

**SUJET DE THÈSE 2017**

<b>Nom du Responsable de thèse :</b>  <u>Patrick Tamain</u>	<b>e-mail :</b> <a href="mailto:patrick.tamain@cea.fr">patrick.tamain@cea.fr</a>
	<b>téléphone :</b> 04 42 25 26 16
	<b>secrétariat :</b> 04 42 25 63 40
<b>Équipe de Recherche :</b> SPPF/GDIPP	

**Titre du sujet de thèse :** Impact d'un champ magnétique 3D non axisymétrique sur le transport et la turbulence dans le plasma de bord des tokamaks

**Résumé du sujet :**

Le transport dans le plasma de bord des tokamaks demeure l'une des principales inconnues pour les machines futures et en particulier ITER. La compréhension des mécanismes physiques expliquant les flux de particules et d'énergie dans la partie extérieure du plasma est fondamentale pour la détermination et l'optimisation des performances fusion ainsi que de l'espérance de vie des composants face au plasma. La variété des phénomènes de physique impliqués, allant de la turbulence plasma à la physique atomique, ainsi que la complexité de la géométrie du plasma lui-même et de la paroi du réacteur rendent nécessaire l'utilisation de codes numériques avancés.

Les aspects géométriques sont au centre du projet proposé ici. La vaste majorité des codes numériques développés dans le monde pour modéliser le plasma de bord s'appuie sur l'hypothèse d'une géométrie axisymétrique du champ magnétique confinant autour de l'axe central du tore. Si cette hypothèse est vraie au premier ordre, elle peut être limitative pour deux raisons : 1- dans le cas général, c'est une idéalisation car le champ magnétique généré par les bobines du tokamak n'est jamais parfaitement toroïdal (phénomène de ripple) ; 2- dans le cadre du contrôle d'instabilités MHD, il est envisagé sur ITER de perturber localement le champ magnétique d'équilibre par un champ magnétique non axisymétrique. Dans les deux cas, l'impact de ces perturbations sur l'équilibre et la dynamique du plasma de bord sont méconnus et pourraient influencer le régime opérationnel de la machine.

Ce projet de thèse vise à étudier l'impact de ces champs magnétiques non axisymétriques sur le plasma de bord. Il s'appuiera sur la gamme d'outils numériques développés à l'IRFM en collaboration avec l'université d'Aix-Marseille, plus spécifiquement les codes SOLEDGE2D (description du plasma par des champs moyens en lissant les fluctuations) et TOKAM3X (description complète des champs moyens et des fluctuations turbulentes). Le travail comprendra 3 volets :

- un volet numérique qui consistera en un court travail de développement nécessaire pour adapter les codes à un champ magnétique non axisymétrique.
- un volet modélisation qui portera sur l'exploitation des outils numériques pour analyser l'effet des perturbations non axisymétriques sur le plasma de bord. 3 aspects seront analysés avec attention : 1) la distribution des flux de chaleur sur les composants face au plasma ; 2) l'impact sur le transport laminaire et turbulent ; 3) le régime opérationnel du plasma de bord, en particulier l'interaction entre le plasma, sensible aux perturbations 3D du champ magnétique, et les particules neutres, insensibles à ces modulations.
- un volet expérimental qui s'appuiera sur les expériences menées sur le tokamak WEST à l'IRFM ainsi que potentiellement sur d'autres machines partenaires européennes. Le ripple est une problématique particulièrement importante dans le cas de WEST.

**Compétences souhaitées :** titulaire d'un master en physique et/ou d'un diplôme d'ingénieur. La connaissance de la physique des plasmas et des compétences en programmation / méthodes numériques pour la physique seront un avantage.

**Intitulé du master préconisé :** master fusion, master de physique ou méthodes numériques