

[Sujet de post-doctorat de 24 mois]

Optimisation de la résilience d'aciers par un meilleur contrôle des liens entre mise en œuvre, microstructure et propriétés à rupture

Contexte

Dans le cadre de la transition énergétique, le **stockage de carbone** (Carbone Capture Utilisation and Storage – CCU&CCS) ou **de l'hydrogène gazeux** vont nécessiter la fabrication de cuves spécifiques dont les propriétés (notamment la résilience) devront être assurées à **basse température**. Jusqu'alors, les aciers pour appareils à pression étaient plutôt conçus pour des tenues à chaud sur de longue période (fluage). Des aciers répondant aux exigences de résiliences à basse température existent (comme le 9%Ni utilisé pour les réservoirs cryogéniques) mais restent trop **chers** pour les marchés visés. La question est donc posée de savoir **comment les aciers au carbone ferritiques pourraient satisfaire ces nouveaux requis**.

Pour améliorer la résilience des aciers ferritiques à basse température, il faut donc revisiter certaines étapes de fabrication spécifiques aux appareils à pression. Les tôles sont mises en forme et assemblées par soudage qui est l'une des principales étapes source de fragilisation. A l'issue du soudage, des traitements thermiques de détensionnement (TTD) sont appliqués afin d'adoucir la zone affectée thermiquement par le soudage et d'homogénéiser les contraintes dans les composants soudés. Pendant ce traitement, la matière, produite via laminage à chaud et livrée à l'état normalisé ou trempé et revenu, subira un traitement thermique de type revenu qui dégrade les propriétés obtenues à l'état de livraison et en particulier la résilience. Malheureusement, l'évolution de la résilience lors de ces traitements, et plus généralement, les relations process/microstructure/résilience sont mal connus/compris pour les aciers au carbone ferritiques.

Ce projet vise à combler ce manque pour (i) répondre à un besoin clairement en lien avec L'Objectif de Développement Durable (ODD) 7 définit par l'ONU, (ii) pour assurer une meilleure indépendance énergétique en France, et, (iii) pour renforcer l'emploi en France lié à la fabrication de ces aciers.

Un des intérêts de ce projet est la **forte interaction avec le partenaire industriel**, tant en recherche-développement qu'en production. Les travaux seront réalisés principalement au **laboratoire MATEIS à l'INSA de Lyon** et en partie au sein d'**Industeel**, au Centre de Recherches des Matériaux au Creusot. Un projet jumeau (Industeel / **École des Mines**) portera sur le lien microstructure/résilience. Les deux post-doctorant(e)s auront certainement des occasions d'interagir au cours du projet.

Déroulement des travaux

L'étude consiste à utiliser des techniques avancées de caractérisation de matériaux couplées à de la modélisation thermocinétique et des techniques de Big Data pour trouver, parmi le plus grand nombre des paramètres process et microstructuraux, lesquels jouent un rôle déterminant dans la dégradation des propriétés mécaniques après TTD.

L'évolution de la microstructure et les mécanismes de dégradation des résiliences après TTD seront étudiés sur des **aciers de fabrication industrielle** et des **matériaux modèles** avec différents éléments d'addition et microstructures de départ : ferrite-perlite, bainite, martensite, *etc.* Cette analyse permettra d'identifier des **éléments microstructuraux d'intérêt** et de les faire **varier**, par exemple par traitement thermique, pour obtenir des **microstructures « modèles »** qui permettront de tester les hypothèses émises sur les liens entre microstructure et résilience. Une partie des travaux s'attachera enfin à **modéliser** ces liens pour **capitaliser** ces acquis et à **proposer** des traitements thermiques réalisables sur **site de production**.

[Sujet de post-doctorat de 24 mois]

Profil recherché

Titulaire d'un **doctorat** en sciences des matériaux, la personne recrutée possèdera une solide formation en **métallurgie** (si possible, des aciers) et de bonnes notions de **métallurgie physique**. Le(la) jeune docteur(e) peut être un(e) étudiant(e) étranger(ère) avec un diplôme français, un(e) étudiant(e) français(e) avec un diplôme français ou un(e) étudiant(e) français(e) avec un diplôme étranger de grade équivalent.

Un goût prononcé pour les **travaux expérimentaux** est indispensable, ainsi qu'une capacité d'initiative et de proposition de campagnes d'essais. Une expertise en **métallographie**, **microscopie** (MEB) ou **modélisation** serait bienvenue.

Compétences acquises / mises en œuvre au cours du projet

Le projet fournira un solide complément de formation en **métallurgie physique** : caractérisation microstructurale, transformations de phases, modélisation. Ce type de profil est **très recherché par l'industrie**.

En plus des activités de recherche, la personne recrutée sera en **interaction étroite avec les unités de production** (services méthodes). Elle sera donc fortement sensibilisée à l'industrialisation des solutions élaborées en recherche- développement. Elle sera entraînée à travailler en **autonomie** et à prendre des **initiatives** dans son projet de recherche, tout en s'appuyant sur son encadrement (académique et industriel) en tant que de besoin. Elle élargira son **réseau professionnel** tant vers l'industrie que vers les laboratoires académiques (INSA Lyon et MINES Paris). Certains résultats pourront être publiés en **conférence** et dans des **revues** scientifiques. En fonction du déroulement du projet et de l'évolution du contexte sanitaire et économique, Industeel et ArcelorMittal peuvent être amenés à proposer un poste au titulaire du post-doctorat.

Conditions particulières

- Projet de 24 mois devant impérativement démarrer avant mi-décembre 2021.
- Jeune docteur(e) ayant obtenu son doctorat en 2019-2020 ou 2020-2021.
- Salaire : **2200 € NET**.
- Déroulement des travaux : 70% au laboratoire MATEIS (INSA-Lyon) et 30% chez Industeel (Le Creusot). [Répartition du temps à décider plus en détail une fois le recrutement finalisé.]
- Encadrement par Sophie Cazottes (Sophie.Cazottes@insa-lyon.fr), Véronique Massardier (Veronique.Massardier@insa-lyon.fr) et Michel Perez (Michel.Perez@insa-lyon.fr) à MATEIS/INSA-Lyon et par Evelyne Guyot (evelyne.guyot@arcelormittal.com) et Ian Zuazo (ian.zuazo@arcelormittal.com) chez Industeel.

Dossier de candidature¹

- CV et lettre de motivation décrivant vos appétences et compétences pour le projet
- Résumé des travaux de thèse
- Coordonnées de 3 contacts, avec leurs fonctions
- Copie du diplôme de doctorat et du rapport de soutenance de thèse ou équivalent pour les diplômes étrangers

¹ A envoyer avant le 15 octobre 2021 en 1 document pdf (maximum 5 pages) à : Michel.Perez@insa-lyon.fr