

Offre de de post-doctorat (18 mois)

Caractérisation de la couche d'interaction entre un combustible dopé chrome et un gainage Zr(1%Nb)

Environnement

En tant que Post-Doctorant en chimie-physique du solide, vous dépendrez du Laboratoire d'Etude du Transfert des Radioéléments (LETR) dont les missions principales sont l'étude et la modélisation de l'ensemble des phénomènes physico-chimiques qui gouvernent le comportement des produits de fission depuis le combustible jusqu'à l'environnement. Les champs d'expertises du LETR couvrent ainsi les domaines, de la physique du solide, de la chimie, de la thermodynamique et du génie logiciel. Le LETR est l'un des deux laboratoires de recherche situés à Cadarache du Service des Accidents Majeurs (SAM) du pôle sûreté nucléaire – recherche en sûreté. Le poste proposé, d'une durée de 18 mois, sera localisé au sein de l'Unité Mixte de Recherche (CNRS - Université de Lille) Matériaux et Transformation (UMET) de Lille. L'unité se compose d'environ 80 enseignants chercheurs et chercheurs CNRS. L'unité est divisée en sept équipes, dont l'équipe « Métallurgie Physique et Génie des Matériaux », dans laquelle vous serez accueilli. Ce travail s'effectuera sous la responsabilité de Dr Matthieu Touzin.

Contexte & mission

Le concept dit Accident Tolerant Fuel (ATF) commence à s'imposer comme une réponse possible pour des matériaux plus performants en cas de conditions d'exploitation sollicitantes. Le système retenu par Framatome est un gainage M5[®] recouvert en extérieur d'une fine couche de chrome et du combustible UO₂ éventuellement dopé par du Cr₂O₃. Si de nombreuses études s'intéressent à la stabilité de ces nouveaux gainages coté caloporteur, il n'existe pas d'étude s'intéressant à l'interaction entre la face interne du tube et les pastilles du combustible dopé et du rôle potentiel du chrome. Lors de l'exploitation en réacteur, pour les combustibles actuellement en service, il se crée une zone d'interaction à l'état solide entre le gainage et le combustible. Cette zone est susceptible de s'étendre en conditions accidentelles sévères par formation d'une phase métallique (U,Zr). Nous proposons donc d'étudier l'interaction entre un matériau de gainage (M5[®]) avec de l'UO₂ dopé chrome à l'aide d'expériences en couple de diffusion. Les caractérisations de la zone d'intercroissance seront conduites à l'aide d'outils de microscopie électronique, MEB-EBSD, μ -sonde, STEM-EDX. Une attention sera portée au comportement du Nb et du Cr et leur influence sera analysée et comparée aux modèles existants pour le couple Zircaloy-4/UO₂. En parallèle, une confrontation entre les chemins de diffusion modélisés par équilibre thermodynamique et ceux observés sera réalisée. Les points de divergence donneront lieu à une ré-évaluation des propriétés thermodynamiques en DSC et en calorimétrie isotherme. Vous aurez la charge de la réalisation de l'ensemble du projet qui se résume aux quatre étapes suivantes :

- Elaboration de pastilles UO₂ dopées Cr à partir de poudres obtenues par hydrométallurgie.
- Préparation des couples de diffusion de géométrie « sandwich ». Le sandwich sera ensuite introduit dans une presse uniaxiale dont les mors seront placés dans l'enceinte d'un four.
- Caractérisations microstructurales des matériaux et de la couche d'interaction et analyse de la spéciation du Nb et du Cr dans la zone d'intercroissance sur des lame FIB.
- Calcul et confrontation des chemins de diffusion à partir des modèles thermodynamiques du système quinaire Zr-Cr-Nb-U-O. Les propriétés thermodynamiques manquantes des phases formées du système Zr-Cr-Nb seront évaluées expérimentalement par calorimétrie.

Profil recherché

Vous êtes titulaire d'un diplôme universitaire de troisième cycle en chimie- physique des matériaux. Vous devez disposer de compétences sur les techniques de préparation, de traitements et d'analyse d'échantillons solides (Microscopie électronique, Microsonde) détaillées dans le sujet. Enfin vous devez justifier d'une solide compétence en chimie du solide.

Contacts : Dr Roland Ducher (IRSN) roland.ducher@irsn.fr / Dr Matthieu Touzin (ULille) matthieu.touzin@univ-lille.fr