

## Avis de Soutenance

Monsieur Zhiwei HU

Physique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*L'effet de la pureté sur l'évolution de la microstructure du tungstène sous irradiation*

dirigés par Madame Marie-France BARTHE

Ecole doctorale : Energie, Matériaux, Sciences de la Terre et de l'Univers - EMSTU

Unité de recherche : CEMHTI - Conditions Extrêmes et Matériaux : Haute Température et Irradiation

Soutenance prévue le **mardi 31 mai 2022** à 9h30

Lieu : 3 Av. de la Recherche Scientifique, 45100 Orléans

Salle : conférence, CBM

### Composition du jury proposé

Mme Marie-France BARTHE	CNRS Orléans	Directrice de thèse
M. Pierre DESGARDIN	CNRS Orléans	Co-encadrant de thèse
Mme PINAULT-THAURY MARIE-AMANDINE	CNRS Versailles	Examinatrice
M. Hugenschmidt CHRISTOPH	Technical University of Munich	Examineur
Mme Charlotte BECQUART	Université de Lille	Rapporteuse
M. Aurélien DEBELLE	Université Paris-Saclay	Rapporteur
Mme Brigitte DECAMPS	Laboratoire de physique des 2 infinis - Irène Joliot-Curie	Invitée
Mme Cécile GENEVOIS	CEMHTI - CNRS Orléans	Invitée

**Mots-clés :** Tungstène, Irradiation. défauts, Microstructure, Pureté, Spectroscopie d'annihilation de positons, MET. SIMS,

### Résumé :

Le réacteur thermonucléaire expérimental international (ITER) est une étape essentielle dans le développement de la technologie de fusion pour la production d'énergie. Le tungstène (W) est l'un des matériaux les plus adaptés pour recouvrir le divertor, composante critique d'ITER et la première paroi de DEMO (réacteur démonstrateur). Il devra résister à l'exposition au plasma et à l'irradiation des particules produits lors de la fusion (neutrons de 14,1 MeV et particules alpha de 3,5 MeV), qui génèrent des défauts à l'échelle atomique. L'évolution de ces défauts conduit à la dégradation des propriétés du tungstène, ce qui peut avoir un impact sur le fonctionnement du réacteur. L'objectif de ce travail est d'étudier l'évolution des défauts lacunaires induits par l'irradiation d'électrons et d'ions de tungstène (atomes de reculs générés par les interactions du tungstène avec les produits de la fusion). En utilisant la spectroscopie d'annihilation de positrons (PAS), un nouveau défaut lacunaire X avec une fraction prédominante a été révélé après irradiation aux électrons avec deux fluences ( $1$  et  $2 \times 10^{19}$  cm<sup>-2</sup>) à température ambiante ( $T_{amb}$ ). En combinant la microscopie électronique à transmission (TEM) et la spectroscopie de masse des ions secondaires (SIMS), il apparaît que ces défauts X pourraient être des lacunes décorées avec des atomes d'oxygène. Des échantillons de tungstène irradiés avec des ions W de 2 MeV et 20 MeV à  $T_{amb}$  ont été caractérisés par PAS. Lorsque l'endommagement atteint 0,5 dpa, la taille des défauts n'évolue plus pour les deux énergies. Des irradiations avec des faibles doses d'endommagement (0,01 à 0,04 dpa) ont été réalisées à différentes températures (RT, 500 °C, et 700 °C). À 500 °C ou plus, la combinaison de PAS, TEM et SIMS montre que l'agglomération des petites lacunes a été limitée dans les échantillons les moins purs (99,95 wt.%) par rapport aux ultra-purs (99,9999 wt.%), très probablement par les impuretés d'éléments légers (C et O). Mots clés : tungstène, irradiation, défauts lacunaires, PAS, TEM, SIMS