

# Implémentation GPU d'un outil de résolution d'EDPs sur des images

F. Willot, C. Tadonki

Centre de Morphologie Mathématique, Centre de Recherche en Informatique,  
MINES Paris

## Stage d'ingénieur ou de master 2

Les méthodes "FFT" [2] permettent de résoudre des équations aux dérivées partielles issus de problèmes de physique quasi-statique. En micromécanique par exemple on prend en compte les équations d'équilibre et d'admissibilité des champs dans le domaine fréquentiel à l'aide de l'opérateur de Green associé au problème d'élasticité linéaire (équation de "Lippmann-Schwinger" utilisé en homogénéisation [3]) tandis qu'on intègre la loi de comportement dans le domaine spatial. On résout ainsi un problème de mécanique des milieux hétérogènes, linéaire ou non-linéaire, sur une grille régulière (ou image). Le "schéma direct" [2], couplé à différentes méthodes de discrétisation de l'opérateur de Green [4], est le plus souvent utilisé.

Ce stage vise une implémentation parallèle sur GPU d'une méthode FFT robuste minimale permettant de simuler la réponse en conductivité ou réponse mécanique d'un matériau avec loi de comportement plastique (voir exemple Fig. 1). On décide dans un premier temps de se restreindre à un domaine dont la taille peut être contenu dans la mémoire d'un processeur GPU [1, 6]. Le travail de stage a pour but de démontrer la faisabilité d'un outil de résolution d'EDP sur GPU par méthode FFT et son utilisation possible notamment couplé à des méthodes d'apprentissage automatique.

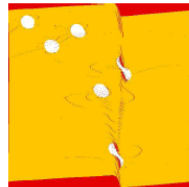


Figure 1: Réponse mécanique d'un milieu poreux en plasticité parfaite (simulation numérique [5]).

Prérequis : programmation en C et connaissance des GPU (la programmation GPU serait un plus déterminant).  
Pour toute information, contacter francois.willot@mines-paristech.fr.

## References

- [1] A. Kulkarni, F. Franchetti, and J. Kovačević. Large-scale algorithm design for parallel fft-based simulations on gpus. In *2018 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)*, pages 301–305. IEEE, 2018.
- [2] H. Moulinec and P. Suquet. A fast numerical method for computing the linear and non linear mechanical properties of the composites. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Série II*, 318:1417–1423, 1994.

- [3] T. Mura. *Micromechanics of defects in solids*. Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 1982.
- [4] F. Willot. Fourier-based schemes for computing the mechanical response of composites with accurate local fields. *Comptes Rendus Mécanique*, 343(3):232–245, 2015.
- [5] F. Willot. *Localization in random media and its effect on the homogenized behavior of materials*. PhD thesis, Sorbonne Université, 2019. Habilitation thesis (French “Habilitation à Diriger des Recherches”). Online at <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00134643>.
- [6] J. Yvonnet. A fast method for solving microstructural problems defined by digital images: a space Lippmann–Schwinger scheme. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 92(2):178–205, 2012.