

**Contribution à la compréhension des mécanismes de fluage de l'acier austénitique inoxydable 316L(N) pour 60 ans de durée de fonctionnement : lien évolution microstructurale (précipités, dislocations) et l'endommagement**

**Oguz Berk OZDEMIR**

Sous la direction de Luc SALVO, Emilie FERRIE et Pierre LHUISSIER

**Lundi 27 mars 2023 à 10h00**

Amphi de la Maison Jean KUNTZMANN

**Jury :**

Eric MAIRE, Directeur De Recherche, CNRS	(Rapporteur)
Anna FRACZKIEWICZ, Directeur De Recherche, École Des Mines De Saint-Étienne	(Rapporteuse)
Eric ANDRIEU, Professeur Des Universites, Inp Toulouse	(Examinateur)
Muriel VERON, Professeur Des Universites, Grenoble INP	(Examinatrice)
Frédéric DELABROUILLE, Ingenieur De Recherche, EDF - R&D, Département Matériaux Et Mécanique Des Composants	(Invité)
Martine BLAT-YRIEIX, Ingenieur De Recherche, Edf - R&D, Département Matériaux ET Mécanique DES Composants	(Invité)

**Résumé :** Les composants des Réacteurs à Neutrons Rapides refroidis au Sodium (RNR-Na) situés dans le collecteur chaud (cuve interne, Bouchon Couvercle Coeur, Echangeurs Intermédiaires, ...) sont soumis à des températures allant de 400°C à 575°C pour une durée de fonctionnement pouvant atteindre 60 ans pour les composants non remplaçables. A ces températures, l'acier inoxydable austénitique 316L(N) retenu pour ces applications est soumis au vieillissement thermique ainsi qu'à différentes sollicitations telles que le fluage, la fatigue-fluage, la déformation progressive. Le matériau devra aussi présenter après vieillissement une ductilité résiduelle et des caractéristiques de traction suffisantes. La justification à 60 ans de ces composants demande donc de disposer de données de fluage jusqu'à de très longues durées (jusqu'à 240 000 h) qui ne sont pas disponibles, même dans le cadre des programmes antérieurs issus de Phénix et SuperPhénix, et qui ne le seront pas avant 2030 pour les premières d'entre elles.

Comprendre et anticiper l'évolution de l'acier 316L(N) au cours de maintien de très longue durée aux températures de service constitue un enjeu majeur dans la définition et justification des composants des RNR-Na mais aussi d'une manière plus large pour tout composant en acier austénitique inoxydable fonctionnant à haute température pour des durées importantes (thermique à flammes, AGR, ..).

Nous avons étudié le comportement en fluage de deux alliages 316 L(N) ayant des compositions différentes en éléments mineurs (N, Nb, B, ...) qui présentent d'énormes différences dans le temps de rupture en fluage. Nous avons effectué une caractérisation microstructurale multi-échelle pour comprendre la raison de ces différences en utilisant le microscope optique, SEM (EDX, EBSD), FIB, TEM

(ASTAR, EDX), la nano et micro tomographie aux rayons X et la nano indentation sur des échantillons post mortem mais aussi pendant des tests de fluage interrompus. Nous avons observé de fortes différences dans la précipitation entre les deux aciers mettant en évidence l'effet combiné du niobium, de l'azote et du bore sur la formation des carbures et donc sur la tolérance au dommage.