

**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>

## SUJET DE THÈSE 2014

<b>Nom du Responsable de thèse :</b>  Eric NARDON	<b>e-mail :</b> eric.nardon@cea.fr
	<b>téléphone :</b> 04 42 25 46 97
	<b>secrétariat :</b> 04 42 25 42 95
<b>Équipe de Recherche :</b> STEP/GPAS	

**Titre du sujet de thèse :** Modélisation magnétohydrodynamique et cinétique des disruptions dans les tokamaks et de l'amoindrissement de leurs effets par injection massive de gaz

**Résumé du sujet :** Le déroulement des décharges plasma dans les dispositifs de recherche en fusion thermonucléaire, en particulier les tokamaks, peut être interrompu par le développement d'instabilités macroscopiques conduisant à une perte brutale du plasma appelée « disruption ». Ces événements engendrent des pics de flux de chaleur sur la paroi du tokamak ainsi que d'importants efforts électromagnétiques sur la structure, et peuvent en outre générer des faisceaux d'électrons de grande énergie, dits « découplés », susceptibles d'endommager gravement la paroi. Dans ITER, les disruptions pourraient nuire fortement à l'opérabilité de la machine, aussi sera-t-il nécessaire de mettre en œuvre des moyens dits de « mitigation » pour amoindrir leurs effets. La mise au point de ces moyens est un sujet de recherche très actif, tant du point de vue expérimental que théorique. La principale méthode envisagée consiste à injecter massivement du gaz dans le plasma au moment où une disruption est pressentie, de manière à déclencher une disruption moins sévère.

La présente thèse vise à comprendre les mécanismes physiques intervenant dans les disruptions et leur mitigation par injection massive de gaz (IMG), en particulier :

- la dynamique des instabilités magnétohydrodynamiques (MHD) qui sont au cœur de la disruption ;
- l'interaction entre le gaz injecté pour la mitigation et le plasma chaud, notamment les processus de physique atomique et de transport du gaz dans le plasma ;
- la physique des électrons découplés, qui nécessite un traitement cinétique relativiste.

Un travail est en cours à l'IRFM pour tenter de reproduire une disruption mitigée par IMG à l'aide du code de MHD 3D non linéaire JOREK. Les simulations effectuées à ce jour montrent une déstabilisation d'activité MHD par l'IMG, mais celle-ci est beaucoup moins virulente qu'observé expérimentalement. Le modèle d'IMG simplifié utilisé dans ces simulations pourrait être en cause, aussi une étude à l'aide d'un code fluide 1D est-elle en cours pour tester sa pertinence. Le cas échéant, il sera nécessaire d'implémenter dans JOREK un modèle d'IMG plus complexe. La physique des électrons découplés est également en cours d'étude au moyen d'un modèle cinétique relativiste, mais la question importante de l'interaction MHD-électrons découplés n'a pas encore été abordée et constitue un champ d'étude à défricher. Un travail théorique et numérique sera nécessaire pour développer des outils hybrides MHD-cinétiques permettant d'étudier cette physique.

Le travail sera donc centré autour d'une activité de modélisation mais l'on cherchera à valider les modèles sur des données expérimentales dans des machines actuelles (Tore Supra, JET, ASDEX-U, etc.), ce qui pourra impliquer une participation aux campagnes expérimentales.

**Compétences souhaitées :** Physique des plasmas, programmation scientifique (Fortran, calcul parallèle)

**Intitulé du master préconisé :** Physique (si possible physique des plasmas)