



Stage de Master

Étude du comportement mécanique multi-échelle de structures en treillis polymère obtenues par impression 3D.

Durée et période du stage : Le stage commencera idéalement en février 2024 pour une durée de six mois.

Encadrement et lieu du stage : LaMé / CERMEL 29 rue des Martyrs 37300 Joué-lès-Tours

Résumé et contenu scientifique :

La fabrication additive permet la création de structures complexes pouvant être adaptées ou optimisées selon le matériau et les propriétés mécaniques visées. Ainsi, l'une des applications possibles est la création de structures légères capables d'absorber les chocs.

L'objectif de ce stage est de caractériser une structure en treillis de polymère obtenue par stéréolithographie (SLA). Cette technique d'impression 3D permet de fabriquer des objets par polymérisation de couches successives d'une résine photopolymère grâce à un rayonnement UV émis par un laser. L'intensité du laser ainsi que les conditions de post-polymérisation sont connues pour avoir un fort impact sur les propriétés mécaniques de la pièce finale [1]. En comparaison de la technologie FDM (Fused Deposition Modeling), le comportement mécanique des pièces obtenues par SLA est nettement moins anisotrope et la résolution est meilleure.

Une première étape consistera en l'établissement des relations entre les paramètres d'impression et les propriétés thermomécaniques du polymère imprimé dans des géométries simples [2]. Il s'agira ici d'établir les liens entre procédé, structure et réponse mécanique. Afin d'avoir une caractérisation la plus complète possible, les propriétés mécaniques seront étudiées à plusieurs échelles et sous différents types de sollicitations (traction / compression / indentation instrumentée / DMA). La réponse mécanique sera alors mise en regard de la structure observée par tomographie à rayons X à partir de laquelle plusieurs paramètres pourront être évalués comme la régularité de la structure, le taux de porosité....

Dans un second temps, une modélisation par éléments finis de cette structure devra être développée afin d'en évaluer le comportement mécanique et de le comparer aux résultats obtenus expérimentalement [3]. Le but du CEA est ainsi de pouvoir prédire quel sera le plateau de compression de telles structures à des fins amortissantes. Les essais réalisés sur des géométries simples permettront de proposer une loi de comportement du matériau. Le modèle sera progressivement enrichi en prenant en compte par exemple le comportement viscoélastique du matériau ou en comparant le premier modèle à celui obtenu après analyse tomographique de la

pièce prenant en compte les imperfections liées au processus d'impression 3D.

Ce projet est le fruit d'une collaboration entre le laboratoire de mécanique Gabriel Lamé et le CEA Le Ripault par le biais du Laboratoire de Recherche Correspondant CoSMa (Comportement des Structures et des Matériaux). Ce sujet de stage apportera à la personne choisie une double compétence expérimentale/numérique de par la maîtrise de plusieurs outils expérimentaux indispensables à la caractérisation mécanique des polymères ainsi que des compétences en simulation éléments finis et en identification de lois de comportement. Il est à noter que vu l'ampleur du projet, ce stage de Master peut s'ouvrir sur une thèse.

Compétences recherchées : Niveau M2 ou équivalent, appétence à la fois pour l'expérimental et la modélisation éléments finis, connaissances en mécanique et en science des polymères.

Comment postuler : Les candidats devront joindre un CV, une lettre de motivation, un relevé de notes du dernier semestre ainsi que les coordonnées de deux personnes référentes à julie.pepin@univ-tours.fr.

Références bibliographiques :

- [1] : R. Loland Saelen, O. Sture Hopperstad, A. Holm Clausen, Mechanical behaviour and constitutive modelling of an additively manufactured stereolithography polymer. *Mechanics of materials*, **2023**, 104777.
- [2] : A. Bouteldja, M.A. Louar, L. Hemmouche, L. Gilson, A. Miranda-Vicario, L. Rabet, Experimental investigation of the quasi-static and dynamic compressive behavior of polymer-based 3D-printed lattice structures. *International Journal of Impact Engineering*, **2023**, 104640.
- [3] : A. Riot, E. Panettieri, A. Cosculluela, M. Montemurro, Influence of manufacturing process-induced geometrical defects on the energy absorption capacity of polymer lattice structures. *Defence Technology*, **2023**