

Responsable :  
Martine Logé  
☎ 01 69 08 51 67

# SEMINAIRE



Service de Recherches de Métallurgie Physique

DEN/DANS/DMN

Bibliothèque du SRMP – Bâtiment 520 – Pièce 109

## Endommagement et diffusion d'éléments légers (Hélium et Hydrogène) dans différentes céramiques

Sandrine MIRO  
SRMP

Les résultats qui vont être présentés concernent les travaux réalisés pendant ma thèse au CRISMAT (Caen) en collaboration avec le SRMA (CEA-Saclay), mon premier post-doc à l'INSTN (CEA-Saclay) et mon second au LPS (CEA-Saclay).

### 1) Etude de l'endommagement et de la diffusion de l'hélium dans des fluoroapatites

Ce travail s'est inscrit dans le cadre de l'étude des matrices de confinement des radionucléides. Le choix des fluoroapatites comme matrice possible de confinement a été guidé par leurs remarquables propriétés (stabilité thermique, chimique et sous rayonnement radioactif). Les effets liés aux désintégrations alpha et à la fission spontanée des radionucléides ont été simulés par des irradiations avec des ions lourds et des implantations d'hélium. Les échantillons étudiés étaient une fluoroapatite naturelle de Durango et des céramiques frittées  $\text{Ca}_{10-x}\text{Nd}_x(\text{PO}_4)_{6-x}(\text{SiO}_4)_x\text{F}_2$  avec  $0 = x = 6$ .

L'étude de ces échantillons a montré que la fraction d'endommagement ainsi que les déformations de la maille cristalline augmentent avec la perte d'énergie électronique des ions lourds et avec la substitution. De plus, ces effets sont accompagnés, à fortes fluences d'irradiation d'un phénomène de recristallisation qui s'amplifie aussi avec la perte d'énergie électronique et diminue avec la substitution.

L'étude du transport de l'hélium a permis de montrer que la diffusion thermique est favorisée par la substitution et fortement accrue par l'irradiation avec des ions lourds.

Ces études ont permis de confirmer les observations géologiques : la composition qui présente le meilleur compromis entre l'introduction de radionucléides dans la structure et la facilité à guérir les défauts est l'apatite monosilicatée.

### 2) Etude de l'endommagement et de la diffusion de l'hélium dans le SiC

Ce travail a été effectué dans le contexte des études liées aux futurs réacteurs de génération IV et dans celui du réacteur à fusion ITER. Dans ces deux cas, les matériaux choisis devront résister à l'irradiation mais aussi à l'accumulation d'hélium.

L'étude de la diffusion thermique de l'hélium, réalisée sur des monocristaux de 4H- et 6H-SiC, après implantation, a montré que les bulles d'hélium sont stables en dessous de 1 000°C. Au-dessus, une partie de l'hélium peut être dépiégée et fuir vers la surface.

La deuxième partie de ce travail a consisté à analyser par  $\mu$ Raman la recristallisation thermique du monocristal 6H-SiC après irradiation aux ions lourds. Cette recristallisation se produit dans le même système cristallin mais, pour une forte fluence d'irradiation et à partir de 900°C, elle conduit à la formation de polycristaux.

### 3) Etude du transport diffusif de l'hydrogène

Cette étude a été réalisée dans le cadre des recherches sur les piles à combustibles à conducteurs protoniques.

Deux approches ont été menées en parallèle pour réaliser cette étude au moyen de la microsonde nucléaire. La première consiste à mesurer directement les teneurs locales en hydrogène d'échantillons préalablement chargés sous atmosphère humide. La seconde consiste à implanter localement du deutérium dans les échantillons puis à mesurer par réaction nucléaire après un recuit thermique le profil de diffusion.

Les résultats obtenus sont prometteurs mais la faible densité des échantillons étudiés n'a pas permis de conclure.

**Mardi 24 avril 2007 à 10h30**

**N.B :**

***Les visiteurs de nationalité étrangère hors Union Européenne sont priés de bien vouloir avertir impérativement 3 semaines à l'avance - les visiteurs de l'Union Européenne 1 ou 2 jours avant le séminaire - le Secrétariat du Service de leur entrée sur le Centre :***

**Tel : 01 69 08 66 64 - Fax : 01 69 08 68 67**

Commissariat à l'énergie atomique  
SAC/DEN/DANS/DMN/SRMP/Bat 520  
91191 Gif-sur-Yvette Cedex - France  
☎ Tel : 01.69.08.66.64 - ☎ Fax : 01.69.08.68.67