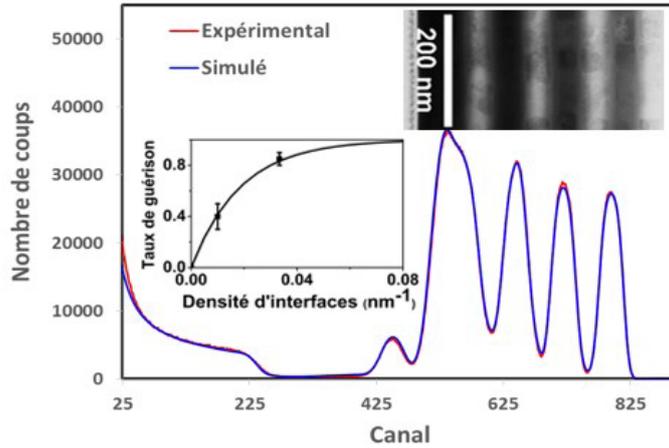


Revêtements multicouches pour la résistance à l'irradiation

Mamour Sall : tél : 01.69.08/64.96, mamour.sall@cea.fr. Hicham Khodja : tél : /28.95, hicham.khodja@cea.fr

Les systèmes nanostructurés de type « multicouches » sont envisagés pour le revêtement de gaines de combustible répondant aux critères d'« Accident Tolerant Fuel » (ATF) dans les réacteurs nucléaires de générations III et IV. Ces systèmes permettent d'avoir un contrôle précis de la localisation et de la densité d'interfaces, permettant ainsi de diminuer l'impact de l'irradiation en favorisant la recombinaison des défauts. Nous avons étudié, à l'aide de l'installation Jannus, la réponse à l'irradiation aux ions lourds (représentatifs des dommages neutroniques) du système multicouche Cr/Ta, système aux éléments réfractaires à faible pénalité neutronique. Les études par Spectroscopie de Rétrodiffusion de Rutherford (RBS) et Microscopie Electronique en Transmission (MET) montrent la création sous irradiation de couches de mixing Cr-Ta, mais de façon limitée (figure). Le caractère multicouche est ainsi préservé même aux très fortes doses d'irradiation.

L'étude expérimentale sur des systèmes Cr/Ta de différentes épaisseurs irradiés à différentes doses, et l'application du modèle de la pointe thermique balistique, montrent que les interfaces Cr/Ta sont de bons puits d'élimination des dommages d'irradiation avec une efficacité d'élimination de 80 % pour le système de plus faible épaisseur. Par ailleurs, ce système peut accommoder l'hélium (gaz de transmutation) à des doses supérieures à 20 % at. avec une diffusion post-implantation très limitée. Ceci conforte le système multicouche Cr/Ta comme un matériau potentiel pour le revêtement de gaines de combustible.



Exemple de spectre RBS et observation MET du système multicouche irradié. L'insert représente l'évolution du taux d'élimination des défauts d'irradiation en fonction de la densité d'interfaces dans les multicouches Cr/Ta.

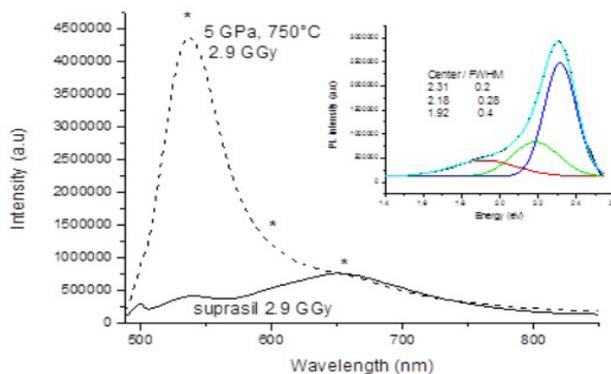


Exaltation de défauts ponctuels dans la silice irradiée pré-densifiée sous haute pression

Nadège Ollier : tél : 01.69.33.45.18, nadega.ollier@polytechnique.edu

La compréhension et l'étude des mécanismes de formation des défauts ponctuels dans la silice vitreuse est de première importance en raison des nombreuses applications de ce verre modèle dans le domaine de l'optique : fibres optiques, laser MegaJoule (LMJ), photosensibilité UV (réseaux de Bragg). Nous avons irradié, avec des électrons de 2.5 MeV produits par l'accélérateur SIRIUS du LSI, de la silice de type Suprasil densifiée à chaud et sous haute pression par le procédé « Belt Press » (5 GPa, T variant entre 350 et 1020 °C) en collaboration avec l'Institut Lumière Matière de Lyon (ILM). Nous avons observé l'exaltation d'une bande d'émission à 540 nm lorsque le verre est pré-densifié (9 à 15 % de taux de densification initiale) (figure) et nous avons montré une nette corrélation entre l'intensité de cette bande d'émission verte et la densité macroscopique du verre. Plusieurs hypothèses ont été formulées dans la littérature sur la structure du défaut responsable de cette émission, mais ce défaut reste à ce jour

non attribué. Il est en revanche très intéressant de souligner le fait que cette émission verte a justement été observée dans des matrices de silice qui présentent une augmentation de densité (suite à une irradiation par neutrons, laser fs ou sous indentation). L'hypothèse la plus satisfaisante sur l'origine de ce défaut est celle de groupements silanones Si=O, qui pourraient être formés par recombinaison des défauts de type ODC(II) (Oxygen Deficient Center) avec de l'oxygène moléculaire produit sous irradiation. Par ailleurs, nous avons également montré l'impact de la densification sur la bande d'émission des défauts de type NBOHC (Non Bridging Oxygen Hole Center). Ils émettent classiquement dans la silice à 650 nm mais nous avons mis en évidence la formation d'une composante additionnelle vers 600 nm qui pourrait correspondre à une nouvelle espèce de NBOHC.



Spectres de photoluminescence, sous une excitation à 488 nm, d'une silice pré-densifiée (5 GPa, 750°C) puis irradiée à 2.9 GGy (densité 2.443 g/cm³) et d'une silice densifiée sous irradiation à 2.9 GGy (2.2173 g/cm³). Les étoiles indiquent le positionnement des 3 composantes présentes dans la bande d'émission. L'insert montre la déconvolution du signal en 3 composantes gaussiennes : la composante principale, en bleu, correspond à l'émission à 540 nm, les composantes vertes et rouges correspondent respectivement aux émissions à 600 nm et à 650 nm.

