

## Thèse Cifre: Ségrégation aux joints de grains austénitiques dans les aciers faiblement alliés

### Vos missions

Afin d'atteindre les caractéristiques mécaniques requises pour les pièces forgées en acier faiblement allié (type 18 MND 5), une microstructure bainito-martensitique est recherchée lors du traitement thermique de trempe (TT), réalisé après les opérations de forgeage. Avec l'augmentation de l'épaisseur (> 150 mm) des gros composants pour les centrales EPR, l'obtention d'une microstructure bainito-martensitique devient, de plus en plus, un défi pour les métallurgistes. Il est de ce fait nécessaire de développer des nouvelles connaissances sur la métallurgie de ces aciers.

La maîtrise de la ségrégation aux joints de grains austénitiques (JGy) lors du TT est un moyen intéressant pour augmenter l'aptitude de l'acier à ne pas subir de transformation de l'austénite en ferrite (trepabilité). De récents progrès dans la compréhension des mécanismes de ségrégation et les conséquences sur la trempabilité ont été faits, notamment grâce à l'utilisation des techniques expérimentales plus performantes, notamment la sonde atomique tomographie. Cependant, ces travaux portent notamment sur la ségrégation du bore dans les aciers laminés (faible épaisseur : < 5 mm). Au contraire, la ségrégation des solutés dans les aciers faiblement alliés utilisés fabriquer des gros composants forgés restent peu étudiés.

Le but de ce travail de thèse, à la fois industriel et académique, est de mesurer et comprendre les effets des paramètres clés du TT sur l'état de ségrégation aux JGy et sur la trempabilité des gros composants forgés en acier faiblement allié.

L'objectif de cette thèse est de comprendre tous les phénomènes (diffusion, précipitation, ségrégation et interaction entre les éléments), qui interagissent entre eux, intervenant sur la ségrégation et ainsi être capable de prédire l'état de ségrégation aux JGy lors du traitement thermique de trempe (TT) et son effet sur la trempabilité.

Pour ce faire, les travaux seront essentiellement dédiés à la simulation expérimentale, qui consistera principalement en la quantification de la distribution chimique des solutés (précipités, en solution solide et ségrégés) en fonction des conditions du TT. La sonde atomique tomographique et la microscopie électronique en transmission seront au cœur de ces travaux.

En support à ces travaux expérimentaux, les moyens de modélisation existants (couplant les phénomènes de diffusion et de ségrégation d'équilibre) seront utilisés et optimisés pour interpréter les résultats expérimentaux.

### Vous êtes

Cette thèse CIFRE, qui s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre FRAMATOME et l'Institut Matériaux Microélectronique Nanoscience de Provence (IM2NP), se déroulera principalement au sein de l'IM2NP à Marseille avec des points de rendez-vous réguliers dans les locaux de Framatome à La Défense.

Le profil recherché est celui d'un ingénieur orienté « Science des Matériaux » avec des connaissances en métallurgie. Les qualités attendues sont les suivantes :

- intérêt fort pour la métallurgie physique et pour le travail expérimental,
- goût pour la modélisation est un plus,
- curiosité et attrait pour la démarche scientifique,
- bonne aptitude à la communication écrite et orale,
- capacité d'écoute et d'adaptation.