

## Développement d'un essai thermomécanique permettant d'étudier le comportement de gaine en alliage de zirconium en conditions représentatives de la phase PCMI lors d'un RIA

A. ZOUARI<sup>1,2</sup>, M. BONO<sup>1</sup>, D. LE BOULCH<sup>1</sup>, T. LE JOLU<sup>1</sup>, J. BESSON<sup>2</sup>, J. CREPIN<sup>2</sup>

1. CEA Saclay/DEN/DANS/DMN/SEMI, 91191 Gif-sur-Yvette, France

[Ahmed.zouari@cea.fr](mailto:Ahmed.zouari@cea.fr), [Matthew.bono@cea.fr](mailto:Matthew.bono@cea.fr), [David.leboulch@cea.fr](mailto:David.leboulch@cea.fr), [Thomas.lejolu@cea.fr](mailto:Thomas.lejolu@cea.fr)

2. Mines ParisTech – PSL Université/Centre des matériaux 7633, 91003 Evry, France

[Jacques.besson@mines-paristech.fr](mailto:Jacques.besson@mines-paristech.fr), [Jerome.crepin@mines-paristech.fr](mailto:Jerome.crepin@mines-paristech.fr)

**Mot clé:** RIA, PCMI, EDC, Zy-4, gaine, Corrélation d'image, CAST3M

### Résumé

Cette étude s'inscrit dans une démarche de développement expérimental visant à mettre au point un nouvel essai thermomécanique permettant de solliciter un échantillon de matériau de gainage dans des conditions représentatives de la phase d'interaction mécanique pastille gaine (PCMI) lors d'un accident d'injection de réactivité R.I.A. Des données expérimentales provenant des essais intégraux réalisés dans des réacteurs expérimentaux comme CABRI en France et NSRR en Japon montrent que pendant un accident de type RIA la gaine subit un chargement multiaxial caractérisé par un rapport de biaxialité des déformations axiales sur circonférentielles  $\frac{\varepsilon_{zz}}{\varepsilon_{\theta\theta}}$  compris entre un état de déformation plane  $\frac{\varepsilon_{zz}}{\varepsilon_{\theta\theta}}=0$  et un état d'équi-biaxialité  $\frac{\varepsilon_{zz}}{\varepsilon_{\theta\theta}} = 1$  [1]. Ce chargement mécanique est accompagné par un chargement thermique, dû au transfert de chaleur entre le combustible et la gaine, caractérisé par une vitesse de chauffe supérieure à  $100^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Différents types de tests EDC (Expansion Due à la Compression) ont été réalisés afin d'étudier l'évolution de la déformation circonférentielle jusqu'à rupture en fonction du taux de biaxialité de la déformation. Trois configurations EDC sont testées à  $25^{\circ}\text{C}$  et avec différentes valeurs de biaxialité. La première configuration consiste à comprimer axialement, entre deux pistons, une pastille de polymère insérée dans un tronçon de gainage à extrémités libres (EDC simple). La déformation diamétrale de la pastille est imposée sur la gaine. Dans cette configuration, l'échantillon se contracte dans la direction axiale. Dans la deuxième configuration, les extrémités de l'échantillon sont fixées pour empêcher la contraction axiale de l'éprouvette (EDC bridé), produisant ainsi des conditions de déformation plane dans l'échantillon. Dans la configuration finale, développée pendant cette thèse, une charge de traction est imposée à la gaine tout en comprimant simultanément la pastille avec les pistons, produisant à la fois des déformations axiales et circonférentielles de traction dans l'échantillon. La conception du montage permet d'atteindre des rapports de biaxialité de déformation supérieure à 0, similaires à ceux mesurés dans les essais intégraux. Pour chaque méthode, le champ de déformation dans l'échantillon est mesuré en utilisant une technique d'analyse d'image par stéréo-corrélation. Les tests montrent que la déformation circonférentielle à la rupture tend à diminuer lorsque le rapport de biaxialité de déformation augmente.

### Références

[1] J. Papin, B. Cazalis, J. M. Frizonnet, J. Desquines, F. Petit. 2007, *Summary and Interpretation of the CABRI REP-Na Program.*, Nuclear Technology, pp. 230-250.

[2] <http://www-cast3m.cea.fr>.