

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 2012

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

Titre du sujet de thèse : Simulation numérique des disruptions et de leur mitigation

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 (en quelques ms) du plasma appelée « disruption ». Ces événements engendrent des pics de flux de chaleur sur la paroi matérielle du tokamak ainsi que d'importants efforts électromagnétiques sur la structure de la machine. De plus, les disruptions peuvent générer des faisceaux d'électrons dits « découplés », qui atteignent des énergies de l'ordre du MeV et peuvent endommager la paroi. L'importance de ces effets est fonction croissante de la machine est grande. Ceci provient du fait que l'énergie dissipée au cours d'une disruption est proportionnelle au volume du plasma, tandis que la zone sur laquelle est dissipée est proportionnelle à la surface de la paroi. Dans les tokamaks actuels, tels Tore Supra au CEA Cadarache, les effets des disruptions restent tolérables. En revanche, dans le futur ITER, les pics de flux de chaleur sont prédits comme largement assez grands pour faire fondre les matériaux de paroi, et les efforts électromagnétiques (de l'ordre de 5000 tonnes) doivent être pris en compte dans le design de la structure. Pour le premier réacteur électrogène de démonstration (DEMO), les contraintes seront encore plus grandes. La compréhension des disruptions et la mise au point de techniques pour les mitiger sont donc des enjeux clés pour le développement de la filière tokamak vers la production d'énergie. Ceci passe à la fois par des expériences et par de la modélisation.

La présente proposition de thèse est centrée sur la modélisation des disruptions et de leur mitigation à l'aide du code de magnétohydrodynamique 3D non-linéaire JOEUK, internationalement reconnu comme un code de référence dans son domaine. Les objectifs sont d'effectuer des simulations pionnières reproduisant l'intégralité d'une disruption « naturelle », puis de simuler des disruptions mitigées par injection massive de gaz (cette méthode de mitigation, actuellement à l'étude dans plusieurs tokamaks, vise à dissiper une grande partie de l'énergie du plasma par des processus de rayonnement, qui ont l'avantage de répartir le flux de chaleur de façon assez homogène sur la paroi). Par là, on visera à donner à ITER des informations capitales pour le design de son système de mitigation des disruptions. Le travail de thèse comportera une partie expérimentale puisqu'on cherchera à modéliser, outre le futur ITER, des expériences réelles effectuées notamment sur Tore Supra et JET (tokamak européen situé à Oxford), auxquelles l'étudiant prendra part.

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

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