

SCHNAPS (Solveur Conservatif Hyperbolique Non-linéaire Appliqué aux PlaSmas)

Porteur : Philippe Helluy, Université de Strasbourg

3 avril 2016

1 Résumé

Ce projet a pour but d'implémenter dans le logiciel SCHNAPS un solveur DG implicite efficace pour résoudre l'équation de transport. La parallélisation hybride (CPU/GPU) s'appuiera sur le support d'exécution StarPU. On étudiera également plusieurs techniques pour la montée en ordre de l'intégrateur en temps.

2 Participants

Emmanuel Franck (CR Inria Strasbourg), David Coulette (postdoc Strasbourg), Laura Mendoza (IPP Garching), Herbert Oberlin (IPP Garching)

3 Financements

ANR EXAMAG, projet européen EUROFUSION, projet Inria Tonus.

4 Projet

SCHNAPS est un logiciel développé par l'Institut de mathématique de Strasbourg (IRMA) et par l'équipe Inria TONUS. Son objectif est de résoudre des systèmes de lois de conservation hyperboliques par la méthode Galerkin Discontinu. SCHNAPS est un solveur hybride : il utilise le support d'exécution StarPU pour distribuer ses tâches sur les accélérateurs (CPU et GPU) disponibles du noeud de calcul.

4.1 Schéma implicite pour le transport

L'objectif de ce projet est d'abord de développer une version implicite de SCHNAPS pour résoudre de façon efficace un ensemble d'équations de transport à vitesses constantes sur maillages courbes déstructuré. Cette résolution

implicite peut-être réalisée sans assemblage ni factorisation d'un système linéaire global en exploitant la nature décentrée du flux numérique [1, 3]. Le parallélisme par tâches de StarPU est particulièrement adapté pour optimiser ce type d'algorithme.

4.2 Schémas cinétiques sans CFL

Le solveur implicite sera ensuite appliqué pour résoudre des équations de la mécanique des fluides ou de la MHD dont on peut écrire des interprétations cinétiques avec un petit nombre de vitesses (« lattice Boltzmann schemes » [6, 2]). Chaque pas de temps d'un schéma cinétique est constitué de deux étapes :

1. une étape de transport libre où le solveur implicite sera exploitée.
2. une étape de relaxation avec retour vers un équilibre Maxwellien.

Dans la première étape, les équations de transports sont complètement découplées et la seconde étape est locale en espace, ce qui permet d'envisager des parallélisations très efficaces.

La difficulté est de construire des schémas d'ordre deux en temps. Plusieurs stratégies seront évaluées pour réaliser cette montée en ordre [5, 4].

Références

- [1] Jürgen Bey and Gabriel Wittum. Downwind numbering : Robust multigrid for convection-diffusion problems. *Applied Numerical Mathematics*, 23(1) :177–192, 1997.
- [2] Paul J Dellar. Lattice kinetic schemes for magnetohydrodynamics. *Journal of Computational Physics*, 179(1) :95–126, 2002.
- [3] Iain S Duff and John Ker Reid. An implementation of tarjan's algorithm for the block triangularization of a matrix. *ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS)*, 4(2) :137–147, 1978.
- [4] TC Fung. Complex-time-step newmark methods with controllable numerical dissipation. *International Journal for numerical methods in Engineering*, 41(1) :65–93, 1998.
- [5] Robert I McLachlan and G Reinout W Quispel. Splitting methods. *Acta Numerica*, 11 :341–434, 2002.
- [6] YH Qian, Dominique d'Humières, and Pierre Lallemand. Lattice bgk models for navier-stokes equation. *EPL (Europhysics Letters)*, 17(6) :479, 1992.