

Mastère Spécialisé

Design des Matériaux et des Structures

(DMS)

OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2024/2025

Encadrement

Alexandre Perrot (GRTgaz), Yazid Madi, Cécilie Duhamel et Abdennour Meddour (MINES PARIS)

Titre

Détermination des Potentiels Limites pour la Protection Cathodique des Canalisations de Gaz : Prévention de la Fragilisation par l'Hydrogène

Contexte

Les canalisations enterrées de transport de gaz sont protégées contre la corrosion par la protection cathodique qui consiste à polariser cathodiquement l'acier au niveau des défauts de revêtement ouverts. Ce faisant, les réactions de réduction des oxydants (O_2 , H_2O , CO_2 , H_2S , ...) présents dans l'eau souterraine sont accélérées et inversement, la réaction de dissolution anodique du fer est ralentie. Néanmoins, la réaction de réduction de l'eau conduit à la formation d' H_2 qui peut être absorbé par l'acier et entraîner un abattement de ses performances mécaniques (phénomène de Fragilisation Par l'Hydrogène). C'est pourquoi il convient de ne pas trop polariser les canalisations en service pour ne pas faire porter un risque trop important à leur intégrité. La norme NF EN ISO 15589-1 relative à la protection cathodique recommande d'ailleurs aux opérateurs de réseaux de réaliser des essais pour déterminer expérimentalement la valeur d'un « **potentiel limite** » à ne pas dépasser pour ne pas trop fragiliser l'acier.

Objectif et travail proposé

Ce projet de recherche vise donc à définir un ou des potentiel(s) limite(s), à ne pas dépasser pour ne pas fragiliser trop fortement les aciers de canalisation. Il fait suite à un premier Mastère DMS réalisé en 2024 sur le même sujet réalisé à l'école des Mines et en collaboration avec le centre de recherche de GRTgaz (RICE).

Pour répondre à cet objectif, nous utiliserons des éprouvettes de type CT soumises à un plan d'expérience faisant varier le potentiel de polarisation, les conditions environnementales (composition de l'électrolyte) et des paramètres métallurgiques (dureté, grade de l'acier, soudures, ...). Nous réaliserons sur ces dernières des mesures de ténacité en conditions quasi-statiques ou de vitesses de fissuration en conditions cycliques. Nous mettrons en place un banc de traction horizontal associé à un banc de chargement électrolytique pour réaliser ces essais. En parallèle, nous utiliserons un modèle de simulation pour étudier la propagation de la fissure et l'influence du potentiel de chargement et des conditions environnementales sur cette propagation. Les résultats de cette étude nous permettront de mieux comprendre les mécanismes de la fragilisation par l'hydrogène des pipelines sous protection cathodique et de proposer des mesures pour améliorer leur résistance à cette dégradation. Pour répondre à cet objectif, nous utiliserons des éprouvettes de type CT soumises à un plan d'expérience faisant varier le potentiel de polarisation, les conditions environnementales (composition de l'électrolyte) et des paramètres métallurgiques (dureté, grade de l'acier, soudures, ...). Nous réaliserons sur ces dernières des mesures de ténacité en conditions quasi-statiques ou de vitesses de fissuration en conditions cycliques. Nous mettrons en place un banc de traction horizontal associé à un banc de chargement électrolytique

pour réaliser ces essais. En parallèle, nous utiliserons un modèle de simulation pour étudier la propagation de la fissure et l'influence du potentiel de chargement et des conditions environnementales sur cette propagation. Les résultats de cette étude nous permettront de mieux comprendre les mécanismes de la fragilisation par l'hydrogène des pipelines sous protection cathodique et de proposer des mesures pour améliorer leur résistance à cette dégradation.

Compétences et profil demandé

Le sujet convient à un candidat ayant un profil mécanique des matériaux et des structures avec un goût prononcé pour la mécanique expérimentale. Conditions : Ingénieur et/ou Master recherche - Bon niveau de culture générale et scientifique. Bonnes capacités d'analyse, de synthèse, d'innovation et de communication. Qualités d'adaptabilité et de créativité, de la rigueur et de l'autonomie.