
De l'usinage à la sollicitation mécanique dans un MEB-FIB : Application à l'étude des liaisons bimétalliques en acier inoxydable

Ghassen Ben Salem^{*1,2,3}, Eva Héripré^{†3}, Philippe Bompard³, Stéphane Chapuliot¹, Arnaud Blouin¹, and Clémentine Jacquemoud²

¹FRAMATOME – Courbevoie – France

²Den-Service d'études mécaniques et thermiques, CEA, Université Paris-Saclay (DEN SEMT) – CEA, Université Paris-Saclay – France

³Laboratoire de mécanique des sols, structures et matériaux (MSSMat) – CentraleSupélec, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8579 – France

Résumé

Les soudures en aciers dissimilaires entre un acier faiblement allié 18MND5 et un acier inoxydable 316L sont des liaisons soudées, par définition dites sensibles, des réacteurs nucléaires actuels du fait de leur microstructure hétérogène et de leurs propriétés mécaniques. La présence d'une fine bande de martensite et d'austénite carburées dans l'interface ferrite-austénite crée un important gradient de dureté qui affecte la distribution des contraintes et déformations autour de la ligne de fusion et ainsi les mécanismes d'endommagement lors d'essais à rupture de ces liaisons bi-métalliques.

Afin de caractériser le comportement élasto-plastique de cette fine couche dure de 50 à 200 micromètres de largeur, un micro-essai de traction a été développé dans un MEB-FIB (EquipEx MATMECA - ANR-10-EQPX-37). Des échantillons de traction de type " dog-bone " de 15x80x6 μm^3 ont été usinés à l'aide du faisceau d'ions à balayage (FIB) dans l'austénite carburée et dans la martensite. Les mors de traction ont également été usinés à l'aide du FIB, l'un dans une aiguille de tungstène montée sur un moteur de rotation et l'autre dans une fine feuille de Molybdène. Les déplacements et rotation des différents composants sont effectués à l'aide de moteurs piézo-électriques. Durant l'essai mécanique, la force est mesurée par une cellule de force de faible capacité (0,5N) et la mesure des déformations est réalisée par corrélation d'images numériques par l'intermédiaire d'un marquage fait par dépôt ionique de platine.

Les lois de comportement élasto-plastiques isotropes de la martensite et de l'austénite carburée sont déduites des courbes contraintes-déformations obtenues lors de l'essai mécanique sur micro-échantillon. Les propriétés mécaniques obtenues sont en bon accord avec les mesures par nanoindentation ainsi qu'avec les essais de traction sur des échantillons macroscopiques prélevés perpendiculairement à la ligne de fusion.

*Auteur correspondant: ghassen.ben-salem@centralesupelec.fr

†Intervenant

Mots-Clés: MEB FIB, Essai in situ, Micro échantillon, liaisons bimétalliques, martensite, austénite carburée, CIN