

Origine de la multi-fissuration en fatigue de canalisations comportant des enfoncements

Sujet de stage DMS

Encadrants : Y. Madi, A. Meddour, Hayet Abdesselam (GRTgaz)

Lieux du stage : Centre des Matériaux et Rice-GRTgaz (Villeneuve-la-Garenne)

Contexte et objectifs du stage

Le cadre réglementaire, dans lequel GRTgaz évalue la durée de vie des canalisations avec défauts (i.e. le code ARD), impose de garantir la tenue des défauts pour un chargement en fatigue de 30 000 cycles entre 4/7 PMS et PMS, 30 000 cycles correspondent à la limite de la zone de **fatigue oligocyclique** (à faible nombre de cycles). Des critères d'analyse en fatigue, permettant d'évaluer la tenue de différentes typologies défauts, ont été établis dans ce cadre, parmi lesquelles les défauts de type "enfouissement". Ces critères ont été systématiquement validés à partir d'essais hydrauliques pleine échelle réalisés sur des capacités comportant des enfoncements, pour la plupart créés via un indenteur.

Parmi l'ensemble des essais réalisés, ayant conduit à une fuite avec un chargement de fatigue uniforme (P_{\min} et P_{\max} constants tout le long de l'essai), un seul point expérimental semble atypique, associé au seul défaut ayant fui pour un chargement de fatigue inférieur ou de l'ordre de grandeur du chargement de référence. Tous les autres essais ont fui pour des taux de chargement beaucoup plus importants (de l'ordre du double).

Afin de comprendre les phénomènes mis en jeu sur cet essai en particulier, deux autres enfoncements ont été créés à l'identique du premier sur la même capacité (matériau identique), puis cyclés en fatigue (chargement identique). Les résultats obtenus sur les trois essais montrent une bonne répétabilité, i.e. amorçage de fissures au niveau de l'enfoncement puis défaillance en-dessous des 30 000 cycles de référence. Le chargement subi par ce tube reste néanmoins très supérieur à celui observé en réalité sur le réseau.

L'objet du mastère DMS est de comprendre les mécanismes de rupture permettant d'expliquer le comportement observé sur les trois enfoncements pour ce matériau en particulier.

Déroulement du stage

- Caractérisation métallurgique de la nuance d'acier avec analyses chimiques pour déterminer la composition.
- Caractérisation mécanique en traction et en fatigue
- Expertise métallographique de la zone de multi-fissuration et reconstitution 3D de la fissure par micro-tomographie X.
- Modélisation élément finis de l'essai structure et confrontation à l'expérience. La modélisation sera conduite à l'aide du module Zcracks du code de calcul Z-set déjà implémenté dans la chaîne de calcul d'intégrité des canalisations métalliques du GRTgaz.



Figure 1: Exemple de fissuration par fatigue d'une capacité après enfoncement.