



Proposition de stage 2016/2017 au sein de l'équipe POEMS

Simulation d'ondes sismiques par éléments finis discontinus sur architectures parallèles : Implémentation et analyse de performance

Contexte et objectif

En géophysique numérique, la **simulation d'ondes sismiques** doit tenir compte de milieux géologiques complexes et s'effectue essentiellement sur de grands domaines de calcul. Pour beaucoup d'applications, telles que l'étude d'impact d'un tremblement de terre ou l'imagerie sismique utilisée dans l'industrie pétrolière, les simulations, très coûteuses, sont effectuées sur des **architectures de calcul parallèles**. Aujourd'hui, ces architectures sont composées de processeurs multi-cœurs mis en parallèle, et d'accélérateurs de type GPU ou coprocesseurs. Afin de tirer parti au maximum de leur puissance de calcul, les outils de résolution numérique doivent être adaptés aux caractéristiques de ces architectures, qui ne cessent d'évoluer.

Dans ce contexte, les outils développés en utilisant des méthodes d'**éléments finis discontinus** sont très intéressants pour la simulation d'ondes transitoires : d'une part ces méthodes permettent la résolution précise de problèmes en milieux géologiques complexes, d'autre part la structure des schémas est bien adaptée pour du calcul parallèle. Cependant, la conception des codes de calcul reste délicate, et il est difficile d'approcher la performance maximale théorique des architectures de calcul.

L'objectif de ce stage est de développer et d'étudier de **nouvelles implémentations** basées sur des schémas d'éléments finis discontinus pour la simulation d'ondes sismiques sur des **architectures récentes**. Ce type d'étude a un grand intérêt pour les industriels qui peuvent ainsi développer des codes de calcul performants, et pour les chercheurs qui peuvent concevoir de nouvelles méthodes numériques en tenant compte des contraintes liées à la mise en œuvre. Suivant les résultats, ce travail pourra mener à une publication.

Méthodologie

Le candidat concevra plusieurs stratégies d'implémentation et les mettra en œuvre dans des codes C++ pour du calcul sur processeurs et/ou co-processeurs Intel¹. Les codes seront validés sur des benchmarks classiques d'ondes acoustiques et élastiques. Leur performance sera étudiée et comparée en utilisant des outils de profiling (*Il s'agit d'un aspect important du stage*). Suivant l'intérêt et les résultats du candidat, il s'intéressera à l'implémentation sur des architectures différentes (GPU et/ou clusters) et/ou à des variantes de la méthode des éléments finis discontinus.

Profil du candidat

Ce stage s'adresse à un étudiant de M2 ou de 3e année d'ingénieur intéressé par la simulation numérique et le calcul à hautes performances. Il devra connaître les bases de la méthode des éléments finis, être à l'aise avec la programmation C++ et posséder des notions de programmation parallèle avec OpenMP et MPI. Ce stage constitue une excellente préparation pour une thèse en simulation numérique demandant l'utilisation efficace du calcul intensif.

Le stage sera effectué au sein du laboratoire POEMS (CNRS-INRIA-ENSTA), dans l'unité de mathématiques appliquées de l'ENSTA (Palaiseau).

Contact

Dr Axel Modave (axel.modave@ensta-paristech.fr)
Chargé de recherche CNRS

¹ Intel Core, Intel Xeon, Intel Xeon Phi, ... en fonction des disponibilités au moment du stage.