



Projet AME : Amitex Multi-Echelles

Extension des méthodes FFT à la prise en compte de raffinements locaux

Extension of FFT-based methods to account for local refinement

Les solveurs FFT, utilisés pour l'homogénéisation périodique du comportement des matériaux hétérogènes, sont particulièrement performants en comparaison de codes Eléments-Finis standards utilisés dans le même contexte. Toutefois, ils exigent un raffinement de grille constant sur l'ensemble du domaine. Ceci peut imposer, pour certaines applications, une résolution inutilement très fine dans des zones où les champs (i.e. contrainte, déformation par exemple) varient lentement. Un exemple typique est celui d'une éprouvette entaillée, qui doit être maillée finement en pointe de fissure mais de manière plus grossière loin de la pointe.

A notre connaissance, aucune tentative n'a été entreprise pour résoudre cette question.

On se propose donc ici de mettre en place une notion de 'patch' : le volume considéré V_0 est maillé de manière grossière et un 'patch' correspond à un maillage raffiné d'une zone V_i incluse dans V_0 (zone autour d'une pointe de fissure, d'une inclusion etc...). L'objectif est ici de coupler les problèmes mécaniques définis sur les différents volumes et l'originalité méthodologique réside dans l'adaptation de ce couplage au sein de solveurs FFT.

En effet, ce type de méthode est connu et déjà appliqué au sein de codes Eléments-Finis, la démarche consistera donc à s'en inspirer afin de les adapter au mieux au formalisme des méthodes FFT. Afin de mener à bien ce projet, l'étudiant s'appuiera sur une équipe d'encadrement constitué de chercheurs aux compétences variées : L. Gélébart (CEA Paris-Saclay) développeur du solveur FFT AMITEX [1] [4] [2], J. Dérouillat (CEA Paris-Saclay, Maison de la Simulation) spécialiste HPC et Olivier Jamond (CEA Paris-Saclay) spécialiste des méthodes de couplage [5] [3].

Le candidat devra donc avoir de **solides connaissances en mécanique numérique** et mathématiques appliquées. De plus, les développements réalisés au sein du code massivement parallèle AMITEX, nécessiteront une connaissance préalable du **calcul parallèle** (bibliothèque MPI).

Le début du post-doc pourra commencer à partir de Novembre (compter deux mois entre le dépôt du dossier et l'embauche).

Merci d'adresser 1 CV détaillé, une lettre démontrant votre motivation et vos compétences pour ce sujet, ainsi que deux personnes de référence (nom et contacts).

Contact :

Lionel Gélébart : lionel.gelebart@cea.fr / 01.69.08.16.78

CEA Paris-Saclay DEN/DMN/SRMA, Bat 453 p26F, 91191 GIF/YVETTE

- [1] Amitex_fftp, <http://www.maisondelasimulation.fr/projects/amitex/html/index.html>.
- [2] Yang Chen, Dmytro Vasiukov, Lionel Gélébart, and Chung Hae Park. A fft solver for variational phase-field modeling of brittle fracture. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 349:167 – 190, 2019.
- [3] Alexandre Fernier, Vincent Faucher, and Olivier Jamond. Multi-model arlequin method for transient structural dynamics with explicit time integration. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 112(9):1194–1215, 2017.
- [4] L Gélébart and F. Ouaki. Filtering material properties to improve fft-based methods for numerical homogenization. *Journal of Computational Physics*, 294(0):90 – 95, 2015.
- [5] Olivier Jamond and Hachmi Ben Dhia. Incompressibility in the multimodel arlequin framework. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 94(4):374–399, 2013.

English version

FFT-based solvers, used for the periodic homogenization of heterogeneous materials, are very efficient when compared to standard Finite Element codes used in the same context. However, they require a constant refinement of the grid over the whole domain. In some cases, it is useless to have a fine refinement in large parts where the fields (i.e. stress or strain for example) are smooth. A typical example is a notched specimen, for which the mesh must be fine at the crack-tip and coarse elsewhere.

To our knowledge, this is the first attempt to tackle this question.

It is proposed to use ‘patches’: the volume of the unit-cell V_0 is meshed with a coarse grid and a ‘patch’ is a refined mesh of a zone V_i (region around a crack-tip, a small inclusion etc...) included in V_0 . The goal is to couple the mechanical problems defined on the different volumes and the originality arises from the use of FFT-based solvers.

Actually, such methods, already used in the Finite-Element context, will have to be adapted to the FFT-based context. For that purpose, a small team of researchers with various skills will assist the student: Lionel Gélébart (CEA Paris-Saclay) developer of the FFT-based solver AMITEX [1] [4] [2], Julien Derouillat (CEA Paris-Saclay, Maison de la Simulation) specialist in HPC and Olivier Jamond (CEA Paris Saclay) specialist in coupling methods [5][3].

The candidate will therefore have a solid knowledge of **numerical mechanics** and applied mathematics. Moreover, the developments realized within the AMITEX massively parallel code, will require a prior knowledge of the **parallel computation** (MPI library).

The post-doc could begin in November (or after), just take into account a delay of two months between the submission and the recruitment.

Please provide a detailed CV, a letter exhibiting your motivations and skills for the subject, and two references (names and contacts).