



Le Laboratoire Génie de Production  
recherche un(e) candidat(e) pour une thèse intitulée :

**Fabrication Additive par dépôt laser de fil (LMD-W) d'un alliage aéronautique :  
Relations procédé - microstructures - propriétés mécaniques.**

La fabrication additive est aujourd'hui au cœur de toutes les stratégies. Partie d'innovations d'origine industrielles, issues de la combinaison complexe de technologies incluant matériaux, machines de production et pratique de conception, elle ouvre de nouvelles perspectives qui bouleversent la chaîne de valeur ajoutée à tous les niveaux. C'est un marché mondial de plus de 10,9 Md€ en 2018, en pleine croissance (CAGR de 22 % entre 2019 et 2025). Dans le domaine des pièces métalliques à forte technicité, la compétition s'est focalisée d'abord sur les technologies à base de lit poudre. Elles présentent néanmoins plusieurs facteurs limitants, comme la taille des pièces relativement réduite, la quantité de poudre à mettre en œuvre, et la faible vitesse de fabrication.

La fabrication additive avec du fil métallique reste très rare au niveau mondial et pour ainsi dire inexistante en France. Les difficultés sur la répétabilité et la stabilité du process de fusion n'ont pas été surmontées de manière industrielle. Pourtant, les domaines de l'aéronautique, du spatial et de la défense présentent de réelles opportunités pour des pièces métalliques de plusieurs mètres, fabriquées en petites ou de moyennes séries, pour peu que le procédé de fusion soit notamment parfaitement maîtrisé pour garantir de très bonnes caractéristiques métallurgiques.

Les travaux de la thèse seront essentiellement de nature expérimentale et s'attacheront à caractériser l'influence des paramètres opératoires (diamètre et nature des fils mis en œuvre, paramètres énergétiques, stratégie de conception...) sur les propriétés du matériau issu du procédé LMD-W. Après une nécessaire mise au point du moyen expérimental, les analyses se focaliseront sur la métallurgie de l'alliage en question au cours des différentes étapes du process et sur ses propriétés mécaniques statiques résultantes. L'étude microstructurale portera donc sur les pièces brutes de fabrication et après traitement thermique. Elle visera à déterminer, dans un premier temps, la santé matière des pièces réalisées (profondeur de la zone thermiquement affectée (ZAT), la présence de criques et le taux de porosités). Pour des conditions opératoires optimisées, le gradient de microstructures à l'interface avec le substrat et dans les constructions obtenues sera finement étudié afin notamment d'en comprendre le comportement mécanique aux différentes échelles.

Les techniques d'élaboration mises en œuvre sont celles de la plateforme Addimadour de l'ESTIA et les moyens de caractérisation nécessaires à ce travail de thèse sont présents au laboratoire Génie de production (microscopie électronique à balayage, diffraction X, EBSD, micro-tomographie X, essais de traction avec mesure de champs cinématiques, essais de traction in situ sous MEB...).

Financement de la thèse : Bourse MESR

Profil recherché :

- Ingénieur/Master 2 matériaux
- Compétences en métallurgie et en fabrication additive
- Bon relationnel et esprit d'équipe
- Goût pour l'expérimentation
- Autonome.

Contacts :

Joel Alexis, Professeur au Laboratoire Génie de Production

[Joel.alexis@enit.fr](mailto:Joel.alexis@enit.fr), 0562442759

Yannick Balcaen, Maître de Conférences au Laboratoire Génie de Production

[Yannick.balcaen@enit.fr](mailto:Yannick.balcaen@enit.fr)

Morgane Mokhtari, Maître de Conférences au Laboratoire Génie de Production

[Morgane.mokhtari@enit.fr](mailto:Morgane.mokhtari@enit.fr)