

Séminaire

Mardi 2 juin 2026 à 10h30
Amphithéâtre Henri Benoît

Jérémie Soulestin

IMT Nord Europe, Lille

Joncs, interfaces et cristaux : une approche physico-chimique de la fabrication additive par extrusion de polymère fondu, des polyoléfinés aux implants médicaux

La fabrication additive par extrusion de matière (FFF/MEX) permet la mise en forme couche par couche de thermoplastiques en des géométries complexes, mais la qualité des pièces produites reste intimement conditionnée par les phénomènes physico-chimiques à l'échelle des joncs déposés : coalescence aux interfaces inter-joncs, inter-diffusion, cinétique de cristallisation et histoire thermique imposée par les conditions du procédé.

Dans le cadre de l'impression de polypropylènes semi-cristallins, l'histoire thermique locale des joncs, mesurée in situ par thermocouple et reproduite par calorimétrie à balayage rapide (FSC), gouverne la cristallinité locale des pièces ainsi que la cohésion entre joncs. La compétition entre la coalescence viscoélastique à l'interface inter-joncs, contrôlée par les propriétés rhéologiques du fondu, et la cinétique de cristallisation définit une fenêtre de mise en œuvre dont une description quantitative peut être établie en fonction des paramètres procédé et de la masse molaire. Une augmentation de 10°C de la température de buse suffit ainsi à accroître de 145% l'adhésion inter-joncs, en abaissant la viscosité du PP fondu et en favorisant la coalescence avant le début de la cristallisation. Les caractéristiques des pièces sont également largement influencées par les trajectoires de dépose, dans le domaine des matériaux hautement chargés, une stratégie d'overlap géométrique permet d'éliminer la porosité (vides rhomboïdaux inter-joncs), avec un taux optimal compris entre 15 et 20%, sans dégrader la précision dimensionnelle des pièces.

Ces résultats fondamentaux trouvent une application directe dans le domaine biomédical. La caractérisation précise de la dégradation thermo-mécanique des copolymères à base de lactide lors du procédé FFF et la mise en place de protocoles rigoureux permettent de minimiser les variations induites par le procédé, répondant à un enjeu critique pour la fabrication d'implants aux propriétés reproductibles. Dans le domaine de la personnalisation des soins, les scaffolds PLA/hydroxyapatite, fabriqués et caractérisés biologiquement, démontrent le potentiel intéressant de ces approches pour la régénération osseuse. Enfin, l'étude d'implants PLGA chargés en ibuprofène, obtenus par fabrication additive, montre que la densité de remplissage, en modulant la continuité de la phase aqueuse au sein de la matrice polymère lors de l'exposition au milieu de libération, constitue un levier direct pour contrôler les cinétiques de libération, ouvrant la voie à des systèmes d'administration à géométrie et porosité ajustables à la demande.

Les personnes souhaitant rencontrer l'orateur sont priées de prendre contact avec Thibault Parbaite.