

Proposition de thèse CIFRE :

Etude des transformations métallurgiques post-fonderie des fontes à graphite lamellaire pour optimisation de leur usinabilité en tournage

Employeur : Renault Le Mans
Contacts : Renault → Frédéric TRITZ : frederic.tritz@renault.com
Arts et Métiers → Philippe JACQUET : philippe.jacquet@ecam.fr

Contexte

L'usine Renault Le Mans produit des pièces de freinage (disque ventilé, disque plein, tambour, moyeu-tambour) en fonte à Graphite Lamellaire à matrice perlitique. Dans la fonderie fonte, les pièces sont coulées avec des matériaux utilisés pour l'élaboration issus partiellement de l'économie circulaire (tôle d'emboutissage, copeaux d'usinage, ...) avec le procédé de moulage sable à vert puis sont usinées sur des lignes d'usinage. En production, de fortes variations de l'usinabilité des pièces pénalisent la performance de l'usinage (usures prématurées des outils, pertes de rendement et de capacité des lignes d'usinage...) et sont à ce jour traitées par le stockage des pièces entre les étapes de fonderie et d'usinage. Deux phénomènes principaux entrent en jeu dans cette variabilité :

- La maturation de la fonte = Evolution de la microstructure pendant les premiers jours après la coulée
- La variation des paramètres de production :
 - Fonderie : Variation des caractéristiques dimensionnelles, métallurgiques et mécaniques des pièces
 - Usinage : Variation des conditions d'usinage

Le but de cette thèse est de compléter les connaissances existantes sur l'usinabilité des fontes lamellaires dans le but de réduire les stocks entre la fonderie et l'usinage, réduire les coûts d'outils coupants, améliorer le rendement et augmenter le capacitaire des lignes d'usinage, minimiser les aléas et réduire les temps de développement lors de l'industrialisation d'une nouvelle pièce ou lors du resourcing (validation de nouveaux produits pour la fonderie).

Verrous scientifiques

Ce travail fera suite à une première thèse soutenue en 2012 et dont la conclusion a permis d'identifier les paramètres régissant le vieillissement des fontes et les moyens techniques de monitorer le phénomène. Un premier modèle non abouti propose une prédiction de la cinétique du phénomène et de son intensité en fonction de la composition chimique de la fonte.

Un premier verrou scientifique consistera à alimenter et fiabiliser ce modèle en identifiant d'autres paramètres issus du processus d'élaboration de la fonte (analyse thermique, inoculation...). L'objectif est de pouvoir, à l'issue de ce travail de thèse, prédire avec certitude le phénomène de maturation de la fonte en s'appuyant au maximum sur les données issues du procédé d'élaboration et en recourant à minima à la caractérisation des pièces par diverses techniques (sonnage, dureté...). Cette phase pourra débuter par l'analyse des données enregistrées à la fonderie de Renault Le Mans en se basant sur des modèles statistiques éprouvés. En complément de cet objectif, l'identification par microscopie haute résolution (FEG ou MET si nécessaire) des nitrures responsables de la maturation de la fonte sera nécessaire. Cette observation n'a pu être menée lors des travaux précédents. Cette étude métallographique couplée à du calcul thermodynamique par méthode CALPHAD (Thermocalc + module de diffusion Dictra) sera une étape nécessaire à la création du modèle décrit précédemment. Le modèle obtenu aura 2 objectifs :

- Décrire précisément le phénomène de maturation et permettre un pilotage des temps minimaux de maturation des lots de pièces pour limiter l'impact sur l'usinabilité
- Permettre d'identifier des méthodes conduisant à minima à diminuer le phénomène (sous réserve de viabilité économique)

Le second verrou scientifique consistera à corrélérer le phénomène de maturation et son modèle associé à un ou plusieurs paramètres usinage qui décriront l'usinabilité d'un lot de pièces. L'objectif final serait de pouvoir proposer un banc d'usinabilité qui permettrait de mesurer l'impact des paramètres matériaux (notamment via le modèle précédemment décrit) ainsi que des paramètres propres au process d'usinage (outil, conditions de coupe...). Cet outil aura pour vocation de devenir à terme le standard de mesure de l'usinabilité des fontes au sein de Renault Le Mans : il serait donc la base de développement de nouvelles pièces ou d'amélioration process pour les références déjà en cours de production

Profil de candidat(e) recherché(e) :

Nous recherchons avant tout une personnalité, un état d'esprit et un engagement ! Le profil ainsi que les compétences souhaitées pour ce travail de thèse sont :

- Ecole d'ingénieur Matériaux/Métallurgie ou Généraliste. L'obtention d'un Master Recherche supplémentaire serait un plus apprécié
- Expérience en métallurgie et en caractérisation des matériaux. Des connaissances avancées en procédés de fabrication, notamment la fonderie et l'usinage, seront un avantage
- Goût pour le travail expérimental, autonomie, rigueur, prise d'initiative
- Autonomie : capacité d'analyse et d'intégration de données, savoir synthétiser
- Capacité à rédiger, à communiquer (interne, clients, conférences).
- Travail en équipe

Localisation des travaux

Les travaux de thèse se dérouleront principalement dans les locaux du LaBoMaP sur le campus Arts et Métiers de Cluny. Des campagnes d'essais expérimentaux pourront être menées directement sur le site industriel de Renault Le Mans. Une répartition du temps à 80% en laboratoire et 20% en entreprise est envisagée.

Financement

La rémunération du doctorant(e) sera de 32 k€ brut annuel auxquels s'ajouteront divers avantages relatifs au personnel du Groupe Renault (intéressements et participation, avantage CSE).

Date de démarrage

Il est prévu que les travaux de thèse démarrent en Septembre 2022

Conditions de candidature/recrutement

Envoyer CV et lettre de motivation à Philippe JACQUET et Frédéric TRITZ