

Projet de thèse de doctorat – 2025/2028

Intitulé du projet

Chaîne numérique efficace pour la conception de structures lattices aux comportements dynamiques originaux.

Informations clés

Début de thèse envisagé : 01/11/2025

Date limite de candidature : 30/09/2025

Lieu : UTBM – Campus de Sévenans (Belfort, France)

Financement : ANR DynOpt4Lattice (Agence Nationale de la Recherche)

Mots-clés

Mécanique numérique, fabrication additive, machine learning, calcul HPC, intégration CAO/calcul, mathématiques appliquées, dynamique des structures, structures architecturées.

Profil et compétences recherchées

Diplôme : Master 2 ou école d'ingénieur

Vous êtes soit mécanicien avec un intérêt marqué pour le développement de méthodes numériques (programmation, mathématiques appliquées), soit mathématicien/numéricien attiré par la modélisation et ses applications en mécanique.

Exemple de connaissances/compétences appréciées :

- Méthode des éléments finis (formulation, implémentation, utilisation) ;
- Optimisation (formulation, algorithmes, application en mécanique des structures) ;
- Calcul HPC, modèles d'ordre réduit, machine learning ;
- Vibrations et dynamique des structures, matériaux architecturés ;
- Fabrication additive, essais mécaniques.

Présentation du projet, contexte et objectif

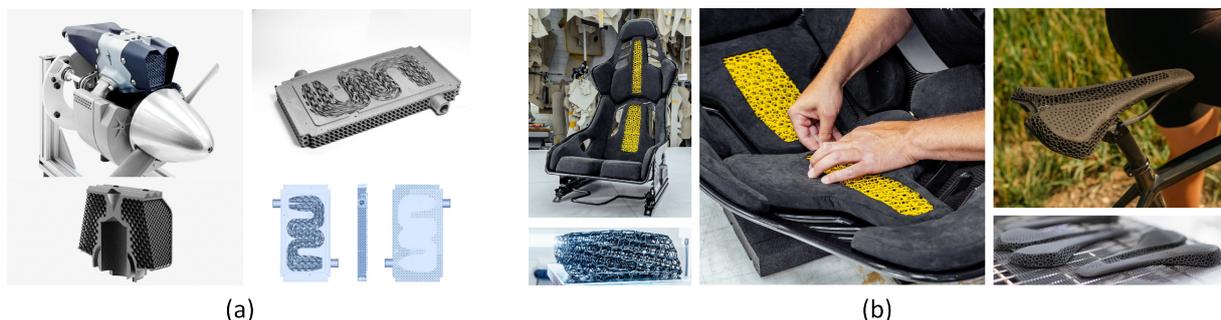


Figure – Exemple de structures lattices additivement manufacturées. Crédits : (a) nTopology, (b) OECHSLER.

L'émergence des procédés de **fabrication additive** (communément appelé impression 3D) a ouvert de nouvelles perspectives en ingénierie. En particulier, il est désormais possible de produire des structures aux géométries complexes, présentant alors des comportements et des performances mécaniques supérieures à des structures conventionnelles. Dans ce contexte, un intérêt croissant porte sur les **structures lattices**, aussi nommées *structures architecturées* ou structures en *matériaux architecturés*. Ces approches s'inspirent directement de formes architecturales que l'on retrouve dans la nature : le cœur de la structure est largement poreux, et l'agencement de vide et de matière est

soigneusement choisi afin d'obtenir un comportement global spécifique et optimisé. C'est le cas des nids d'abeille, ou encore des porosités du tissu osseux par exemple. Ce projet portera sur l'apport des structures lattices pour l'obtention des structures aux comportements dynamiques optimaux : conception de super-amortisseurs pour réduire des phénomènes vibratoires néfastes, ou encore des super-absorbeurs offrant une protection importante en cas d'impact. Les applications sont nombreuses et couvrent une majorité des secteurs industriels.

Les outils numériques déployés aujourd'hui dans les bureaux d'études se montrent inefficaces pour simuler ces structures aux géométries complexes. Par exemple, les ressources numériques requises, en termes de mémoire et de temps de calcul, sont inatteignables si l'on utilise une approche éléments finis traditionnelle « boîte-noire » dans ce contexte. **Il s'agit ici de développer une chaîne numérique dédiée à l'étude du comportement dynamique des structures lattices.** Les idées envisagées (et motivées par des résultats préliminaires prometteurs) pour rendre cette chaîne particulièrement efficace s'appuient sur :

- L'utilisation de l'analyse isogéométrique (lien fort CAO/calcul, atout pour l'optimisation de forme, qualité d'approximation numérique supérieure) ;
- La construction de modèles de substitution (apprentissage machine, réduction du temps de calcul) ;
- Le développement de solveurs HPC dédiés (décomposition de domaine, calcul partagé / distribué) ;
- La formulation et la résolution de problèmes d'optimisation (automatisation, conception optimale des structures).

Les développements numériques suivront une **politique de science ouverte**. Ces travaux de doctorat aboutiront à **un démonstrateur** : certaines structures seront produites physiquement et validées expérimentalement à partir d'imprimantes et de moyens d'essais disponibles au laboratoire d'accueil.

Financement et Encadrements

Ces travaux de doctorat s'inscrivent dans le **projet ANR DynOpt4Lattice**, financé par l'Agence Nationale de la Recherche. Le laboratoire d'accueil est le laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, CNRS UMR 6303, et en particulier l'équipe de recherche CO2M (Conception, Optimisation et Modélisation en Mécanique) présente, en partie, sur le campus de Sévenans de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard (lieu d'accueil de la thèse).

La supervision sera principalement assurée par **Thibaut Hirschler** (Maître de conférences, ICB/UTBM), porteur du projet ANR DynOpt4Lattice, et par **Dominique Chamoret** (Maîtresse de conférences, HDR, ICB/UTBM).

Collaborations : Un chercheur postdoctoral ainsi qu'un stagiaire prendront également part au projet. Une collaboration étroite avec l'équipe de recherche MNS, dirigée par la Pr. Annalisa Buffa (Institut de mathématiques, EPFL), est également en place, avec la possibilité de courts séjours en Suisse. Le doctorant devra également interagir avec le comité de suivi industriel du projet.

Postulation

Les candidatures (CV + lettre de motivation ou mail détaillé) sont à envoyer par courriel à Thibaut Hirschler, en précisant l'intérêt pour le poste et l'adéquation avec le profil décrit précédemment.

Date limite de candidature : 30/09/2025

Contact pour plus d'information :

- T. Hirschler, thibaut.hirschler@utbm.fr, +33 3 84 58 30 02 ;
- D. Chamoret, dominique.chamoret@utbm.fr, +33 3 84 58 38 03.