Mesures et modélisation de l'amorçage de l'endommagement par fatigue des tubes d'acier utilisés pour le forage et l'exploitation pétrolière

Bianca de Carvalho Pinheiro *, Jacky Lesage *, Noureddine Benseddiq *, Ilson Paranhos Pasqualino **

** IUT A – Université Lille 1*
Département Génie Mécanique et Productique
Laboratoire de Mécanique de Lille
Rue de la Recherche-BP 179
59653 Villeneuve d'Ascq Cedex

*** Laboratoire de Technologie Sous-marine*
COPPE/Université Fédérale de Rio de Janeiro
Département Génie Océanique
Avenida Horacio Macedo, Cidade Universitária, Centro de Tecnologia, Sala I-108
21945-970 Rio de Janeiro/RJ, Brésil

de-carvalho-pinheiro@ed.univ-lille1.fr ; jacky.lesage@univ-lille1.fr ; noureddine.benseddiq@univ-lille1.fr ; ilson@lts.coppe.ufrj.br

RÉSUMÉ :

Les tubes utilisés pour le forage et l'exploitation pétrolière sont soumis à des sollicitations cycliques, qui peuvent provoquer leurs ruptures par fatigue. Ces structures sont fabriquées en acier haute résistance, tels que des aciers API 5L grade X60, X70, X80 et X100. Outre les aspects financiers, leurs ruptures par fatigue peuvent s'accompagner de dommages environnementaux catastrophiques. L'étude du comportement en fatigue de ces structures doit permettre d'identifier et de prendre en compte les micromécanismes d'endommagement cyclique qui conduisent à la rupture. Ceci permettra de faire une bonne prédiction de la durée de vie résiduelle des structures qui ont déjà subit un endommagement par fatigue. L'objectif de cette étude est de quantifier les évolutions des microdéformations et des contraintes résiduelles associées à l'amorçage de l'endommagement par fatigue, afin d'augmenter la fiabilité des tubes en aciers API 5L haute résistance, soumis à des sollicitations cycliques. L'étude comprend des essais de fatigue en flexion avec des éprouvettes en acier API 5L X-60 pour identifier et quantifier les mécanismes microstructuraux associés à l'amorçage de l'endommagement. Les mesures des microdéformations et des contraintes résiduelles sont réalisées en temps réel par diffraction des rayons X. La quantification des évolutions microstructurales et des contraintes résiduelles associées aux mécanismes d'amorçage de l'endommagement par fatigue sera prise en compte pour définir un critère «micro-amorçage» des aciers API 5L X-60. Un modèle de cumul de dommage selon un critère de «micro-amorçage» sera proposé et ensuite implémenté et validé dans un code de calcul par éléments finis pour simuler les évolutions microstructurales et les micromécanismes d'amorçage de l'endommagement par fatigue dans le cas des structures tubulaires.

MOTS-CLÉS : Tubes pour le forage et l'exploitation pétrolière ; Aciers API 5L X-60 ; Amorçage de l'endommagent par fatigue ; Fatigue.