

CEA/CADARACHE

DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE (DSM)

INSTITUT de RECHERCHE SUR LA FUSION MAGNETIQUE (IRFM)

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

Visitez notre site Web : <http://www-fusion-magnetique.cea.fr>

PROPOSITION DE STAGE 2013-2014

Nom du Responsable du Stage : Yann CORRE	e-mail : yann.corre@cea.fr
	téléphone : 04 42 25 49.81
	secrétariat : 04 42 25 63.40
Équipe de Recherche : Service Intégration Plasma Paroi / GCECFP	

Niveau du stage : MASTER plasma, fusion, thermique
Durée du stage : ≥4 mois

sujet du stage : Etude par imagerie IR des longueurs de décroissance du flux de chaleur dans la plasma de bord en configuration CIEL

Contexte et objectifs :

La longueur de décroissance du flux de chaleur dans le plasma de bord (λ_q) est un paramètre essentiel pour opérer un tokamak (paramètre déterminant pour le dimensionnement et la protection des composants face au plasma). Le λ_q résulte du transport des particules et de l'énergie dans les directions parallèle (confinement magnétique) et perpendiculaire (transport anormal, généré par les mécanismes de turbulence) aux lignes de champ magnétiques. La composante perpendiculaire est toujours faible (un voir deux ordres de grandeurs plus faible que la composante parallèle $Q_{//} \gg Q_{\perp}$) mais son rôle devient prépondérant lorsque les lignes de champ interceptent un élément de paroi avec un angle d'incidence faible ($\alpha < 2^\circ$, car dans ce cas la composante parallèle s'annule). Le λ_q peut être déterminé expérimentalement par un système photonique (type thermographie IR) ou bien par un système intrusif (type sonde de Langmuir).

L'objectif de ce stage est d'utiliser les données de thermographie IR existantes (visée LPT et protection d'antennes) pour compléter la base de données des λ_q du tokamak TS en configuration CIEL (Composants Internes et Limiteurs), c'est-à-dire avec un Limiteur Pompé Toroïdal (LPT). La visée LPT permet d'évaluer le λ_q en bas de la machine, la visée protection d'antenne permet d'évaluer le λ_q dans le plan médian. Deux scénarios plasma sont envisagés : un premier scénario en régime ohmique avec plasma en appui sur les limiteurs d'antennes (expérience start-up limiter) et un scénario à forte puissance (entre 5 et 12MW de puissance additionnelle injectée) avec plasma en appui sur le LPT. Des analyses similaires sont bien documentées en régime ohmique avec appui sur le LPT (2001-2002) et régime puissance additionnelle intermédiaire (chocs de 2007 avec puissance additionnelle ≤ 2 MW).

Nature du travail à réaliser par l'étudiant :

L'objectif du stage est d'évaluer le λ_q expérimental en utilisant des données de thermographie IR sur deux composants distincts : le limiteur principal situé sur le plancher de la machine ($\alpha < 2^\circ$) et les limiteurs d'antennes situés dans le plan médian ($\alpha \sim 20^\circ$). Une exploration de différents régimes opérationnels (variation de la densité de puissance dans la SOL P^{SOL} , pour étudier le lien entre la turbulence et le flux perpendiculaire) est proposée dans des géométries et topologies magnétiques variables (variation du courant plasma I_p et variation de l'enroulement des lignes de champ). L'objectif de ce travail sera donc d'identifier les principaux paramètres plasmas agissant sur le λ_q et de comparer les analyses menées dans le plan médian et sur le limiteur principal.

Le détail du travail à réaliser est le suivant :

Etape 1 : étude du λ_q expérimental (thermographie IR) sur la période 2006-2011

- Recherche bibliographique pour assimiler les précédents résultats (résultat configuration limiteur médian, CIEL ohmique 2001-2002, CIEL avec $P^{\text{LHCD}} \leq 2\text{MW}$ 2007).
- Analyse de la base de données TS et recherche des expériences pertinentes, environ 50 chocs (sur la période 2006-2011).
- Traitement des images IR et calcul thermique pour identification du flux de chaleur déposé
- Calcul de l'inclinaison des lignes de champ magnétiques (pour évaluer la composante du flux parallèle).
- Projection des flux parallèles expérimentaux dans le plan médian
- Vérification bilan de puissance, comparaison des données issues du plan médian (protections latérales) avec celles obtenues sur le limiteur principal (i.e. sur le LPT). Résumé des avantages et inconvénients des deux zones investiguées.
- Synthèse des résultats : établir une régression analytique du λ_q en fonction de I_p (courant plasma).

Etape 2 : interprétation des résultats

- Statuer sur l'existence ou non d'une asymétrie poloidale des λ_q : comparaison avec les sondes de Langmuir situées en haut de la machine (dans le cadre des expériences ITER-start-up)
- Discuter des effets de la turbulence sur la composante du flux perpendiculaire. Décrire qualitativement l'impact de la turbulence sur le λ_q .

Domaine de spécialité, compétences : Physique des plasmas, calcul scientifique, thermique des matériaux

Prolongement possible thèse : Non