

Étude de la fragilisation par hydrogène des aciers par méthode ultrasonore

La fragilisation par l'hydrogène est un mécanisme de dégradation qui implique la pénétration d'hydrogène dans un acier pouvant réduire la ductilité et la capacité de charge, conduisant à des fissures et des ruptures fragiles pour des contraintes inférieures à la limite d'élasticité des matériaux sensibles [1-2].

Il existe différentes méthodes de Contrôle Non Destructif (CND) pour suivre l'intégrité des structures pendant leur utilisation. La propagation des ondes acoustiques et élastiques dans un milieu fini avec une faible atténuation donne lieu à des signaux complexes contiennent des informations quantitatives et qualitatives sur les propriétés du milieu. Par conséquent, des techniques d'extraction de données appropriées peuvent être avantageusement exploitées pour la caractérisation structurale.

L'objectif de ce stage est l'étude du mécanisme de fragilisation par l'hydrogène dans les aciers. Il s'agira de démontrer que les méthodes ultrasonores [3] offrent un moyen pertinent pour mettre en évidence un changement des propriétés structurales des aciers lié à la présence d'hydrogène. Le travail se fera en collaboration avec le Laboratoire MATEIS de l'INSA de Lyon et le Laboratoire ELyTMaX situé à l'université de Tohoku au Japon qui produiront les échantillons et apporteront leur expertise sur les mécanismes de diffusion de l'hydrogène dans les aciers.

Le travail proposé s'organisera suivant les tâches définies ci-dessous :

Dans un premier temps,

- Il s'agira de réaliser une étude et une analyse de la bibliographie et des méthodes existantes.
- Typiquement, les échantillons auront des épaisseurs de l'ordre du millimètre et quelques centimètres de côté. Il s'agira de développer et/ou d'adapter les dispositifs existants en transmission/réflexion des ondes ultrasonores pour la mesure de la vitesse et de l'atténuation des ondes ultrasonores longitudinales. Il pourra être envisagé d'examiner également la composante transverse des ondes ultrasonores.
- Un travail sur plusieurs échantillons de référence ayant les mêmes caractéristiques permettra d'évaluer la variabilité de mesure, mais aussi la précision des méthodes mises en œuvre.
- Une fois le dispositif mis en place, des caractérisations seront réalisées sur les échantillons d'acier sains et dont le taux d'exposition à l'hydrogène est contrôlé. Éventuellement, des matériaux polymères pourront être caractérisés dans le cadre de ce travail.
- Les résultats seront discutés et analysés notamment au regard de la sensibilité aux variations de chargement en hydrogène. Ils devraient permettre d'examiner des relations structure propriétés et de proposer un modèle ad hoc évaluant le taux de transformation structurale des aciers en fonction de la durée de chargement à l'hydrogène.

Dans un second temps et si les outils mis en place valident les méthodes ultrasonores. Il s'agira de développer un système d'imagerie à partir d'un échographe ouvert 64 voies, ainsi :

- De prendre en main le système d'imagerie
- De développer un module d'imagerie dans les aciers incluant les aspects liés à la formation de faisceaux
- De réaliser le test sur différents échantillons de référence et dégradés

Lieu de travail :

le stage s'effectuera au laboratoire GREMAN pôle acoustique et Piezoelectricité situé à l'INSA Centre Val de Loire à Blois. Plus de détail sur le laboratoire : <https://greman.univ-tours.fr>

Profil recherché

Niveau Master 2 (Ecole d'Ingénieur ou Université), Formation en Physique Appliquée/Électronique, Instrumentation, compétences en traitement du signal, physique des ondes et programmation.

Candidature : envoyer par mail un dossier constitué d'un CV détaillé, d'une lettre de motivation

Début du stage souhaité : février/mars 2024

Contacts :

guy.feuard@insa-cvl.fr

GREMAN, Pôle A&P

INSA Centre Val de Loire

Rue de la chocolaterie

CS 23410

41034 Blois CEDEX

hossep.achdjian@insa-cvl.fr

GREMAN, Pôle A&P

INSA Centre Val de Loire

Rue de la chocolaterie

CS 23410

41034 Blois CEDEX

Références :

1. Fan, Y.H.; Zhang, B.; Yi, H.L.; Hao, G.S.; Sun, Y.Y.; Wang, J.Q.; Han, E.-H.; Ke, W. (2017). The role of reversed austenite in hydrogen embrittlement fracture of S41500 martensitic stainless steel. *Acta Materialia*, (), S1359645417306547–. doi:10.1016/j.actamat.2017.08.011
2. Dwaipayan MALLICK Hydrogen Behavior in First and Second Generation of Advanced High Strength Steels THESE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON 2020.
3. R. J. Kažys, L. Mažeika, V. Samaitis, R. Šliteris, P. Merck, and Ž. Viliūnas, "Comparative Analysis of Ultrasonic NDT Techniques for the Detection and Characterisation of Hydrogen-Induced Cracking," *Materials*, vol. 15, no. 13, p. 4551, Jun. 2022, doi: 10.3390/ma15134551.