

Modélisation de la fissuration par fatigue des matériaux métalliques : *mise en place d'un élément de type zone cohésive original pour la prise en compte des effets de couplage entre chargement cyclique et environnement (fragilisation par l'hydrogène)*

Mandana ARZAGHI, Damien HALM, Gilbert HENAFF

Contacts : mandana.arzaghi@ensma.fr, damien.halm@ensma.fr, gilbert.henaff@ensma.fr

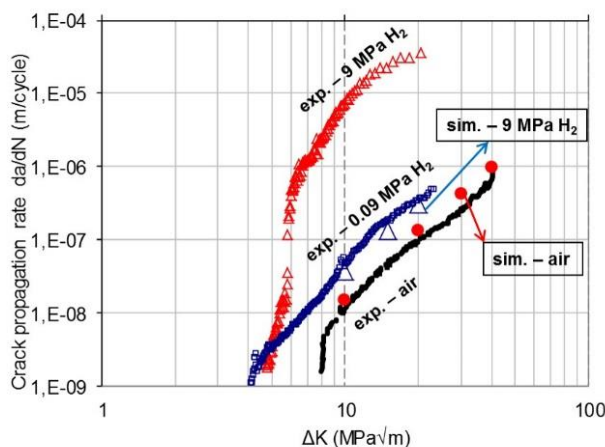
Thèse en cours : Giovambattista BILOTTA

Thèse soutenue : Clara MORICONI (2012) Modélisation de la propagation de fissure de fatigue assistée par l'hydrogène gazeux dans les matériaux métalliques

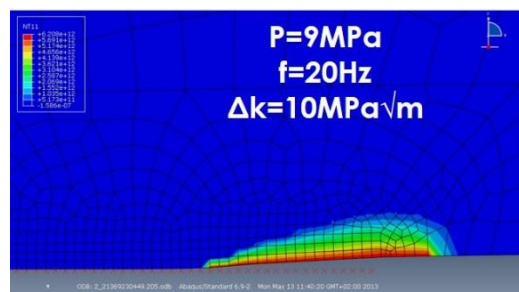
Partenariats : LaSIE La Rochelle / SINTEF Norvège

Dans un environnement hydrogénant, l'hydrogène généré par des réactions en surface puis drainé dans la zone plastifiée modifie les mécanismes de déformation et d'endommagement en pointe de fissure de fatigue dans les métaux, entraînant un abaissement important de la résistance à la fissuration du matériau par rapport à celle observée dans un environnement inerte. Cet effet a été mis en évidence, dans différentes conditions d'exposition (pression d'hydrogène, fréquence de sollicitation), à l'aide d'un équipement spécialement conçu à cet effet (HYCOMAT).

En s'appuyant sur ces données expérimentales et afin de fournir un outil de simulation de ces phénomènes complexes apte à estimer la durabilité des structures en conditions de fonctionnement, une modélisation de la fragilisation par hydrogène a été développée à une échelle macroscopique dans le cadre de la mécanique de l'endommagement. Un modèle de fissuration utilisant l'approche de la zone cohésive a été initié et implémenté dans un code de calcul par éléments finis. Une loi de traction-séparation spécifique adaptée aux chargements cycliques, et dont les paramètres sont influencés par la concentration locale en hydrogène, a été développée. La diffusion de l'hydrogène dissous dans le volume du matériau est modélisée par une équation de diffusion couplée, qui tient compte de l'influence de la contrainte hydrostatique et du piégeage de l'hydrogène. Une loi élastoplastique, dont le seuil dépend de la concentration en hydrogène, est utilisée pour modéliser le comportement mécanique du matériau en dehors du trajet de fissuration. L'association de ces outils permet de rendre compte de l'action délétère de l'hydrogène sur la vitesse de fissuration. Elle fournit également des éléments d'interprétation qualitative des mécanismes d'endommagement en pointe de fissure.



Simulation de la vitesse de propagation de fissure :
influence de la pression d'hydrogène



Profil de concentration d'hydrogène en pointe
de fissure dans une éprouvette CT

Publications :

Z. SUN, G. BENOIT, C. MORICONI, F. HAMON, D. HALM, F. HAMON, G. HENAFF « Fatigue crack propagation under gaseous hydrogen in a precipitation-hardened martensitic stainless steel » (technical communication), **International Journal of Hydrogen Energy**, 36, p.8641-8644, 2011

Z. SUN, C. MORICONI, G. BENOIT, D. HALM, G. HENAFF « Fatigue crack growth under high pressure of gaseous hydrogen in a 15-5PH martensitic stainless steel: influence of pressure and loading frequency », **Metallurgical and Materials Transactions A**, 44 (3), p.1320-1330, 2013

C. MORICONI, G. HENAFF, D. HALM « Cohesive zone modelling of fatigue crack propagation assisted by gaseous hydrogen in metals », **International Journal of Fatigue**, 68, p.56-66, 2014