

Séminaire Aristote "Quelles architectures pour les simulations de demain?"

5 février 2015 École Polytechnique (Palaiseau)

Quelle adéquation possible entre la puissance des supercalculateurs Tier0 et une formulation éléments finis implicite adaptative?

Hugues Digonnet (Institut du Calcul Intensif – École Centrale de Nantes)
hugues.digonnet@ec-nantes.fr

La versatilité des méthodes éléments finis leur permettent d'être largement présentes dans le monde de la simulation numérique. L'utilisation d'une formulation implicite permet de s'affranchir de la condition CFL des formulations explicites et ainsi de conserver des pas de temps relativement importants. L'adaptation de maillage permet de réduire fortement le nombre de degrés de libertés nécessaires pour obtenir une précision donnée. Ce travail a pour but de répondre à la question sur l'adéquation entre cette stratégie et l'utilisation de calculateurs massivement parallèles.

Ma présentation s'appuie sur le retour d'expérience du projet PRACE CIM128Ki, qui nous a permis d'effectuer des tests d'extensibilité de nos algorithmes à l'échelle des supercalculateurs européen, Tier0 : Curie Bullx Intel/InfiniBand avec 80 740 cœurs et JuQUEEN IBM BlueGENE/Q avec 458 752 cœurs. L'objectif de ce projet était de savoir si nous étions capables d'utiliser une telle puissance de calcul, que ce soit en termes de CPU mais aussi de mémoire RAM, jusqu'à l'exploitation des résultats produits.

Nous présenterons les outils développés pour la résolution de systèmes linéaires de très grande taille à plusieurs milliards d'inconnues. Ceci ira de la génération/adaptation de maillage parallèle à la possibilité de visualiser les résultats en passant par l'implémentation d'une méthode de résolution multigrille parallèle. Il est à noter que l'apport des méthodes multigrille au calcul massivement parallèle est indéniable. En effet, la puissance délivrée par les supercalculateurs de type Tier0 est telle que la taille des problèmes traités (taille des systèmes linéaires) est idéale pour tirer partie de la complexité algorithmique quasi linéaire des méthodes multigrilles.

Pour finir, des tests d'efficacité seront présentés et analysés sur deux types de supercalculateur Tier0 (Curie et JuQUEEN). L'utilisation conjointe d'une méthode multigrille et du calcul parallèle nous a permis une résolution « record » d'un système linéaire à 100 milliards de degrés de libertés pour les équations de Stokes incompressibles, en utilisant une formulation éléments finis mixte P1+/P1, et ceci avec la quasi totalité en cœurs et en mémoire des supercalculateurs.