



Formation Spécialisée MASTERE DMS Design des Matériaux et des Structures

OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2023/2024

Encadrement

Pierre JOLY (Framatome), Eric Andrieu (CIRIMAT), Jacques Besson, Régis Kenko, Pierre Kerfriden, Basile Marchand (CDM – Mines Paris)

Titre

Essais mécaniques non-conventionnels pour la digitalisation des aciers de forge en présence de zones ségréguées

Contexte

Les essais de résilience Charpy sont utilisés dans l'industrie nucléaire pour certifier les pièces forgées. Cependant, les résultats de ces essais présentent une variabilité forte dans certaines configurations de forgeage sur des pièces de très grandes réalisées par Framatome à l'usine du Creusot (<https://www.framatome.com/EN/businessnews-276/framatome-components--creusot-forge-global-specialist-in-heavy-components.html>). Des études préliminaires ont montré que l'acier forgé est fortement hétérogène à l'échelle microscopique. Les hétérogénéités, due à la ségrégation de certains éléments chimiques pendant la succession de procédés thermomécaniques mis en jeu lors du forgeage, sont la cause principale de la variabilité observée sur les résultats d'essais de résilience.

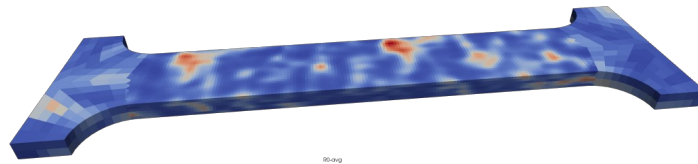
Objectif et travail proposé

Framatome et l'École des Mines travaillent activement à l'élaboration d'un jumeau numérique permettant de mieux appréhender cette variabilité par une approche alliant simulation numérique et méthodes statistiques. Le stage de DMS viendra nourrir ce jumeau numérique par des essais non-conventionnels permettant d'identifier les champs de paramètres du modèle élasto-plastique représentant le matériau ségrégué.

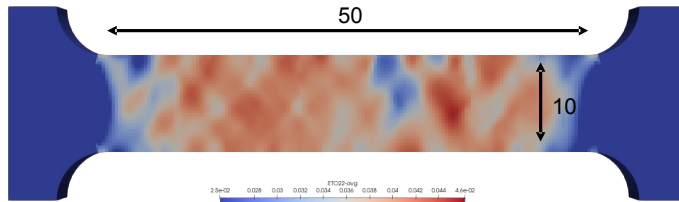
Les trois actions suivantes sont envisagées :

- Etude bibliographique ;
- Réalisation d'essais de traction sur éprouvettes fines en aciers ségrégués avec suivi des champs de déformations par corrélation d'image (DIC) ;
- Identification, par approche inverse à partir des résultats de DIC, des paramètres de la loi de plasticité en fonction des niveaux de ségrégation chimique de l'acier ;
- Réalisation d'essais de traction sur micro-éprouvettes entaillées afin de caractériser le comportement à rupture des phases ségréguées.

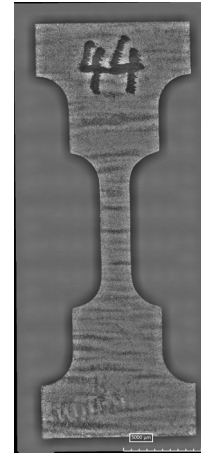
Les essais de traction sur micro-éprouvettes entaillées seront réalisés au CIRIMAT (Toulouse), dans une visite à prévoir d'un à deux mois selon les besoins de l'étude.



(a) Champ de ségrégations chimiques



(b) Essai simulé de traction, avec comportement élasto-plastique hétérogène identifié grossièrement



(c) Mini-éprouvette

Profil demandé

Capacité d'analyse et de synthèse, de la rigueur de l'autonomie et une grande force de proposition. De bonnes connaissances en mécanique et matériaux. De bonnes connaissances et appétence pour la simulation des matériaux et le dialogue essais-calcul.

Une bonne connaissance de la programmation (Python et/ou C++).

Mobilité géographique à prévoir (voir descriptif).