



Direction des Energies
Institut des Sciences Appliquées et de la Simulation pour les énergies bas carbone
Département de Recherche sur les Matériaux et la Physico-chimie
Pour les énergies bas carbone
Service de recherches en Corrosion et Comportements des Matériaux
Section de Recherches de Métallurgie Physique

Offre de stage de master 2

Effet de l'orientation cristalline sur l'endommagement dans le combustible UO_2 : mise en place d'une nouvelle technique d'analyse par faisceaux d'ions.

Au cours de l'irradiation en réacteur, les pastilles de combustible subissent une évolution partielle de leur microstructure. Au-delà de 40 GWd/tu, on observe en périphérie des pastilles (là où la température est la plus basse et la concentration en produits de fission très élevée) la subdivision des grains initiaux, d'environ 10 μm de diamètre, en grains de l'ordre de 0.2 μm . On appelle cette microstructure la High Burnup Structure (HBS). A plus fort burnup, dans les zones proches du centre des pastilles (là où la température est la plus élevée), on constate également l'apparition de sous-grains faiblement désorientés par rapport aux grains initiaux [1,2]. Ces évolutions microstructurales sont dues à l'action combinée de divers facteurs. Les pastilles de combustible UO_2 sont le siège d'une importante production de dommages, principalement due à la perte d'énergie des produits de fission. A haute énergie, ces pertes d'énergies peuvent conduire à l'apparition de traces, d'arrangements de dislocations et de nouveaux grains [3]. La création de défauts interstitiels (dont des boucles de dislocations) et lacunaires (dont des bulles/cavités) peuvent également se produire à faible énergie. De premiers résultats indiquent que l'endommagement, dans certains régimes d'énergie, pourrait varier selon l'orientation cristalline.

L'objectif de ce stage est de mettre en place une technique de caractérisation novatrice par faisceaux d'ions (la spectroscopie de rétrodiffusion Rutherford en mode canalisé) permettant de déterminer le niveau d'endommagement dans des échantillons irradiés d' UO_2 monocristallins avec différentes orientations cristallines. Grâce à ces analyses, des informations sur les sous-réseaux atomiques U et O pourront être déterminées. Les expériences d'irradiations aux ions ainsi que les analyses seront mises en œuvre sur la plate-forme JANNUS-Saclay [4]. Par ailleurs, des mesures complémentaires par spectroscopie Raman seront également réalisées. Les résultats obtenus par ces deux techniques permettront de déterminer si l'orientation cristalline influence l'endommagement dans différents régimes de pertes d'énergie.

Ce stage de master 2 sera ouvert sur une thèse au sein du CEA Saclay.

Encadrement du stagiaire : Gaëlle Gutierrez et Benoit Ridard (CEA/DRMP/SRMP)
Localisé : CEA de Saclay plateforme JANNUS (<https://jannus.in2p3.fr/jannus-saclay/>)

Contact : gaelle.gutierrez@cea.fr

- [1] V. Rondinella et al., Materials today (2010) 24-32.
- [2] J. Noirot et al., Nuclear Engineering and Technology (2017) 259–267.
- [3] F. Cappia et al, NIMB (2022) 48-60.
- [4] G. Gutierrez et al., J. Cer. Am. Soc (2022) 6636-6641.