

Soutenance de thèse

Noémie MARTIN soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'ICA et intitulée «*Compatibilité microstructurale et propriétés mécaniques de l'Inconel 625 élaboré par hybridation LPBF - DED*»

Le 10 juin 2022 à 13h30, à l'Institut Clément Ader

devant le jury composé de

M. Philippe LOURS	Professeur IMT Mines Albi	Directeur de thèse
M. Eric CHARKALUK	Directeur de recherche LMS	Rapporteur
M. Anis HOR	Maître de conférences ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse
M. Etienne COPIN	Maître de conférences IMT Mines Albi	Co-encadrant de thèse
M. Léon RATSIFANDRIHANA	Responsable R&D Segula Technologies	Co-directeur de thèse du monde socio-économique
M. Jonathan CORMIER	Maître de conférences ISAE-ENSMA	
Mme Anne-Françoise GOURGUES-LORENZON	Professeure Mines ParisTech	
Mme Marion RISBET	Professeure Université de Compiègne	Rapporteuse

Résumé : La fabrication additive métallique répond aux enjeux économiques, écologiques et techniques modernes via la réduction des matières premières, la liberté de conception, ou encore les possibilités de réparation. Plusieurs procédés de fabrication additive métallique ont vu le jour cette dernière décennie. Ces procédés sont souvent très différents mais complémentaires. La fusion laser sur lit de poudre (Laser Powder Bed Fusion, ou LPBF), par exemple, permet d'accéder à des géométries complexes et résolues avec un taux de production faible, comparée à la projection de poudre avec fusion laser (Directed Energy Deposition, ou DED) qui offre une bonne productivité pour des pièces plus simples et moins résolues. L'hybridation de tels procédés aux caractéristiques complémentaires permettrait d'élargir les possibilités d'applications. Cependant, en plus de la faisabilité technologique, l'hybridation dresse plusieurs verrous scientifiques résultant de l'incompatibilité microstructurale et mécanique des alliages issus de deux procédés. Cette thèse, menée en collaboration entre l'entreprise SEGULA Technologies et l'Institut Clément Ader analyse à plusieurs échelles cette incompatibilité dans le cas de l'Inconel 625, un superalliage base-nickel largement utilisé en aéronautique. La faisabilité technique de l'hybridation est tout d'abord démontrée, depuis la fabrication de pièces en LPBF et en DED seulement, jusqu'à la santé matière de pièces hybrides et notamment l'interface LPBF-DED. Ensuite, les deux microstructures dendritiques et hétérogènes générées par les deux procédés sont caractérisées et corrélées avec les propriétés mécaniques à froid et à la température de service. Un traitement commun est appliqué pour recristalliser et homogénéiser totalement ces deux microstructures. Les propriétés mécaniques de l'Inconel 625 LPBF demeurent légèrement supérieures au DED. En fatigue à grands nombre de cycle, la durée de vie de l'Inconel 625 brut de fabrication LPBF est affectée par les défauts de surface. Ces mêmes défauts n'ont plus d'effet notable après le traitement thermique, et la limite d'endurance à 2.10^6 cycles est de l'ordre de la limite élastique statique, comme pour le DED. A la température de service de 650°C, des essais de fatigue oligocyclique mettent en avant un comportement similaire entre l'Inconel 625 LPBF et DED après le traitement thermique, malgré des phénomènes de durcissement et d'adaptation plastique très différents dans les bruts de fabrication. Enfin, les caractérisations microstructurales et mécaniques de l'Inconel 625 obtenu par LPBF et DED permettent de comprendre le comportement multi-échelle des pièces hybrides LPBF-DED en excluant les phénomènes liés à l'interface. Les durées de vie en fatigue des éprouvettes hybrides sont encourageantes pour l'hybridation de l'Inconel 625 LPBF et DED, et ouvrent de nouvelles perspectives à ces procédés additifs.

Mots-clés : Fabrication additive, Inconel 625, Fatigue, Caractérisation Microstructurale