

Influence des forts niveaux de pré-déformation sur l'amorçage et la propagation en fatigue

Lieu du stage : Centre des Matériaux et ENGIE (Saint-Denis)

Encadrants : Yazid Madi et Nikolay Osipov (MINES ParisTech) et Gérard Nespoulos (ENGIE)

Mots-clés : Fissuration, pré-déformation, fatigue, durée de vie résiduelle, calculs par éléments finis.

Contexte de l'étude

Au sein du CRIGEN* d'ENGIE, le pôle Canalisations travaille sur l'intégrité des canalisations de transport de gaz pour des clients en France et à l'étranger. Celles-ci sont soumises à des efforts provenant d'une utilisation normale (variations de pression dues à la distribution) et d'événements exceptionnels (contact avec un engin de chantier, déplacement d'une tuyauterie présentant des soudures), qui peuvent faire naître des fissures. Dans ce cas, il est important d'évaluer la capacité du pipeline à résister aux chargements en service (pression interne) comme suite aux forts niveaux de déformation atteints après un enfoncement. Il est aussi important à ce stade de maîtriser la façon dont celles-ci sont susceptibles de se développer, afin de planifier des plans de maintenance et la réparation éventuelle. Ceci nécessite une étape de modélisation numérique, qui doit être précédée par une étape de caractérisation expérimentale. Le CRIGEN dispose à la fois de codes de calcul par éléments finis (Abaqus, Code_Aster, du module de propagation de fissures Z-cracks du code Z-set) et d'un laboratoire d'essais mécaniques.

Objectifs du projet

Le stage a pour but d'évaluer de manière exploratoire l'effet des forts niveaux de déformation sur la fatigue. Une démarche expérimentale et numérique sera adoptée pour étudier cet effet à la fois sur la phase d'initiation et sur la phase de propagation des fissures. La modélisation sera conduite à l'aide du module Z-cracks déjà implémenté dans la chaîne de calcul d'intégrité des canalisations métalliques du CRIGEN.

Dans un premier temps, le stagiaire mettra en œuvre une méthodologie expérimentale pour pré-déformer fortement (> 30%) un matériau modèle dans lequel seront extraites des éprouvettes de fatigue. Les phases d'amorçage et de propagation seront étudiées. Une comparaison des lois de fatigue sera réalisée en regard des résultats sur le matériau non déformé.

Dans un deuxième temps, le stagiaire participera à l'identification des paramètres des modèles numériques. Il tentera également d'identifier un critère permettant de prendre en compte l'effet de la pré-déformation pour retrouver les tendances expérimentales observées. Enfin, il participera à la modélisation d'exemples de fissures sur tubes pré-déformés déjà réalisés au CRIGEN.

* Le CRIGEN est le centre de R&D et d'expertise opérationnelle dédié au gaz, aux nouvelles énergies et aux nouvelles technologies.