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 : Christel FENZI	**e-mail :**	christel.fenzi@cea.fr
	téléphone :	04 42 25 61 16
	secrétariat :	04 42 25 45 55
Équipe de Recherche : Service Chauffage et Confinement du Plasma		

Titre du sujet de thèse : Effet des particules rapides sur la rotation des plasmas de tokamak

Résumé du sujet :

Dans une machine à fusion par confinement magnétique, la rotation du plasma a un effet bénéfique sur sa stabilité et ses performances. Par exemple, l'existence d'un fort cisaillement de vitesse de rotation est un facteur clé pour la stabilisation de la turbulence et la formation des barrières de transport, régimes de confinement amélioré envisagés comme mode opératoire sur ITER ou un futur réacteur. Dans la plupart des machines actuelles, la forte rotation observée résulte principalement de la génération de moment angulaire dû à l'injection de faisceaux de particules neutres énergétiques utilisés pour le chauffage du plasma. Cependant, dans les machines à venir (de type ITER ou réacteur) le moment angulaire généré par ce type de chauffage sera marginal du fait de la grande inertie du plasma. Le chauffage du plasma sera en fait principalement assuré par les particules alpha issues des réactions de fusion, sans transfert notable de quantité de mouvement au plasma. Par conséquent, l'étude des mécanismes pouvant générer de la rotation sans injection de moment angulaire est devenue un enjeu majeur, identifié au niveau de l'organisation *International Tokamaks Physics Activities*, ou encore du *Topical Group on Transport* au sein de l'*European Fusion Development Agreement*. Jusqu'ici, de nombreuses machines ont rapporté l'observation d'une rotation dite « intrinsèque » (i.e. sans injection de moment angulaire externe) en présence de chauffage à la fréquence cyclotronique ionique (chauffage aux ions et aux électrons) ou hybride basse (chauffage aux électrons), comme par exemple dans JET, C-Mod, ou encore Tore Supra. Néanmoins, la plupart des théories proposées ne rendent pas compte de la globalité des observations expérimentales sur l'ensemble des machines existantes. L'objectif de cette thèse est de contribuer à améliorer la compréhension des mécanismes de physique sous jacents à la rotation intrinsèque observée dans les plasmas de tokamaks, en combinant travail d'analyse expérimental (dans Tore Supra et JET essentiellement), modélisation et interprétation théorique.

La rotation du plasma peut être vue comme résultant de la contribution de nombreux effets en compétition dont certains mécanismes associés au transport turbulent, l'effet des particules rapides, l'effet de la MHD, l'effet de la friction toroïdale due à la modulation du champ magnétique (*ripple*), …Dans ce travail, on s'intéressera plus particulièrement à l'effet des particules rapides sur la rotation en présence de friction toroïdale due au ripple (dont l'amplitude est relativement importante dans Tore Supra). Pour commencer, on étudiera le régime de plasma chauffé à la fréquence hybride basse (générant des électrons rapides). On établira une base de données Tore Supra à partir de données existantes, qui pourra être complétées par des expériences dédiées en 2012-2013. La contribution des d'électrons rapides à la rotation observée sera modélisée à partir d'un code existant (LUKE) auquel il faudra coupler un module de rotation (torque généré par les électrons rapides) . On s'intéressera ensuite au régime de plasma chauffé par les ondes à la fréquence cyclotronique ionique (produisant des ions rapides), qui est tout particulièrement intéressant à étudier de part sa similarité avec ITER (particules alpha *versus* ions rapides). A partir de l'analyse d'expériences dédiées visant à faire varier la fraction de particules rapides, on s'attachera à discriminer entre effets des ions thermiques et rapides. Les résultats expérimentaux seront confrontés aux résultats des simulations (SPOT, EVE, ASCOT, …) et théories existantes. Pour finir, l'ensemble du travail entrepris sera transposé à d'autres machines (C-Mod, JET, …), afin de proposer une vision plus générale des problématiques abordées. En particulier, un travail de collaboration avec C-Mod (MIT, USA) sera lancé en 2012.

Compétences souhaitées : physique des plasmas, programmation scientifique

Intitulé du master préconisé : Master Fusion, Physique des Plasmas