



## **Offre de post-doc / Ingénieur de recherche au LITEN/CEA Grenoble et LaSIE CNRS UMR 7356 / La Rochelle université**

# **Etablissement de l'équivalence pression entre l'hydrogène gazeux et électrochimique sous sollicitation mécanique pour un acier ferrito-perlitique**

### **Contexte de l'étude :**

Aujourd'hui, l'hydrogène présente un enjeu majeur dans les politiques de transition énergétique et environnementale, dans ce contexte GRTgaz vise à mettre en place un plan de déploiement et de transport de l'hydrogène H<sub>2</sub> via son réseau de transport de gaz naturel (GN). L'ambition de ce plan est d'augmenter la part d'hydrogène injecté dans le réseau tout en garantissant les conditions de sécurité et de durabilité des infrastructures. Il sera donc déterminant d'évaluer l'impact de l'hydrogène injecté et des conditions de transport (pression, mélange H<sub>2</sub>/GN) sur les caractéristiques mécaniques des aciers constituant les canalisations, cependant, cette qualification nécessite la mise en place d'infrastructures de tests relativement coûteuses et contraignantes en termes de conditions de sécurité. Pour pallier ces limitations, GRTgaz RICE, et les laboratoires LaSIE de La Rochelle université et LITEN du CEA de Grenoble se sont associés pour mettre en place une étude permettant d'établir une équivalence de pression entre hydrogène gazeux (H<sub>2</sub>) et hydrogène électrochimique (H<sub>ad</sub>) sous sollicitations mécaniques en traction simple pour un acier ferrito-perlitique.

### **Description des travaux :**

Les travaux seront menés sur un acier bas carbone de structure ferrito-perlitique, et consisteront dans un premier temps en la réalisation d'essais de traction sous hydrogène gazeux (mélange H<sub>2</sub>/GN) selon différentes conditions pression et de vitesse de déformation, puis d'analyser les modes d'endommagement par MEB et EBSD et les concentrations d'hydrogène introduites par spectroscopie de désorption thermique (TDS). De plus, des échantillons témoins seront soumis aux mêmes conditions de pression d'hydrogène en l'absence de mécanique, puis seront analysés TDS afin de quantifier l'hydrogène introduit dans l'acier. Cette démarche permettra de mettre en place une cartographie traduisant la relation entre les conditions d'hydrogénisation, les caractéristiques mécaniques et les états de l'hydrogène dans l'acier. Dans la seconde phase de cette étude, des essais de chargement électrochimique et de dosage TDS seront conduits sur des échantillons témoins selon différentes conditions (solution, densités de courants) afin d'évaluer la solubilité maximale de l'hydrogène (H<sub>ad</sub>) dans l'acier étudié, et mettre en place une « équivalence » avec les chargements gazeux en l'absence de sollicitation mécanique. Ensuite, un banc d'essai mécanique couplé à une cellule électrochimique sera mis en place afin de réaliser des essais de traction sur des éprouvettes axisymétriques sous chargement d'hydrogène par voie électrochimique (H<sub>ad</sub>) selon différentes conditions de chargement

(densité de courant) et de vitesse de sollicitation. Suivant la même démarche que pour la partie gazeuse, des analyses post-essais par MEB-EBSD et TDS seront réalisés afin de mettre en place une relation entre les états de l'hydrogène ( $H_{ad}$ ) et les caractéristiques mécaniques.

En complément à ce travail et afin d'évaluer l'impact de l'hydrogène  $H_2$  et  $H_{ad}$  sur les caractéristiques mécaniques locales, une approche locale de la rupture sera conduite en réalisant pour des conditions équivalentes de chargement  $H_2$  et  $H_{ad}$  spécifiques des essais de traction sur des éprouvettes entaillées.

Soulignons que l'impact des phénomènes de surface sur les conditions d'équivalence sera également interrogé.

A l'aide des résultats obtenus de la partie électrochimique et gazeuse, nous établirons une approche théorique avec un formalisme thermocinétique reliant la pression partielle d'hydrogène (en électrochimie) à la pression appliquée du mélange  $H_2$ /GN (en gazeux).

### **Déroulement des travaux :**

Cette étude se déroulera démarrera fin 2020 et durera 24 mois, avec une première année qui sera effectuée au sein du laboratoire LITEN au CEA de Grenoble pour la réalisation des essais sous hydrogène gazeux, puis la seconde année sera réalisée au sein du laboratoire LaSIE UMR 7356 à La Rochelle Université pour la partie électrochimique.

### **Profil recherché :**

Titulaire d'un doctorat en science des matériaux, le ou la candidat.e de sensibilité expérimentale, devra avoir de solides connaissances en métallurgie et en mécanique des matériaux métalliques (de la plasticité à l'endommagement). Un intérêt pour les approches théoriques et la modélisation par éléments finis (FEM) sera très apprécié. La maîtrise de l'anglais est indispensable.

### **Conditions de candidature :**

Curriculum Vitae détaillé avec liste de publications/conférences, et une lettre de motivation

### **Laboratoire d'accueil et contacts :**

- ❖ Laboratoire Composants et Assemblages, Liten, CEA/Grenoble  
Liten/DTBH/LCA, CEA Grenoble, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9

#### **Laurent BRIOTTET**

Tél/mail : +33 4 38 78 33 15 / [laurent.briottet@cea.fr](mailto:laurent.briottet@cea.fr)

- ❖ Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement LaSIE CNRS UMR 7356  
La Rochelle Université, Avenue Michel Crépeau, 17042 La Rochelle

#### **Abdelali OUDRISS**

Tél/mail : +33 5 16 49 65 31 / [abdelali.oudriss@univ-lr.fr](mailto:abdelali.oudriss@univ-lr.fr)

#### **Xavier FEAUGAS**

Tél/mail : +33 5 16 49 82 11 / [xavier.feugas@univ-lr.fr](mailto:xavier.feugas@univ-lr.fr)