

# **Etude de l'anisotropie de comportement et de rupture des connexions filetées à haut grade**

## **Sujet de stage DMS**

**Encadrants :** Y. Madi, D. Missoum, F. Gaslain, J. Besson (Mines ParisTech), M. Haboussi (Paris 13), H. Nouri (Vallourec)

**Lieux du stage :** Centre des Matériaux P.-M. Fourt (Evry), LSPM Paris 13 (Villetaneuse) et Vallourec (Aulnoye-Aymeries)

### **Contexte industriel :**

Leader mondial de la production de tubes sans soudure en acier, le Groupe Vallourec compte six centres de recherche à travers le monde, dont deux centres de recherche en France à Aulnoye-Aymeries (VRCC : Vallourec Research Center Connections et VRFC : Vallourec Research Center France). Ces deux centres d'excellence sont consacrés à la métallurgie, à la résistance, à la corrosion, aux traitements de surface, aux simulations numériques de produits et procédés, aux contrôles non destructifs, aux procédés thermiques et aux développements et validation des nouvelles connexions filetées.

Les tubes destinés à être utilisés dans des applications « exploration/extraction de pétrole et gaz » sont assemblés par des connexions filetées. Celles-ci sont conçues pour résister à des chargements mécaniques très sévères (tension, compression, pression intérieures et extérieure), et des essais en vraie grandeur sont réalisés afin de qualifier une connexion et garantir le maintien d'une étanchéité au gaz malgré ces divers chargements. Lors de ces essais, après avoir réalisé une batterie d'essais normés, les connexions sont sur-sollicitées jusqu'à la rupture. Ces dernières années, des faciès de rupture non conventionnels sont apparus.

Cette étude vise à développer une stratégie robuste de caractérisation et de prédiction des propriétés des matériaux métalliques à hauts grade plus une méthodologie qui permettra de simuler l'endommagement (amorçage et propagation de fissures) des connexions. Cette étude permettra de renforcer le dialogue essais calcul pour améliorer les modèles utilisés aujourd'hui et de renforcer le dialogue design calcul pour éviter des casses de connexions en phase de développement.

### **Déroulement du stage**

Dans l'étude proposée, on développera les techniques expérimentales nécessaires pour obtenir les propriétés d'un matériau à haut grade à l'aide d'éprouvette directement prélevées dans les zones où la rupture est observée. Pour ce faire, les différents segments seront tout d'abord attaqués chimiquement pour révéler leurs microstructures, évaluer les propriétés locales à l'aide de filiation de dureté, étudier les propriétés chimiques locales. Il sera alors possible de sélectionner les différentes zones d'études. Une piste a priori d'études consistera à évaluer les propriétés d'anisotropie de comportement et de rupture de ces matériaux à haut grade. Pour

cela, les éprouvettes testées seront de type : (i) éprouvette de traction lisse directionnelle, (ii) éprouvette entaillée axisymétrique pour étudier l'effet de la triaxialité, (iii) éprouvette de cisaillement pour étudier la rupture pour des triaxialités faibles (iv) éprouvette entaillée en déformation plane pour étudier l'effet du paramètre de Lode, (v) éprouvette Charpy. Les différents essais seront réalisés avec un suivi en continu par une caméra pour appliquer des techniques de corrélation d'images. Ces résultats seront intégrés à une base de données ; qui servira à ajuster des lois de comportement. On utilisera la méthode des éléments finis pour simuler cette base d'essais et également pour étudier l'effet de l'anisotropie sur le comportement de la connexion.

Cette étude se fera en collaboration avec le laboratoire LSPM de l'université Paris 13.