Homogénéisation numérique de matériaux hétérogènes élastiques linéaire et non linéaire en contexte incertain

ALEXANDRE CLÉMENT

Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, UMR CNRS 6183, LUNAM Université, Université de Nantes, École Centrale de Nantes, 58 Rue Michel Ange, BP 420, 44606 Saint-Nazaire, France

Mots clés : Homogénéisation numérique, approches spectrales stochastiques, géométrie aléatoire, composites linéaire et non linéaire.

RÉSUMÉ

Cet exposé est composé de deux parties distinctes ayant comme point commun la caractérisation de lois de comportement à un échelle macroscopique prenant en compte les hétérogénéités du matériau à une échelle inférieure. De plus, dans chacune de ces parties, la géométrie du domaine étudié présente des incertitudes prises en compte de manières différentes.

La première partie est dédiée à la prise en compte d'incertitudes géométriques dans un calcul de structures. La stratégie de calcul proposée est issue du mariage entre la méthode des éléments finis étendus, permettant une représentation implicite de la géométrie, et les approches spectrales stochastiques conduisant à une caractérisation complète de la solution du problème en fonction des variables aléatoires de base [1]. La méthode est illustrée avec un exemple numérique simple basé sur l'homogénéisation linéaire d'un composite dont la géométrie des renforts est incertaine.

La seconde partie est consacrée à l'homogénéisation de matériaux hétérogènes hyper-élastiques. L'objectif consiste à développer une méthode multi-échelle numérique permettant de traiter ce type de problème en prenant en compte un nombre important de paramètres aléatoires. Pour cela, on se base sur une méthode déterministe récemment proposée et permettant de construire numériquement la loi de comportement macroscopique à partir d'un ensemble de calculs non linéaires à l'échelle microscopique. La méthode est étendue au cadre stochastique où les tenseurs apparents de la loi de comportement sont représentés en fonction les déformations macroscopiques et de l'aléa géométrique du problème [2]. L'efficacité et les limites de la méthode sont illustrées à l'aide d'exemples numériques.

References

[1] A. Nouy and A. Clément. An extended stochastic finite element method for the numerical simulation of random multi-phased materials. *Int. J. for Numerical Methods in Engineering*, 83(10):1312–1344, 2010.

[2] A. Clément, C. Soize, and J. Yvonnet. Uncertainty quantification in computational stochastic multiscale analysis of nonlinear elastic materials. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 254:61–82, 2013.