

Prédiction du comportement des grandes déchirures sur des joints soudés

A. Brosse¹, P. Gilles², S. Gallée¹,

¹ESI-France, Le Récamier, 70 rue Robert 69458 Lyon, France {alexandre.brosse@esi-group.com}

²AREVA DRI, 1 à 5 rue du Débarcadère 92716 Colombes Cedex, France {philippe.gilles@areva.com}

Résumé — L'expérience montre que plusieurs types de fissures peuvent apparaître dans les jonctions soudées entre des matériaux de nature différentes. Les fissures détectées en service sont liées à des problèmes de corrosion. Les contrôles non destructifs permettent de repérer les fissures issues du procédé de fabrication surtout en paroi externe. Afin de prévenir d'éventuelles dégradations voire des fuites, il est alors nécessaire de comprendre le comportement à la rupture de ces jonctions.

Dans cet article, on présentera des calculs d'amorçage ductile et de propagation de fissure dans une jonction soudée comportant une entaille importante usinée à partir de la surface extérieure du joint soudé.

Mots clefs — Liaison Bimétallique, Propagation fissure, Wilkins

1 Introduction

Dans les réacteurs, plusieurs composants de tuyauterie en acier faiblement allié sont reliés à des aciers inoxydables austénitiques par l'intermédiaire d'un beurrage et d'une soudure. Afin de comprendre les mécanismes de rupture ductile de ces jonctions qui peuvent présenter de faibles valeurs de résistance, plusieurs maquettes expérimentales ont été réalisées [1] [2] [3].

Le programme BIMET a par exemple été mené afin d'analyser le comportement ductile de ces jonctions à travers plusieurs maquettes similaires. Alors que la première a permis l'élaboration de lois de comportement des matériaux et les mesures de contraintes résiduelles, deux maquettes ont été soumises à des essais de flexion 4 points pour en étudier le comportement.

Dans ces maquettes, un défaut circonférentiel est inséré à proximité de l'interface de soudage de la liaison bimétallique (interface acier austénitique – acier ferritique). Ces essais très riches d'enseignement sont cependant longs et fastidieux et sont parfois limités par des raisons techniques (encombrement, instrumentation,...). Pendant les essais du programme BIMET, la propagation de la fissure n'est réalisée que jusqu'au deux tiers de l'épaisseur de la paroi.

Dans ces travaux, on propose d'utiliser la simulation numérique pour retrouver le comportement de la maquette et prédire la propagation de la fissure au delà de l'essai expérimental.

Pour cela trois phases de modélisation sont nécessaires :

1. la simulation numérique du procédé de soudage pour obtenir le champ de contraintes résiduelles à l'issue du processus de fabrication. Ces simulations ont fait l'objet d'une comparaison avec les contraintes résiduelles mesurées par la technique de diffraction des neutrons.
2. La comparaison des grandeurs physiques à l'amorçage (énergie de fissuration).
3. La simulation de la propagation de fissure. La croissance de la fissure est simulée en utilisant une approche locale fondée sur le critère de Wilkins [4].

Dans cet article, on présentera chacun des points précédents dans des parties distinctes. On se focalisera plus précisément sur la propagation de fissure, les comparaisons avec les résultats expérimentaux et sur l'apport de la simulation pour observer le comportement de la maquette au delà du percement.

Références

- [1] V. Robin, J. Devaux, P. Gilles, J.M. Bergheau. *A multipass welding methodology for residual stress computation and evaluation of the integrity of bimetallic welds*, Mathematical Modelling of Weld Phenomena 8, page 941 - page 964, 2007.
- [2] Ph. Gilles, V. Robin, J. Devaux. *Ductile tearing behaviour near a bimetallic interface*. Proceedings of the 9th European Mechanics of Material Conference, Local Approach to Fracture, Moret-sur-Loing (FRANCE), 2006.
- [3] V. Robin, J. Devaux, S. Bhandari, J.M. Bergheau. *Modelling of bimetallic welds*. Mathematical Modelling of Weld Phenomena 6, page 769 - page 791, 2002.
- [4] M.L. Wilkins. *Computer simulation of dynamic phenomena*. Springer Publication, 1999.