

Simulation numérique des fluctuations extrêmes de traînée sur un objet immergé dans un écoulement turbulent via un algorithme basé sur la théorie des grandes déviations

Lestang¹ *et al.*

Laboratoire de Physique de l'ENS Lyon (Phys-ENS), 46 allée d'Italie 69007 Lyon-France. CNRS :UMR5672, Ecole Normale Supérieure de Lyon
thibault.lestang@ens-lyon.fr

Une des caractéristiques de la turbulence des fluides est l'apparition d'importantes fluctuations de vitesse ou de pression locale. Ces fluctuations peuvent avoir un impact mécanique important sur un objet immergé. Dans le cadre d'écoulements industriels, il est capital de caractériser la statistique des fluctuations extrêmes des efforts exercés par l'écoulement sur la structure. Par ce que ces dernières sont rares, il est illusoire de chercher à les étudier à l'aide de simulations numériques directes. Il est cependant possible de biaiser la statistique de ces fluctuations en utilisant un algorithme hérité de la physique statistique et basé sur la théorie des grandes déviations. De telles approches se sont montrées performantes dans des domaines très variés : chimie des macromolécules [Bolhuis, 2002], biochimie [Noé, 2007], physique statistique [Grassberger, 2002], turbulence géophysique [Rolland, 2016], systèmes dynamiques chaotiques [Giardina et al., 2011]. L'application de ces méthodes à un écoulement turbulent autour d'une structure devrait permettre de capturer ces fluctuations rares depuis un ensemble contrôlé de simulations parallèles de l'écoulement avec un coût numérique raisonnable, sans modifier la dynamique qui reste issue d'une simulation directe.

Dans cette présentation, nous souhaiterions présenter les résultats de l'application de cette approche au cas de l'écoulement autour d'un obstacle carré à deux dimensions, simulé à l'aide de la méthode de Boltzmann sur Réseau (Lattice Boltzmann Method) [Succi, 2001]. Ce travail préliminaire vise à établir une preuve de concept en vue d'applications à des systèmes plus complexes.

Références

- [Giardina et al., 2011] Giardina, C., Kurchan, J., Lecomte, V., Tailleur, J. : Simulating rare events in dynamical processes, *Journal of statistical physics*, **04**, (2011).
- [Bolhuis, 2002] Bolhuis, P. G., Chandler, D., Dellago, C., & Geissler, P. L. (2002). Transition path sampling : Throwing ropes over rough mountain passes, in the dark. *Annual review of physical chemistry*, 53(1), 291-318.
- [Noé, 2007] Noé, F., Horenko, I., Schütte, C., & Smith, J. C. (2007). Hierarchical analysis of conformational dynamics in biomolecules : transition networks of metastable states. *The Journal of chemical physics*, 126(15), 04B617.
- [Rolland, 2016] Rolland, J., Bouchet, F., & Simonnet, E. (2016). Computing transition rates for the 1-D stochastic Ginzburg–Landau–Allen–Cahn equation for finite-amplitude noise with a rare event algorithm. *Journal of Statistical Physics*, 162(2), 277-311.
- [Grassberger, 2002] Grassberger, P. (2002). Go with the winners : A general Monte Carlo strategy. *Computer Physics Communications*, 147(1-2), 64-70.
- [Succi, 2001] Succi, S. : the lattice Boltzmann equation : for fluid dynamics and beyond, *Oxford University Press*, (2001).