

Madame Sophie BADIN

Spécialité "Mécanique des solides, des matériaux, des structures et des surfaces"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Relations entre paramètres d'un procédé d'impression 3D MIM-like et performances mécaniques de structures en acier inoxydable 316L

dirigés par Monsieur Denis NAJJAR et Monsieur Vincent MAGNIER

Soutenance prévue le **lundi 02 décembre 2024** à 14h00

Lieu : Polytech Lille Avenue Paul Langevin 59655 Villeneuve-d'Ascq

Salle : Amphithéâtre Appert

Composition du jury proposé

M. Denis NAJJAR	Centrale Lille Institut	Directeur de thèse
Mme Cécile LANGLADE	Université de Technologie de Belfort Montbéliard (UTBM)	Rapporteuse
M. Benoît PANICAUD	Université de Technologie de Troyes (UTT)	Rapporteur
Mme Itziar SERRANO-MUNOZ	Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM)	Examinatrice
M. Stéphane PANIER	Université de Picardie Jules Verne	Examineur
M. Vincent MAGNIER	Polytech Lille	Co-directeur de thèse
M. Jean-François WITZ	Centrale Lille Institut	Examineur
Mme Delphine AUZENE	CRITT Matériaux Innovation	Invitée

Mots-clés : Fabrication additive, MIM-like, Acier inoxydable, Granulés, Microstructures, Propriétés mécaniques

Résumé :

La fabrication additive métallique connaît un essor considérable depuis quelques années, avec des applications qui s'étendent dans divers secteurs, tels que l'aérospatial, l'automobile et le médical. Cependant, les procédés les plus répandus, comme la fusion sur lit de poudre, présentent des limitations notables, qu'elles soient d'ordre sécuritaire, en raison de l'utilisation de poudres métalliques volatiles, ou d'ordre économique, avec des coûts d'équipement et de fonctionnement élevés. Face à ces défis, de nouvelles technologies ont émergé, inspirées du procédé d'injection par moulage de poudres métalliques (MIM) et basées sur l'extrusion de matière. Ces technologies, souvent appelées « MIM-like », utilisent un mélange de polymères et de poudres métalliques, déposé couche par couche, suivi d'une étape de déliantage pour éliminer les polymères, puis d'un frittage visant à densifier la pièce finale. Ces innovations permettent de réduire significativement les coûts des équipements et d'éliminer les risques liés à la manipulation de poudres libres. Toutefois, le processus de déliantage et de frittage reste

majoritairement réalisé dans des fours industriels coûteux, créant une contradiction avec l'objectif initial de réduction des coûts ; ou dans des équipements propriétaires, limitant les possibilités de recherche et de personnalisation des procédés. L'objectif principal de cette thèse est de développer une stratégie de frittage économique, adaptable à un four de laboratoire accessible, tout en garantissant des performances comparables à celles obtenues avec des procédés industriels. L'acier inoxydable 316L, largement étudié dans la littérature, a été retenu comme matériau d'étude, facilitant ainsi les comparaisons avec les travaux existants. Cet acier est habituellement fritté sous atmosphère d'hydrogène, un gaz hautement inflammable qui nécessite des dispositifs coûteux pour la détection de fuites et la gestion des risques. Par conséquent, des alternatives à l'hydrogène ont été explorées, notamment l'argon, l'azote, un mélange d'azote et d'hydrogène (90 % / 10 %), ainsi que le vide primaire. L'étude offre ainsi une vue d'ensemble des effets de ces différentes atmosphères de frittage sur la microstructure et les propriétés mécaniques des pièces produites, en les comparant aux conditions industrielles et aux normes du procédé MIM. Enfin, l'un des grands atouts de la fabrication additive est de permettre la production de pièces complexes et allégées, impossibles à réaliser avec des procédés conventionnels. Alors que la majorité des recherches sur les procédés d'extrusion se concentre sur l'optimisation de pièces pleines, cette thèse se penche sur l'impression de structures allégées. Un motif de remplissage spécifique a été sélectionné, et l'influence de la densité de remplissage ainsi que du nombre de parois a été étudiée à travers des essais de flexion, analysés par corrélation d'images numériques. Ces expérimentations visent ainsi à fournir des lignes directrices pour le dimensionnement et l'optimisation de pièces structurelles imprimées.