

# Parallélisation d'ADAPT

**Imad KISSAMI**, Université Paris 13

**Fayssal BENKHALDOUN**, Université Paris 13

**Christophe CERIN**, Université Paris 13

**Mots-clés :** METIS, MUMPS, maillage non structuré, calcul parallèle

En ce moment, les CFDs (Computational Fluid Dynamics) jouent un rôle important dans le dessin industriel, les études d'impact environnemental et les études universitaires. Parmi ces progiciels, on propose ADAPT [1], développé par une collaboration entre le LAGA (Paris 13), l'Université Technique de Prague, et l'Ecole Mohammadia des Ingénieurs à Rabat, pour la réalisation de la simulation numérique sur un maillage non structuré et adaptatif pour les applications grande échelle. Le projet ADAPT regroupe des compétences de l'analyse numérique, l'informatique et la physique et traite de nombreux phénomènes physiques comme la combustion, la décharge de plasma, la propagation des ondes, etc.

Ici, on traite le phénomène de la décharge des plasmas ou autrement dit "streamer", qui contient un ensemble d'équation de convection-diffusion couplé avec l'équation de Poisson. Le code séquentiel en 3D prend un mois pour donner des résultats numériques significatifs.

L'idée est de proposer une version parallèle, en gardant la même méthodologie numérique, même type de maillage, mais avec un temps d'exécution beaucoup plus inférieur celui donné par la version séquentielle. Ainsi, la stratégie adoptée comporte deux étapes :

1. Première étape :

- Partitionnement du maillage avec METIS [2], chaque processus a un réseau local utilisé pour des calculs indépendamment des autres processus.
- Dans cette partie chaque processus fait son initialisation séparément, puis envoie les informations concernant ces cellules halos aux sous domaines voisins (cellules qui se trouvent de chaque sous domaine).

2. Deuxième étape :

- Le processus maître calcule la matrice du système linéaire après avoir reçu les informations nécessaires.
- Un découpage est fait à ce niveau pour résoudre le système linéaire en parallèle en utilisant MUMPS [3].

Ici nous parallélisons le code du Streamer qui inclut l'équation de convection-diffusion couplée avec l'équation Poisson sur un maillage triangulaire (529240 cellules).

Ce test est fait sur le cluster Ada l'Idris.

Nombre de processus MPI	temps	speed up
1	150 h 15 min	1
2	75 h 14 min	1.997
8	20 h 17 min	7,405
64	03 h 56 min	38,154
256	02 h 07 min	70,463

Temps d'exécution du code 2D Parallèle du Streamer

Après une étape initiale de profilage, validation de l'utilisation de MUMPS nous avons fait plusieurs simulations avec solveurs populaires différents pour obtenir les performances les plus raisonnables. Nous observons que l'ensemble de tests numériques et les résultats fournis, signifie que notre implémentation parallèle va dans la bonne direction pour le moment.

## Références

- [1] BENKHALDOUN, F. AND ELMAHI, I. AND SARI, S. AND SEAID, M., *An unstructured finite-volume method for coupled models of suspended sediment and bed load transport in shallow-water flows* , Int. J. Numer. Meth. Fluids, 2013.
- [2] KARYPIS, GEORGE AND KUMAR, VIPIN, *A Fast and High Quality Multilevel Scheme for Partitioning Irregular Graphs*, SIAM J. Sci. Comput., 1998.
- [3] PATRICK AMESTOY AND IAIN S. DUFF AND JEAN-YVES L'EXCELLENT AND JACKO KOSTER, *MUMPS : A General Purpose Distributed Memory Sparse Solver* , Parallel Computing Vol 32 (2), pp 136-156 (2006).