

# Mécanismes de déformation à haute température du dioxyde d'uranium polycristallin

Antoine Dumas<sup>1</sup>, Jacques Léchelle<sup>1</sup>, Florian Le Hello<sup>1</sup>, Andrea Sanchez<sup>1</sup>, Xavière Iltis<sup>1</sup>, Thomas Helfer<sup>1</sup>, Philippe Garcia<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>CEA, DES, IRESNE, DEC, Cadarache 13108 Saint-Paul-Lez-Durance

\*[philippe.garcia@cea.fr](mailto:philippe.garcia@cea.fr)

## Résumé pour : oral

Le dioxyde d'uranium est un oxyde non-stœchiométrique en oxygène pour lequel les propriétés viscoplastiques ont une importance clé vis-à-vis de son comportement en service. Par ailleurs, les mécanismes de déformation de ce matériau sont encore mal connus et dans cette présentation nous discutons de ces mécanismes à partir d'essais de compression-relaxation réalisés sur des pastilles cylindriques frittées, à des températures élevées (1400°C-1600°C) et à des contraintes suffisantes pour activer les différents systèmes de glissement.

Nous illustrons le fait que le dioxyde d'uranium est sujet à des phénomènes de fluage restauration et à cette fin, nous nous appuyons sur trois approches complémentaires. La première consiste à suivre les variations de hauteur des éprouvettes polycristallines au cours d'essais réalisés à vitesse de déformation constante. Par ailleurs, les chargements sont imposés à différentes vitesses de déformation, températures et pressions partielles d'oxygène.

Ces essais sont complétés par des caractérisations microstructurales détaillées des échantillons déformés. Celles-ci sont réalisées par microscopie optique et électronique et par EBSD (Electron Backscatter Diffraction). Elles illustrent l'accommodation de la déformation macroscopique des cylindres par fragmentation des grains et l'émergence de sous-joints séparant les grains d'origine en zones désorientées de quelques degrés l'une de l'autres. Nous proposons une corrélation entre les microstructures observées et les conditions dans lesquelles les essais sont réalisés.

Finalement, une analyse des résultats est proposée sur la base de modèles macroscopiques de comportement. Nous montrons par exemple que la vitesse de déformation en régime quasi-stationnaire est correctement représentée par le produit d'une loi puissance de la contrainte par une loi puissance de la pression partielle d'oxygène ( $\dot{\epsilon} = A \frac{\mu b}{k_b T} e^{-E/kT} \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^n p_{O_2}^\alpha$ ,  $\sigma$  contrainte de Cauchy, T température,  $p_{O_2}$  pression partielle d'oxygène. L'exposant de la contrainte est de l'ordre de 5 et celui de la pression partielle d'oxygène est proche de 1/6. Le premier exposant est compatible avec un mécanisme de fluage-restauration. L'exposant de la pression partielle d'oxygène ainsi que la dépendance à la température peuvent être interprétés sur la base d'un mécanisme pour lequel la restauration est contrôlée par la diffusion de l'élément le moins mobile, à savoir le cation. Si ces approches peuvent être justifiées partiellement par des modèles microscopiques, elles sont en défaut pour décrire la complexité des réponses du matériau et en particulier les phénomènes associés au fluage primaire ou à la relaxation. Nous discutons de la pertinence de lois de comportement présentant une seule variable interne mais qui permettent néanmoins de reproduire certaines des tendances observées.