

Étude du comportement mécanique à haute température d'alliages d'aluminium de fonderie utilisés pour la fabrication de culasses

Entreprise partenaire : Montupet

Encadrant Montupet : R. Martinez

Encadrant Centre des Matériaux : V. Esin, G. Cailletaud

Lieu du stage : Montupet - Usine de Laigneville (60) - département R&D

Les moteurs à combustion interne de nouvelle génération développent des puissances spécifiques élevées. Un moyen efficace pour améliorer le rendement d'un moteur consiste à augmenter sa température de fonctionnement, ce qui, bien évidemment, comporte des inconvénients. Les culasses, réalisées en alliages d'aluminium de fonderie, sont sensibles aux températures élevées ($> 250^{\circ}\text{C}$) et vieillissent. En fonction du temps et de la température, la microstructure de l'alliage évolue et les propriétés mécaniques de la culasse diminuent. La principale conséquence de ce phénomène est la réduction de la durée de vie de la pièce, et donc du moteur. L'élaboration d'alliages d'aluminium peu sensibles au vieillissement est un axe de recherche dans lequel la société Montupet est fortement engagée. Le but étant de proposer des alliages qui vieillissent peu, et de manière contrôlée.

Une étude en cours est en passe de déterminer une composition chimique innovante qui améliore les propriétés mécaniques à haute température de deux alliages Al-Si-Cu-Mg. Des premiers essais ont permis de mettre en évidence une amélioration du comportement mécanique sous chargement monotone par rapport à un alliage classique.

L'objectif du présent projet est de poursuivre l'étude du couple microstructure+vieillessement sous chargement cyclique, en analysant l'influence de paramètres tels que la distribution de précipités, la globulisation du silicium eutectique, la présence de composés intermétalliques et de pores.

Dans un premier temps, l'étudiant réalisera une étude bibliographique sur le vieillissement, le comportement mécanique et l'endommagement des alliages d'aluminium de fonderie. En parallèle il participera activement à la réalisation d'un plan expérimental (nombre d'éprouvettes, types d'essais mécaniques à prévoir, traitements thermiques à réaliser, réservation des machines, etc...) puis à la coulée des barreaux nécessaires à sa réalisation. Une fois le plan expérimental validé par l'équipe encadrante, les éprouvettes fabriquées et les traitements thermiques réalisés, l'étudiant démarrera une campagne d'essais mécaniques. Cette dernière aboutira à la détermination d'une loi de comportement thermomécanique et d'un modèle d'amorçage de fissures qui seront implémentés dans le logiciel Z-set. Un calcul de tenue en service réalisé sur une culasse viendra valider la démarche et conclure le projet.

Objectifs à atteindre :

- Réaliser une étude bibliographique sur le comportement mécanique et l'endommagement des alliages d'aluminium de fonderie.
- Participer à la réalisation d'un plan d'expérience d'essais mécaniques.
- Cerner quels sont les essais nécessaires, déterminer le nombre d'éprouvettes à réaliser, planifier le traitement thermique, organiser la réservation des machines et participer à la coulée des éprouvettes.
- Réaliser la campagne d'essais thermomécaniques sous sollicitations monotones et cycliques.
- Déterminer les paramètres matériau des alliages et les implémenter dans Z-set (réalisation d'un fichier .mat).
- Démontrer la pertinence de l'étude en réalisant un calcul de durée de vie sur une culasse.

Profil recherché :

- Autonomie et organisation sont deux qualités importantes pour ce projet.
- Solides connaissances en métallurgie et en comportement mécanique.
- Notions de modélisation (méthode des éléments finis) et goût pour les essais mécaniques.