

Modélisation probabiliste de la structure spatio-temporelle du champ de vitesse turbulente

Reneuve¹ & Chevillard¹

Laboratoire de Physique (UMR CNRS 5672) ENS de Lyon 46, allée d'Italie F-69364 LYON CEDEX 07,
FRANCE

`jason.reneuve@ens-lyon.fr`

La description probabiliste des signaux de vitesse est à la base de la phénoménologie moderne de la turbulence homogène et isotrope, introduite principalement en 1941 par Kolmogorov [1,2]. Face à la difficulté de prédire depuis les équations de Navier-Stokes les fluctuations observées en soufflerie ou dans une simulation numérique, nous proposons de construire des champs aléatoires de vitesse capables de rendre compte de quelques propriétés statistiques importantes, notamment une régularité holderienne moyenne de l'ordre de $1/3$, les transferts d'énergie inter-échelles (reliés au caractère asymétrique des densités des incréments), et le phénomène d'intermittence. De telles représentations stochastiques synthétiques ont déjà été proposées dans la littérature, aussi bien dans un cadre Eulérien [3] que Lagrangien [4].

Nous proposons ici une généralisation de ces modèles à un cadre spatio-temporel : nous construirons donc un champ aléatoire de vitesse eulérienne $u(\mathbf{x}, t)$ à une dimension d'espace et une de temps. De telles cartes spatio-temporelles sont accessibles à la communauté au travers de la base de données hébergée à l'université Johns Hopkins [5], cartes que nous proposons de reproduire de manière synthétique. Nous commencerons par construire un modèle Gaussien capable de reproduire, notamment, la structure de corrélation du champ de vitesse $C(\ell, \tau) = \langle u(x, t)u(x + \ell, t + \tau) \rangle$, et les comportements spectraux associés. Ensuite, nous montrerons comment généraliser ces modèles afin d'inclure les phénomènes de skewness et d'intermittence.

Références

1. KOLMOGOROV A.N., The local structure of turbulence in a incompressible viscous fluid for very large Reynolds number, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **30** (4), 301-305 (1941).
2. FRISCH U. *Turbulence : The Legacy of A.N. Kolmogorov* Cambridge University Press, Cambridge (1995)
3. PEREIRA R., MORICONI L., CHEVILLARD L., A dissipative random velocity field for fully developed fluid turbulence, *Journal of Fluid Mechanics*, **794**, 369-408 (2016).
4. MORDANT N., DELOUR J., LÉVEQUE E., ARNÉODO A., PINTON J.F. Long Time Correlations in Lagrangian Dynamics : A Key to Intermittency in Turbulence, *Phys. Rev. Lett.*, **89**, 254502 (2002).
5. Data obtained from the JHTDB at <http://turbulence.pha.jhu.edu>