

Séminaire de mathématiques et leurs applications

6 juin 2019

Perle Geoffroy-Donders
CMAP - École Polytechnique

Titre: Méthode d'homogénéisation pour l'optimisation topologique de structures composées de matériau lattice

Résumé: Les développements récents des méthodes de fabrication additive permettent aujourd'hui d'envisager l'usinage de pièces à la topologie complexe, composées de microstructures. Ceci ranime l'intérêt pour les méthodes d'optimisation topologique par méthode d'homogénéisation, développées dans les années 80 et quelque peu oubliées par manque d'applications industrielles. L'objectif de cette thèse est de fournir des méthodes d'optimisation topologique pour des structures constituées de matériau lattice localement périodique, c'est-à-dire dont la microstructure est modulée au sein de la pièce. Trois phases ont été définies. La première consiste à calculer les propriétés élastiques homogénéisées de microstructures en fonction de paramètres définissant leur géométrie. Dans la seconde étape, on optimise la structure constituée de matériau homogénéisé selon les paramètres géométriques de la microstructure ainsi que son orientation. Une structure homogénéisée n'est pas usinable en l'état. En effet, l'homogénéisation revient à considérer que la taille des cellules la composant converge vers zéro. Dans une troisième étape, on propose donc de déshomogénéiser la structure optimisée, c'est-à-dire de construire une suite de structures convergeant vers elle. Pour cela, on introduit un difféomorphisme déformant une grille régulière de sorte que chaque cellule soit orientée selon l'orientation optimale. Nous présentons dans cette thèse les détails de cette méthode, pour des microstructures élastiques isotropes et orthotropes, en deux et en trois dimensions.

Nous proposons également un couplage de cette méthode avec la méthode d'optimisation de forme par les lignes de niveau, ce qui permet notamment d'inclure des contraintes géométriques sur les structures finales.