

Master OAM – Proposition de projet

Laboratoire Lagrange
Observatoire de la Côte d'Azur, CNRS, Université Nice Sophia Antipolis

Comment faire des simulations numériques modernes d'un écoulement ?

Holger HOMANN, holger.homann@oca.eu, 04 92 00 30 48

Contexte général.— Des simulations numériques sont un outil indispensable dans l'étude des écoulements environnementaux, industriels et astrophysiques. Grâce aux schémas numériques modernes et à la performance des super-calculateurs d'aujourd'hui qui consistent en près d'un million de processeur, des simulations réalistes deviennent possible. Ce projet propose d'étudier les bases du calcul numérique pour la mécanique des fluides. Plus précisément, ce projet vise à comparer deux types de schémas numériques : Le schéma classique 'volumes finis' [1] et le schéma récent 'Galerkin discontinu' [2]. Récemment [3], il a été affirmé que les derniers seront plus performants. Les étudiant(e)s vérifieront cela eux-mêmes. Pour cela, ils apprendront à programmer et à implémenter des schémas numériques simples de A à Z. Ils apprendront et utiliseront le langage C++ - un langage rapide, moderne et polyvalent.

Objectifs.— Durant ce projet nous allons rencontrer les exigences des simulations numériques de plusieurs points de vu. D'abord mathématiquement. La mathématique nous servira à distinguer les bonnes des mauvaises idées dans la conception d'un schéma numérique. Après, un bon schéma doit être programmé de façon lisible, rapide, modulaire et portable. Pour cela, les étudiant(e)s apprendront quelques facettes modernes du langage C++. Le but de ce projet est de combiner la théorie et la pratique pour que l'étudiant(e) soit à la fois capable de comprendre le principe d'un schéma numérique moderne et de l'implémenter pratiquement. A la fin de ce projet, l'étudiant(e) sera capable de juger, à l'aide de ses propres expériences, la performance des méthodes des volumes finis et Galerkin discontinu. Le projet comportera

1. une phase d'apprentissage des bases de la méthodes de volumes finis et de Galerkin discontinu.
2. une partie d'apprentissage du langage C++
3. un travail de programmation de quelques schémas numériques simples.

Références :

- [1] *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics*, E. F. Toro, Springer (1997)
[2] *Nodal Discontinuous Galerkin Methods*, Hesthaven, Jan S., Warburton, Tim, Springer (2008)
[3] *Astrophysical hydrodynamics with a high-order discontinuous Galerkin scheme and adaptive mesh refinement*, Schaal, K., Bauer, A., Chandrashekar, P., Pakmor, R., Klingenberg, C., & Springel, V., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 453(4), 4278–4300. (2015).