



" Intégration des propriétés des microstructures générées par fabrication additive dans les modèles de prédiction de la durée de vie en fatigue "

Directeur de thèse : Nicolas SAINTIER (I2M, UMR 5295 - INSIS)

Co-directeur de thèse : Anis HOR (ICA, UMR 5312 - INSIS)

Co-encadrant de thèse : Benoît MALARD (CIRIMAT, UMRS 5085 - INC)

Malgré le développement exponentiel des procédés de FA, un certain nombre de verrous scientifiques et technologiques freinent l'industrialisation des procédés de FA pour la production de pièces en série, notamment dans le domaine aéronautique. Les pièces produites présentent en effet un comportement mécanique et des propriétés encore mal maîtrisées du fait des nombreux paramètres procédés. En effet, les méthodes de FA telles que les procédés SLM et DED sont des procédés complexes qui combinent en une seule étape l'élaboration du matériau et la mise en forme de la pièce. Les procédés engendrent lors de la fabrication d'importantes variations locales de température et de forts gradients thermiques, et impliquent des vitesses de refroidissement extrêmement élevées (10^5 - 10^7 °C/s) qui produisent des microstructures hétérogènes et hors équilibre, ainsi que des contraintes résiduelles élevées. Ces gradients de température conduisent, également, à des phénomènes d'interface tels que l'oxydation et le piégeage d'oxygène. La durée de vie des pièces qui en découlent diffèrent ainsi souvent significativement des pièces obtenues avec des procédés conventionnels, et le manque de données dans la littérature scientifique du fait du développement récent des procédés rendent difficile l'interprétation des liens procédés-matériau-durée de vie propres à chaque matériau.

L'objectif de ce projet est d'intégrer explicitement les composants de la microstructure et les propriétés de la surface dans les modèles de prédiction de la durée de vie en fatigue des pièces issues de la FA. Cette étude contribuera, à plus long terme, à établir un lien direct entre les paramètres procédés et la tenue mécanique de la pièce. Deux procédés sont concernés : le SLM et le DED.

Pour atteindre ces objectifs, nous associons les compétences du CIRIMAT dans la caractérisation fine des matériaux et de leurs mécanismes de déformation (microscopie, DRX, synchrotron, ...) aux compétences de l'ICA dans la compréhension et la modélisation empirique des liens procédé de fabrication / comportement en fatigue. Le savoir-faire de l'I2M en modélisation multi-échelle est nécessaire pour mettre en place des modèles de durée de vie en fatigue intégrant les propriétés microstructurales et les mécanismes identifiés précédemment.

Ce projet peut être divisé en quatre étapes :

- Caractérisation multi-échelle des microstructures générées par les deux procédés
- Caractérisation de la durée de vie en fatigue des pièces issues de deux procédés
- Analyse des champs de contraintes inter et intra-granulaires
- Modélisation multi-échelle de la durée de vie en fatigue

Les candidats doivent être titulaires d'un diplôme d'ingénieur ou d'un master en science des matériaux. Des connaissances dans le domaine de la modélisation mécanique ainsi qu'un goût

certain pour la caractérisation microstructurale et mécanique dans les alliages métalliques sera grandement apprécié.

Mots-clés : microstructure, contraintes résiduelles, fabrication additive, fatigue, modélisation multi-échelle.

Financement : bourse CNRS 80|PRIME

Date de début : octobre 2019

Localisation : la personne recrutée effectuera des séjours dans les trois laboratoires entre Toulouse et Bordeaux. Les 18 premiers mois seront localisés à Toulouse (ICA et CIRIMAT) et les 18 derniers mois à Bordeaux (I2M-ENSAM)

Candidature à envoyer à l'équipe d'encadrement :

- Pr. Nicolas Saintier, nicolas.saintier@ensam.eu
- Dr. Anis Hor, anis.hor@isae-superaero.fr
- Dr. Benoit Malard, benoit.malard@ensiacet.fr