



OFFRE DE THESE

Développement par métallurgie des poudres d'alliages à haute entropie : effet de la nitruration sur la microstructure et les propriétés mécaniques

Contrairement aux matériaux métalliques classiques qui sont basés sur un seul élément chimique majoritaire, les alliages à forte entropie (HEA, *high entropy alloys*) ou « alliages concentrés à composition complexe » (CCA, *concentrated complex alloys*) contiennent au moins 5 éléments chimiques, en proportions quasi égales. Une telle composition permet parfois de stabiliser une solution solide dont les propriétés sont uniques : par ex. l'"*alliage de Cantor*", CoCrFeMnNi, montre une augmentation simultanée de la limite d'élasticité (Re) et de l'allongement à la rupture (A%). Il présente aussi une résistance aux chocs supérieure à celle des aciers inoxydables classiques. Les propriétés originales de ces alliages permettent d'en attendre des applications dans des domaines les plus exigeants tels que l'aéronautique ou le nucléaire.

Ce projet de thèse de doctorat vise à concevoir et à développer (par la voie numérique validée expérimentalement) **de nouveaux alliages de type HEA/CCA sans cobalt**. En particulier, le doctorant étudiera **l'influence de l'élément azote** en tant qu'élément d'alliage - associé à la présence d'autres éléments métalliques : Nb, V, Ti, Al - sur les propriétés de ces alliages. Deux effets de la présence de l'azote sont attendus : (i) la possibilité de modifier l'étendue de la solution solide ; (ii) un durcissement du matériau, par effet de solution solide ou par des nitrures.

Le projet comporte des volets numériques (modélisation thermodynamique ; logiciels ThermoCalc et Prisma/Dictra) et expérimentaux. La partie expérimentale comporte la préparation (atomisation) et caractérisation des poudres, leur nitruration, ainsi que leur consolidation par compression isostatique à chaud (CIC) ou fabrication additive (SLM). L'étape principale de l'étude consistera en une caractérisation complète des matériaux, en ce qui concerne leur comportement mécanique (dureté, traction, usure) et leur microstructure (MEB, EBSD, DRX, MET) ; cette étude mènera à la compréhension et à une modélisation des effets de l'azote.

Le/la doctorant(e) sera basé(e) à LGF-MINES St-Etienne, avec des périodes de mobilité au CEA-Grenoble et MATEIS-Lyon, sur une durée totale cumulée d'environ 10 mois. Certains essais de caractérisation sont également prévus à Framatome (Le Creusot). Une collaboration avec IMN Nantes pour la partie modélisation thermodynamique est prévue.

PROFIL DU CANDIDAT

Diplôme requis : Ingénieur ou Master en Science des Matériaux ou Mécanique des Matériaux, ou Métallurgie/Procédés

Compétences requises : transformations des phases, microstructure et comportement mécanique des matériaux. La maîtrise de la langue anglaise est nécessaire.

Autres : Adaptabilité, goût pour travail expérimental, capacité à travailler en équipe. Motivé(e) par une étude appliquée, en lien avec un industriel.

MODALITES PRATIQUES

Type de contrat: CDD 3 ans, MINES St-Etienne (contrat doctoral)

Salaire mensuel net: environ 1600 €

Date limite de candidature souhaitée: 30 juin 2019

Début souhaité du contrat: 1 octobre 2019

Encadrement : A. Fraczkiewicz (LGF), *directrice de thèse*, X. Boulnat (Mateis) et E. Rigal (CEA LITEN), *co-encadrants*.

Candidature: CV (1 page) et lettre de motivation (1 page) à : anna.fraczkiewicz@emse.fr