

pyLBM : un logiciel libre de Boltzmann sur réseau

Loïc GOUARIN, Université Paris-Sud

pyLBM est un module Python permettant d'utiliser simplement différentes méthodes de Boltzmann sur réseau avec un formalisme très proche de celui proposé par D. D'Humières en dimension 1, 2 ou 3 d'espace. Il s'appuie sur le package SymPy pour décrire de manière formelle tous les paramètres de la simulation : les vitesses du schéma, les moments sous la forme de polynômes, les valeurs à l'équilibre de ces moments par des fonctions formelles, les conditions aux limites *etc.*

En ce qui concerne le domaine de calcul de la simulation, l'utilisateur peut créer des domaines complexes s'appuyant sur l'union de formes simples telles que des cercles, des triangles ou des parallélogrammes en dimension 2, ou leur équivalent en dimension 3.

Un code est ensuite généré en fonction de ces paramètres physiques et mathématiques. Il existe différents types de générateurs (NumPy, Cython, loopy) permettant de tirer partie au mieux des performances de la machine. Le code est parallélisé en utilisant mpi4py.

Le logiciel est disponible à l'adresse suivante <http://www.math.u-psud.fr/pyLBM>.

Dans cette présentation, nous proposons de montrer quelques exemples du plus simple au plus compliqué d'utilisation de ce logiciel en insistant sur les points suivants :

- le formalisme est très proche du formalisme mathématique abstrait (il n'est pas nécessaire de rentrer dans les détails de l'algorithme pour effectuer une simulation),
- la grande variété des modèles physiques que la méthode de Boltzmann sur réseau permet de traiter,
- les outils formels du logiciel pour analyser les propriétés du schéma comme la consistance ou la stabilité,
- le traitement des conditions aux limites.

Références

- [1] D. D'HUMIÈRES, *Generalized Lattice-Boltzmann Equations*, Rarefied Gas Dynamics: Theory and Simulations, **159** pp. 450–458, AIAA Progress in astronautics and aeronautics, 1992.
- [2] F. DUBOIS, *Equivalent partial differential equations of a lattice Boltzmann scheme*, Computers and Mathematics with Applications, **55** pp. 1441–1449, 2008.
- [3] B. GRAILLE, *Approximation of mono-dimensional hyperbolic systems: a lattice Boltzmann scheme as a relaxation method*, Journal of Computational Physics, **266** pp. 74–88, 2014.
- [4] Y. H. QIAN, D. D'HUMIÈRES, P. LALLEMAND, *Lattice BGK Models for Navier-Stokes Equation*, Europhys. Lett., **17** pp. 479–484, 1992.