

Formation Spécialisée MASTERE DMS Design des Matériaux et des Structures

OFFRE DE SUJET MASTERE DMS 2023/2024

Encadrement

Julien Flament (LeBronzeAlloys), Yves Bienvenu et Anne-Françoise Gourgues-Lorenzon (Centre des Matériaux – Mines Paris PSL/CNRS)

Titre

Interaction entre microstructure et comportement mécanique d'alliages de cuivre à haute résistance mécanique

Contexte

Les cupro-bérylliums, alliages de cuivre et de béryllium durcis par précipitation, sont largement utilisés dans l'industrie mécanique, la connectique, l'électromécanique, l'aéronautique, etc. pour leur excellente résistance mécanique, leur bonne conductivité électrique, leur résistance à la corrosion et leur compatibilité avec les atmosphères explosives (environnements ATEX). Le fait qu'ils contiennent une quantité non négligeable de béryllium, élément dont l'oxyde est toxique, amène cependant à leur chercher des successeurs.

Parmi les candidats, les alliages Cu-Ni-Sn possèdent des propriétés mécaniques intéressantes après durcissement structural (résistance allant jusqu'à 1300 MPa) grâce à la précipitation de la phase γ -D0₃ de composition (Cu_xNi_{1-x})₃Sn. Cette dernière peut être précédée, pour les revenus à plus basse température, par une décomposition spinodale de la matrice, suivie par la précipitation de phases métastables de structures D0₂₂ et L1₂ qui peuvent coexister. La séquence de précipitation évolue avec l'historique thermique mais aussi avec la composition chimique locale.

Les cinétiques de ces réactions étant très rapides, une évolution des propriétés mécaniques de l'alliage peut survenir rapidement après la coulée et influencer la réponse du matériau lors des opérations ultérieures de transformation à chaud, puis à froid. Le développement d'une chaîne de modélisation (jumeau numérique) de l'ensemble du procédé (fonderie et transformations ultérieures) nécessite donc une bonne connaissance de l'évolution microstructurale et de son effet sur les caractéristiques mécaniques.

Objectif et travail proposé

Le projet vise à approfondir la connaissance du comportement mécanique de ces alliages, dans une vaste gamme de températures, en lien avec leur évolution microstructurale, afin de contribuer au développement d'un jumeau numérique du procédé. L'activité sera essentiellement expérimentale.

En s'appuyant sur des études métallurgiques antérieures et sur les connaissances du partenaire industriel, l'étudiant(e) proposera, mettra en œuvre et exploitera une campagne expérimentale qui combinera caractérisation mécanique et études microstructurales de la précipitation dans la structure « naturellement » hétérogène héritée de la solidification.

Des interactions avec Le BronzeAlloys (centre de recherches de Bornel, usines de Bornel et Suippes) et avec le Cemef (Centre d'Etude et de Mise en Forme des matériaux, Mines Paris – PSL / CNRS) sont prévues au cours de ce projet.

Profil demandé

De solides connaissances en métallurgie et de bonnes connaissances en mécanique des matériaux. Un goût prononcé pour le travail expérimental serait un atout.
