

Quelles structures de données pertinentes pour l'adaptation de maillage par multi-résolution adaptative pour la simulation de problèmes multi-échelles

Josselin MASSOT, CMAP - Palaiseau

Laurent SERIES, CMAP - Palaiseau

Lorsque l'on simule des phénomènes physiques complexes, il n'est pas rare d'observer des zones où la solution évolue rapidement (choc, front de flamme, interface diphasique, ...) et d'autres où elle reste plus ou moins constante. Les échelles caractéristiques sont donc bien différentes selon les régions où l'on se trouve. Les contraintes liées au pas d'espace des méthodes numériques utilisées dépendent fortement de ces échelles : les zones où il ne se passe pas grand chose n'ont pas besoin d'être résolues finement, tandis que les zones de forte variation nécessitent une résolution fine ([2]).

Afin de résoudre ces différentes échelles tout en réduisant les coûts de calcul, des méthodes d'adaptation de maillage sont employées. Elles peuvent intervenir de différentes manières : raffiner le domaine de manière statique avant de réaliser la simulation ou avoir une technique de raffinement adaptative qui évolue au cours des itérations de la simulation. Là encore, il existe plusieurs possibilités : les méthodes AMR (*Adaptive Mesh Refinement*) par *patch* ou *cell-based* [1] et les méthodes multi-résolutions [3], [4]. Les méthodes multi-résolutions se rapprochent des méthodes *cell-based*. Le grand avantage des méthodes multi-résolutions est le fait d'avoir un critère de raffinement unique et un contrôle fin de l'erreur induite par l'adaptation de maillage sur la solution numérique en s'appuyant sur des bases d'ondelettes. Cela représente un avantage important par rapport aux critères de raffinement des méthodes AMR classiques, plutôt basées sur des heuristiques.

Néanmoins, pour chacune de ces méthodes, il est nécessaire de construire des opérateurs de projection et de prédiction entre les grilles, les opérateurs des équations aux dérivées partielles à résoudre, ... On peut constater assez rapidement que les structures de données sous-jacentes ne sont pas simples et peuvent être un frein à l'utilisation de ces méthodes. Notons également que certaines structures de données sont propices ou non à la parallélisation et/ou à la facilité d'utilisation pour l'utilisateur final. Durant ce mini-symposium, nous ferons un tour d'horizon de différentes structures permettant de faire de l'adaptation de maillage dynamique en illustrant leurs usages sur des problèmes concrets.

Les orateurs prévus pour ce mini-symposium sont :

- Erwan Deriaz (IJL, Nancy) : parlera de solveur de Poisson multi-grille à raffinement de maillage adaptatif d'ordre élevé en dimension quelconque.
- Thierry Dumont (ICJ, Lyon) : parlera d'une structure de donnée pour la multi-résolution et la parallélisation par tâches.
- Loïc Gouarin (CMAP, Palaiseau) : présentera la structure de données de la librairie Samurai permettant de l'adaptation de maillage par multi-résolution et de l'AMR.
- Christian Tenaud (EM2C, Gif-sur-Yvette) : présentera un exemple d'utilisation de multi-résolution pour la résolution des équations de Navier-Stokes.

- [1] M. J. Berger, P. Colella. *Local adaptive mesh refinement for shock hydrodynamics*. Journal of computational Physics, **82**(1), 64–84, 1989.
- [2] M. P. Duarte. *Méthodes numériques adaptatives pour la simulation de la dynamique de fronts de réaction multi-échelle en temps et en espace*. Ph.D. thesis, 2011. Thèse de doctorat dirigée par Massot, Marc Energétique et mathématiques appliquées Châtenay-Malabry, Ecole centrale de Paris 2011.
- [3] A. Harten. *Adaptive multiresolution schemes for shock computations*. Journal of Computational Physics, **115**(2), 319–338, 1994.
- [4] A. Harten. *Multiresolution algorithms for the numerical solution of hyperbolic conservation laws*. Communications on Pure and Applied Mathematics, **48**(12), 1305–1342, 1995.