

Soutenance de thèse

Sabrina ZIRI soutiendra sa thèse de doctorat préparée au sein de l'ICA et intitulée «*Effet combiné des propriétés de poudres et des paramètres du procédé sur les propriétés mécaniques de l'acier inoxydable 316L produit par fusion laser sur lit de poudre*»

Le 23 mai à 2022 à 09h30,

Salle Clément Ader, Espace Clément Ader, 3 Rue Caroline Aigle, 31400 Toulouse

devant le jury composé de

Mme Catherine MABRU	Professeure ISAE-SUPAERO	Directrice de thèse
M. Etienne PESSARD	Maître de conférences Arts et Métiers ParisTech/LAMPA	Rapporteur
M. Frédéric DESCHAUX-BEAUME	Professeur Université Montpellier/LMGC	Rapporteur
M. Clément KELLER	Professeur ENI Tarbes/LGP	
M. Thomas VOISIN	Docteur Lawrence Livermore National Laboratory	
M. Anis HOR	Maître de conférences ISAE-SUPAERO	Co-directeur de thèse

Résumé : Bien que la fusion laser sur lit de poudre (LPBF) soit le procédé de fabrication additive le plus abouti aujourd'hui, peu de pièces industrielles sont fabriquées avec ce procédé. Le coût de fabrication et la taille des pièces limitent le champ d'action de cette technologie aux secteurs de l'énergie, de l'aérospatiale, et du biomédical. Ces industries imposent des exigences strictes (densité, tenue mécanique, état de surface,...) auxquelles doivent répondre les pièces. L'enjeu majeur du procédé LPBF est la maîtrise des propriétés dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques des pièces. Ceci impose, d'une part, la compréhension du procédé et la maîtrise des paramètres qui le gouvernent, et d'autre part, la quantification de l'impact des avaries de fabrication (état de surface, défauts, microstructures instables,...) sur les propriétés mécaniques et particulièrement la tenue en fatigue des pièces. L'objectif de cette thèse est de fournir une meilleure compréhension des mécanismes à l'origine de l'effet combiné des propriétés de la poudre et des paramètres du procédé sur les propriétés de l'acier inoxydable 316L élaboré par LPBF et d'étudier l'influence de ces propriétés résultantes sur le comportement mécanique et la tenue en fatigue. Différentes poudres et divers paramètres procédé sont considérés. Des poudres fines, standards et grosses sont utilisées pour tester la gamme complète des poudres commerciales disponibles pour le procédé LPBF. Une large gamme de paramètres procédé est utilisée pour couvrir les trois régimes de fusion identifiés dans la littérature : « manque de fusion », « Keyhole » et « conduction ». Une analyse complète de la densité des échantillons, de leur rugosité de surface et des contraintes résiduelles générées a été réalisée pour ces trois régimes. Les tailles des microstructures cellulaires/dendritiques sont estimées et sont corrélées avec les taux de refroidissement. Ces taux de refroidissement sont estimés en utilisant les champs de température prédits analytiquement et l'espacement des bras dendritiques déterminé expérimentalement. L'influence de la densité d'énergie et des propriétés des poudres sur les taux de refroidissement et l'espacement des bras dendritiques est étudiée. Une corrélation entre les modes de fusion, la densité d'énergie et les propriétés de la poudre est établie. Par conséquent, les poudres adéquates pour le procédé LPBF sont identifiées. L'étude des propriétés mécaniques est ensuite réalisée en utilisant ces poudres. De possibles relations entre les microstructures obtenues, les propriétés mécaniques statiques, les caractéristiques de la poudre et les paramètres du procédé sont recherchées. Enfin, les limites de fatigue des pièces presque denses produites dans les régions de conduction et de Keyhole sont étudiées à l'aide de deux approches. Tout d'abord, les limites de fatigue sont déterminées en utilisant la méthode d'auto-échauffement. Ensuite, des essais de fatigue à grand nombre de cycles sont réalisés. Enfin, les analyses fractographiques ont permis de déterminer les défauts critiques et les corrélés avec les modes de fusion initiaux, les paramètres du procédé et les propriétés des poudres.

Mots-clés : Limite de fatigue, Propriétés mécaniques, Paramètres procédé, Propriétés de poudres 316L, LPBF