

Résumé HDR : « De l'étude des céramiques nucléaires en conditions extrêmes d'irradiation et de température » - S. Gavarini (MCF – UCBL)

L'effort international de recherche sur les matériaux réfractaires et très résistants à l'irradiation s'est encore intensifié depuis l'accident de Fukushima en 2011, avec la nécessité toujours réaffirmée d'augmenter les conditions de sûreté dans les réacteurs nucléaires actuels et du futur. Les céramiques constituent des matériaux de choix pour atteindre cet objectif et elles sont envisagées pour entrer dans la composition de l'assemblage combustible dans les réacteurs à fission (Génération II/III et GenIV) ou à fusion (Projet DEMO). L'utilisation de nouveaux matériaux en réacteur nécessite une longue phase de tests en laboratoire afin de s'assurer que ces derniers répondent à un cahier des charges particulièrement exigeant. Les accélérateurs de particules sont des outils puissants pour imposer des conditions d'irradiation variées et pour comprendre les mécanismes mis en jeu. Ils permettent notamment une décorrélation entre des facteurs qui interviennent de façon concomitante en réacteur. Trois céramiques particulières ont été soumises à des traitements d'irradiation à l'IPNL ces dernières années : SiC, TiN et TiC. Ces céramiques font partie de celles dont les propriétés nominales sont potentiellement les plus intéressantes pour une utilisation en réacteur. Le comportement spécifique de certains gaz rares (He, Xe, Kr) produits en grande quantité en réacteur a notamment été étudié. Ces espèces sont en partie responsables de la perte d'intégrité des matériaux puisqu'à forte concentration elles conduisent à la formation de bulles, à un gonflement et même à la fissuration de ces derniers. L'introduction de ces espèces par implantation ionique dans les matériaux permet de simuler la production simultanée de déplacements atomiques et d'espèces liées à la transmutation ou à la fission nucléaire. Ces traitements réalisés de façon contrôlée et reproductible ont permis de comparer les propriétés de ces trois céramiques mais aussi d'étudier l'influence de la microstructure initiale sur leur résistance à l'irradiation. En particulier, la question du gain potentiel que représente l'emploi d'une microstructure à nanograins est posée dans cette étude.