

Stage : Etude de l'évolution de la microstructure des aciers C-Mn du circuit secondaire principal des REP

Description de l'offre

Le circuit secondaire des réacteurs à eau pressurisée (REP) assure le transport de l'eau entre le générateur de vapeur et la turbine génératrice d'électricité. Ce circuit est fabriqué en acier C-Mn microallié au Nb et V. Ces aciers doivent respecter un ensemble de critères définis dans des spécifications concernant leurs propriétés mécaniques, notamment celles de traction et de résilience.

La microstructure recherchée qui permet de satisfaire ces critères est ferrito-perlitique. Celle-ci est obtenue par un traitement thermique spécifique appliqué à l'issue de la mise en forme des composants. Il consiste en une réausténitisation suivi d'un refroidissement adapté à la géométrie de la pièce, éventuellement suivi d'un revenu. Cependant, les inhomogénéités chimiques héritées de la solidification et les paramètres de traitement thermique non optimisés peuvent conduire à la formation de micro-constituants aciculaires (ferrite aciculaire et bainite) qui peuvent augmenter la sensibilité du matériau à un phénomène de fragilisation au revenu réversible dégradant les propriétés mécaniques recherchées.

Le sujet de stage propose d'étudier le lien entre la composition chimique du matériau, les paramètres du traitement thermique et la formation de la microstructure des aciers C-Mn microalliés au Nb et V. Ce stage est préparatoire à une thèse qui s'inscrit dans la continuité et doit démarrer à l'automne 2026, dans l'éventualité où le stagiaire serait intéressé par la poursuite en thèse, il pourra candidater pour la thèse.

Le travail de stage consistera en :

- 1) Etat de l'art sur la genèse des microstructures dans ces nuances
- 2) Réalisation d'études expérimentales pour caractériser l'évolution de la microstructure (transformation de phase et évolution de la taille de grains austénitiques) au cours des traitements thermiques :
 - a. Traitement thermique par dilatométrie
 - b. Caractérisation des matériaux (mesures de la composition chimique et imagerie en microscopie optique et électronique)
- 3) Analyse des résultats expérimentaux et vérification de l'adéquation des modèles existants permettant prédire les évolutions microstructurales

Le stage proposé s'effectuera au sein d'EDF R&D sur le site d'EDF Lab Les Renardières, dans le département Matériaux et Mécanique des Composants (MMC), en collaboration avec le laboratoire SIMaP à Grenoble. Le stage s'inscrit dans le projet R&D dédié à la maîtrise des fabrications des composants des circuits primaire et secondaire des réacteurs d'EDF.

Le stagiaire évoluera dans un environnement technique exigeant, et sera encadré par les ingénieurs chercheurs. Il devra aussi interagir ponctuellement avec d'autres membres de l'équipe de recherche.

Lieu

EDF R&D, site des Renardières (Moret-Loing-Et-Orvanne - 77) et quelques missions ponctuelles au SIMaP de Grenoble. Le site des Renardières se trouve à proximité de Fontainebleau. Accessible en train depuis Paris - Gare de Lyon (ligne R – 45 min de trajet + transports en commun).

Rémunération

Gratification de stage attractive, prime de logement ainsi que les indemnités de déplacement sont prévues pour tous les stages EDF. Une indemnité forfaitaire couvrant les frais de logement et déplacement est prévue pour tous les stages EDF.

Durée du stage : 5 à 6 mois à compter de Février 2026.

Profil souhaité : Niveau de formation : Bac + 4 / Bac + 5. Profil souhaité : Le(a) candidat(e) devra avoir une bonne compréhension de la formation des microstructures dans les aciers. Des connaissances en métallurgie des aciers et traitement thermiques seront appréciées. Une expérience antérieure de caractérisation microstructurale et/ou d'utilisation du logiciel ThermoCalc sera un avantage.

Compétences attendues :

- Connaissances de la métallurgie des aciers ;
- Maîtrise de l'anglais nécessaire pour prendre connaissance d'articles scientifiques.
- Appétence pour l'expérimental et la recherche
- Esprit d'initiative, rigueur, aptitude à travailler en équipe.
- Bonne communication et aisance rédactionnelle.

Candidature :

Merci d'adresser CV, relevé de notes, et lettre de motivation conjointement à :

flore.villaret@edf.fr

antoine.facco@edf.fr

arina.marchenko@edf.fr