



Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux 2017-2020

Titre du sujet	Développement d'un outil numérique de dimensionnement de pièces incluant des zones de type « lattices structures » élaborées par Fabrication Additive (FA)
Responsable (s)	Lionel ARNAUD 05.62.44.23.33 / lionel.arnaud@enit.fr Amèvi TONGNE 05.67.54.01.09 / amevi.tongne@enit.fr
Laboratoire	Laboratoire Génie de Production – ENI de Tarbes

Description du sujet

La Fabrication Additive (FA) est un procédé de fabrication qui atteint actuellement une maturité lui permettant d'être utilisé de manière rentable par les industriels pour le prototypage et parfois la production série. Néanmoins, un frein important à la généralisation de ce procédé pour les pièces de structure concerne la validation par le calcul de leur tenue mécanique, notamment en présence de treillis ou structures «lattices»⁽¹⁾. En effet, les logiciels de tranchage ou «slicing», qui génèrent le code machine à partir de la CAO initiale, proposent de remplir des zones jugées peu sollicitées par des treillis de poutres ou d'autres motifs dont la densité et l'orientation sont paramétrables. Les procédés d'élaboration par couches successives, induisent systématiquement nombre de défauts particuliers, tels des irrégularités de surface, des variations de section sur les poutres de tels treillis, de petits défauts matière à l'intérieur des volumes, etc. Ainsi, plusieurs facteurs conduisent à une grande difficulté de modélisation et de dimensionnement prédictif des pièces mécaniques incluant ce type de structure. L'utilisation d'éléments de structures (poutres par exemple) est trop restrictive quant à la prise en compte du comportement fidèle de ces structures, alors que le calcul éléments finis 3D se heurte très vite aux capacités limites de calcul actuelles.

Le sujet proposé concerne, la conception d'un outil de dimensionnement global d'une pièce mécanique en présence de motifs de type structures lattices, évolutifs en dimensions, orientations et densités. Les verrous scientifiques adressés sont au nombre de trois :

- le développement d'une méthode d'homogénéisation adaptée à la description du comportement mécanique d'un matériau structuré par un motif de type structure lattice,
- l'établissement d'un lien entre les outils de structurations des lattices (paramètres de pilotage de leur orientation et densité) et la description des propriétés mécaniques homogénéisées,
- la mise en place d'un critère de dimensionnement adapté au mode principal de ruine de ces métamatériaux (flambement localisé, notamment).

Objectifs

Les travaux associés à cette thèse consistent à étudier le comportement mécanique d'un méta matériau structuré par un motif de type treillis élaboré par fabrication additive. La modélisation numérique du comportement mécanique de ces systèmes s'articule autour de plusieurs thèmes concernant la mécanique des structures et l'homogénéisation. L'ensemble du travail est découpé selon les trois étapes ci-après :

(1)

https://www.researchgate.net/publication/303923344_A_mechanical_property_evaluation_of_graded_density_Al-Si10-Mg_lattice_structures_manufactured_by_selective_laser_melting

ECOLE DOCTORALE
ED 468
« Mécanique, Energétique, Génie Civil, Procédés »

Étape 1 : Étude bibliographique de la modélisation du comportement d'une structure treillis « lattices » à partir de méthodes d'homogénéisation. La recherche devra porter sur les différentes méthodes d'homogénéisation adaptées et sur les critères de ruine de ces structures.

Étape 2 : Développement d'une nouvelle technique de modélisation intégrant les paramètres d'évolution du motif le long de la structure. L'idée principale est ici d'étendre les modèles existants à la prise en compte de la variation possible de paramètres géométriques (orientation, densité), en s'appuyant pour cela sur des considérations issues de l'homogénéisation.

Étape 3 : Dans une dernière étape, il s'agira d'intégrer les développements effectués à un code de calcul de structures par éléments finis. Des cas tests servant à la validation de la procédure seront développés.

Profil & Conditions

- Étudiant titulaire d'un Master 2 Recherche ou Bac+5 avec stage en laboratoire de recherche spécialité Mécanique/Génie Mécanique ayant de solides connaissances dans les domaines de la modélisation numérique et de la mécanique des structures.
- L'étudiant sera basé au sein de l'équipe Mécanique des Matériaux des Structures et de Procédés (M2SP) du Laboratoire Génie de Production de l'École Nationale d'Ingénieurs de Tarbes (INP-ENIT)

Personnes à contacter

Envoyer CV, lettre de motivation et lettre de recommandations à :

- amevi.tongne@enit.fr
- lionel.arnaud@enit.fr

Mots clés : fabrication additive, modélisation numérique, éléments finis, homogénéisation.



Figure : exemple d'une structure lattice et de son insertion dans une pièce réalisée par fabrication additive