
Modélisation par éléments finis d'un essai de fissuration à chaud (CRW) pour un acier inoxydable 316L(N)

Philippe Pilvin^{*1}, Yuan Gao², Danièle Ayrault², Olivier Fandeur^{†2}, and Olivier Asserin²

¹Institut de Recherche Dupuy de Lôme (IRDLD) – Université de Bretagne Sud, Centre National de la Recherche Scientifique : UMRCNRS 6027 – France

²CEA Paris Saclay – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – France

Résumé

Les phénomènes de fissuration à chaud (FàC) en soudage sont liés à la composition chimique des alliages et au procédé (intensité de soudage, vitesse d'avance, ...). Les conditions de solidification jouent aussi un rôle important sur la FàC puisqu'elles déterminent le chargement thermomécanique au voisinage de la zone pâteuse et la microstructure de la zone de solidification. Pour évaluer la sensibilité à la FàC en soudage, deux catégories d'essais existent : les tests à chargement extérieur (type Varestreint) et les tests auto-bridés (type JWRI). Pour cette étude, nous avons choisi un essai à chargement extérieur qui présente l'avantage d'initier une fissure puis de la propager avant son arrêt avec un suivi des efforts extérieurs. Parmi les essais à chargement extérieur, de nombreux dispositifs existent avec des géométries spécifiques. Dans cette étude [1], nous nous appuyons sur les essais de type CRW proposés par Coniglio et Patry [2].

Pour analyser quantitativement les résultats expérimentaux obtenus (position d'amorçage et d'arrêt de fissure), une modélisation par éléments finis (EF) est proposée sur deux configurations extrêmes (avec ou sans fissure). Compte tenu de la symétrie de cette expérience, seule une demi-éprouvette est maillée avec des éléments 3D à interpolation linéaire (prismes et hexaèdres). Une approche découplée entre les problèmes thermique et mécanique a été choisie dans un premier temps. L'apport d'énergie de la torche TIG a été modélisé par une source volumique gaussienne pour obtenir des dimensions correctes de la zone fondue. Le comportement élastoviscoplastique retenu a été codé via une procédure UMAT qui associe une loi élémentaire pour décrire la croissance des grains dans la ZAT et une loi de Hall-Petch sur la composante d'écroutissage isotrope du modèle. Les coefficients du modèle EVP ont été identifiés sur la base de données de la thèse de Minh LE sur un acier 316L(N) [3] avec quelques essais complémentaires pour quantifier l'effet Hall-Petch entre 700 et 1000 degrés Celsius. Cette procédure UMAT intègre également le critère de FàC de solidification PKP proposé dans [4]. Ce critère, en déformation critique, se fonde sur une idée de Prokhorov [5] formulée en 1D, étendue en 3D en estimant, dans le domaine de fragilité à chaud (BTR), la plus grande composante de déformation positive perpendiculairement au gradient de température.

Y. Gao, *Vers un essai robuste et fiable pour la caractérisation de la fissuration à chaud en soudage d'aciers inoxydables austénitiques*, Thèse, Université de Bretagne-Sud, Lorient, sept.

*Auteur correspondant: pilvin@univ-ubs.fr

†Intervenant

2017

N. Coniglio and M. Patry, *Measuring laser weldability of aluminium alloys using controlled restraint weldability test*, Science and Technology of Welding and Joining, vol.18, pp. 573-580, 2013.

M. Le, *Approches expérimentale et numérique de la fissuration à chaud dans les soudures en acier inoxydable*, Thèse, Université de Bretagne-Sud, Lorient, fév. 2014.

N. Kerrouault, *Fissuration à chaud en soudage d'un acier inoxydable austénitique*, Thèse Ecole Centrale de Paris, Châtenay-Malabry, oct. 2000.

N. N. Prokhorov, *The technological strength of metals while crystallisation during welding*, Welding Production, vol.9, pp. 1-8, 1962

Mots-Clés: Eléments finis, fissuration à chaud, soudage, thermomécanique