de formation sont attendus dans un réacteur de fusion où sont réalisés des expériences de durée importante (~400s). Des particules de taille nanométrique peuvent être créées dans le plasma de bord du tokamak. Ces particules sont produites par nucléation et croissance dans ce plasma froid et à forte densité. Lors de leur formation, elles sont fortement chargées et en suspension au bord du plasma et peuvent en modifier ses propriétés physiques. D'autres, de taille plus grande, sont créées lors de l'interaction d'ions ou d'électrons d'énergies plus élevées avec les composés face au plasma de la machine. C'est le cas, par exemple, de l'interaction d'électron relativistes avec les parois de Tore Supra.

Ce projet de thèse est centré sur l'étude des différents procédés de création de microparticules en fonction de la composition du matériau de première paroi. Chaque procédé sera étudié et modélisé afin de s'attacher à prédire les conséquences sur l'opération de la machine : quantité produite, taille des particules, charge des particules en deutérium et en tritium, conséquences potentielles sur la physique du plasma de bord. Les résultats obtenus seront comparés aux résultats observés sur les tokamaks en fonctionnement comme Tore Supra, machine en carbone et AUG, tokamak dont la première paroi est en tungstène, voire JET avec un environnement Béryllium-Tungstène comparable à celui prévu dans ITER. Des moyens de simulation en laboratoire comme l'interaction laser matière pourront être utilisés pour simuler cette interaction. Nous nous attacherons aussi à préciser les moyens de contrôle qui pourraient être mis en œuvre.

**Compétences et masters souhaitées :** niveau Master de recherche, des compétences en matériaux, physique du solide, surface science seront fortement appréciées.