

Sujet de thèse : Développement de Matériaux Architecturés Bio-inspirés à Structure Cellulaire pour Performances Mécaniques Optimisées

Directeur de thèse : Hanbing BIAN (LGCgE-ULille)

Encadrant : Karim KANDIL (Icam Lille et LGCgE-ULille)

Laboratoire : Laboratoire de Génie Civil et géo-Environnement (LGCgE) - ER1 : Modélisation et caractérisation multi-échelle des problèmes couplés, Université de Lille

Type de contrat : CDD (3 ans)

Descriptif du sujet

Face aux défis technologiques et à la demande croissante de matériaux offrant des performances mécaniques de pointe dans divers secteurs, l'intérêt pour le développement de métamatériaux dotés de propriétés mécaniques innovantes est en pleine expansion. Dans cette optique, ce projet de thèse se concentre sur le développement de matériaux architecturés bio-inspirés, utilisant des structures de type lattice pour des applications variées allant du génie civil aux implants médicaux. Inspirés par des mécanismes naturels, ces matériaux seront élaborés pour offrir des propriétés mécaniques supérieures. En optimisant la configuration des cellules au sein de ces structures et les matériaux constitutifs, nous cibons une meilleure maîtrise de l'anisotropie, de la dissipation d'énergie et de l'absorption aux chocs, visant ainsi à améliorer significativement leurs performances mécaniques.

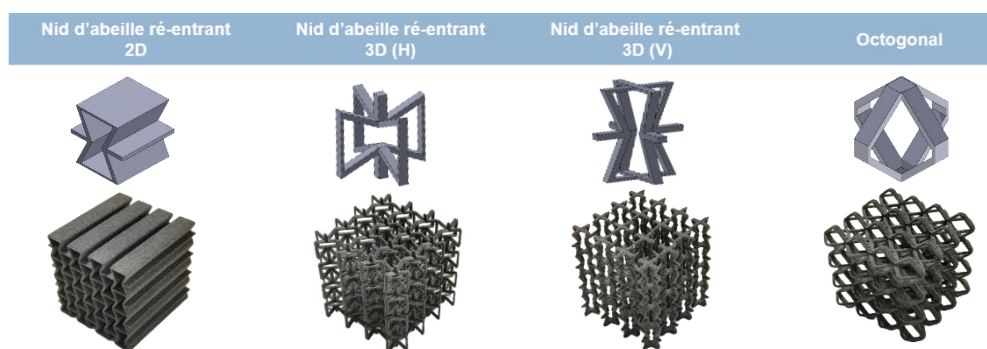


Figure 1. Différents exemples de structures lattices imprimées en 3D.

Cette thèse proposera une méthodologie pour établir un lien entre les paramètres de la mésostructure de ces métamatériaux tels que la forme et l'épaisseur des cellules, les caractéristiques matériaux intrinsèques (microstructures et propriétés) et leurs réponses mécaniques. Des structures cellulaires architecturées seront élaborées pour intégrer des propriétés mécaniques optimisées et des capacités de dissipation élevées, offrant ainsi une adaptabilité accrue à diverses applications aussi bien dans le domaine du génie civil que de la biomécanique. L'impression 3D, privilégiée pour sa flexibilité de conception et sa précision, sera

utilisée pour expérimenter divers polymères afin de créer des designs sur-mesure répondant à des besoins spécifiques. En outre, en optimisant la géométrie des cellules dans les structures, nous visons à doter les méta-matériaux créés de propriétés mécaniques ciblées, incluant une réponse mécanique auxétique contrôlable sous chargement. Cette démarche implique une manipulation précise des structures à l'échelle micro et macrostructurale pour atteindre des propriétés mécaniques non conventionnelles recherchées. Les performances des structures développées seront évaluées par des tests expérimentaux (monotones et cycliques sur une large gamme de vitesse allant du quasi-statique au dynamique) et des simulations numériques. Enfin, l'application de ces matériaux dans la fabrication de prothèses auxétiques pour les implants médicaux et de structures tubulaires pour le génie civil sera étudiées en lien avec nos partenaires industriels.

Références :

[1] Kandil, Karim, et al. "A novel bio-inspired hydrogel-based lattice structure to mechanically mimic human annulus fibrosus: A finite element study." *International Journal of Mechanical Sciences* 211 (2021): 106775.

[2] Zhang, Xue Gang, et al. "Energy absorption properties of composite tubes with hexagonal and re-entrant honeycomb fillers." *Construction and Building Materials* 356 (2022): 129298.

[3] Etemadi, Ehsan, et al. "Improved mechanical characteristics of new auxetic structures based on stretch-dominated-mechanism deformation under compressive and tensile loadings." *Thin-Walled Structures* 184 (2023): 110491.

[4] Isaac, Chukwuemeke William, et al. "Mechanical characterisation and crashworthiness performance of additively manufactured polymer-based honeycomb structures under in-plane quasi-static loading." *Virtual and Physical Prototyping* 18.1 (2023): e2273296.

[5] Jiang, Yulin, et al. "3D-printed auxetic-structured intervertebral disc implant for potential treatment of lumbar herniated disc." *Bioactive Materials* 20 (2023): 528-538.

Expérience/profil souhaité(e)

Bonne compétence en mécanique des milieux continus et en mécanique des matériaux. Bonne connaissance en analyse expérimentale des matériaux. Bonne maîtrise des outils de programmation (Fortran et/ou Matlab). Rigueur scientifique et qualité rédactionnelle. Bonne maîtrise de l'anglais. Une première expérience en analyse numérique et/ou expérimentale des matériaux serait un plus.

Rémunération

Type de contrat : CDD (3 ans)

Rémunération : 2632,5€ brut mensuel

Dépôt de candidature et renseignements

Envoyer CV + dernier bulletin de notes + lettre de motivation + recommandations (lettres ou références du contact) à :

Hanbing BIAN – Mail : Hanbing.Bian@univ-lille.fr et Karim KANDIL – Mail : Karim.Kandil@icam.fr

Date limite de dépôt des candidatures : 15 mai 2024