

Avis de soutenance

Monsieur Adrien DA ROS

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés :

« Modélisation d'un spectromètre X imageur à cristaux sur le tokamak WEST et analyse du spectre du Tungstène »

Soutenance prévue le lundi 30 septembre 2024 à 14h00

Lieu : CEA Cadarache, IRFM salle René Gravier RDC du bât 506

Et par Skype

Composition du jury proposé :

Jean-Christophe Pain	CEA Cadarache	Rapporteur
Frank Rosmej	Université Paris Sorbonne	Rapporteur
João Jorge Santos	Université Bordeaux	Président du jury
Francesca Bombarda	ENEA	Examinateur
John Rice	MIT	Examinateur
Rémy Guirlet	CEA Cadarache	Directeur de thèse
Rémi Dumont	CEA Cadarache	Co-directeur de thèse
Didier Vezinet	CFS	Co-encadrant de thèse

Résumé :

L'étude des plasmas de tokamak pour la recherche sur la fusion thermo-nucléaire se fait dans un cadre vaste de coopération internationale en vue de l'exploitation d'ITER. Pour cela, nous avons besoin d'instruments capables de mesurer les propriétés importantes des plasmas et notamment la température des électrons et des ions, deux paramètres de premier ordre pour quantifier le bilan énergétique du plasma. La mesure simultanée, par le même instrument, de T_e et T_i est un atout considérable pour la redondance et la validation croisée des mesures sur tokamak. Dans cette optique, un diagnostic de mesure des photons dans la gamme des rayons X-mous a été récemment installé et utilisé sur le tokamak WEST. Cet instrument, appelé XICS, mesure l'émission de certaines raies d'Ar XVII, d'Ar XVIII et de Fe XXV grâce à trois cristaux interchangeable placés sur une table de rotation. Le travail présenté ici se focalise sur l'étude du spectre d'Ar XVII dans la gamme de longueurs d'ondes entre 3.93 et 4.00 Angstrom ($3.1 \text{ keV} < E < 3.15 \text{ keV}$). Une première partie est dédiée à l'étude de la physique du rayonnement X issu des plasmas de tokamak et à l'analyse des raies spectrales du spectre d'Ar XVII. Puis nous détaillons la conception du diagnostic XICS, les résolutions spectrales et spatiales permises par sa conception, son utilisation en campagnes expérimentales et les spectres obtenus. Cet instrument de mesure nous permet de mesurer les températures électroniques et ioniques dans les plasmas de WEST, $T_{e,max} \approx 5 \text{ keV}$ et $T_{i,max} \approx 2 \text{ keV}$. Un défaut de fabrication des cristaux de Bragg est identifié provoquant un dédoublement des raies mesurées. Une solution simple est apportée pour y remédier en cachant une moitié du cristal utilisé face au plasma. À partir des mesures de spectres, des propriétés intrinsèques des plasmas sont caractérisées, comme des profils spatiaux et temporels de températures électronique et ionique en accord avec les résultats d'autres diagnostics. L'identification de certaines raies spectrales issues de différents états d'ionisation du tungstène permet de réaliser un transfert d'étalonnage avec un diagnostic UV mesurant des raies des mêmes états d'ionisation du tungstène et de déduire des densités et concentrations de tungstène, en plus de ceux d'argon pour une décharge plasma typique de WEST ($c_{Ar16+} = 8 \times 10^{-5}$ et $c_{W44+} = 1 \times 10^{-4}$). Des perspectives quant à de futurs travaux à effectuer avec cet instrument sont également exposées, en lien avec les résultats montrés tout au long de cette thèse.

Mots clés : Tokamak, Spectroscopie X, Argon, Tungstène, Physique atomique, Diffraction de Bragg.