

Analyse d'échelles dans un écoulement de Von Kármán numérique

Hugues Faller^{1,2}, Caroline Nore¹, Bérengère Dubrulle², Loïc Cappanera³ & Jean-Luc Guermond⁴

¹ Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, CNRS, Orsay, France

² Service Physique de l'État Condensé, UMR CEA/CNRS, Gif sur Yvette, France

³ Department of Computational and Applied Mathematics, Rice University, Houston, USA

⁴ Department of Mathematics, Texas A&M University, College Station, USA

hugues.faller@normalesup.org

Les écoulements turbulents sont caractérisés par la coexistence de multiples échelles entre l'échelle d'injection et l'échelle de dissipation d'énergie. Le transfert local d'énergie entre échelles jusqu'à l'échelle de Kolmogorov a été étudié expérimentalement par Saw et al in [2] en utilisant l'outil développé par J. Duchon et R. Robert [1]. Ils ont constaté que le transfert d'énergie local a une distribution très large et atteint des valeurs extrêmes aux endroits où le champ de vitesse a une topologie en front ou en spirale. Je propose de faire une analyse similaire dans une simulation numérique directe à haute résolution de l'écoulement expérimental de Von Kármán étudié dans [2]. Le code numérique (SFEMaNS) utilise une discrétisation spatiale hybride combinant éléments spectraux et éléments finis. L'approximation dans l'espace se fait en utilisant une décomposition de Fourier dans l'espace azimutale et les éléments continus Hood-Taylor Lagrange pour les champs de pression et de vitesse dans la section méridienne. Le schéma temporel utilise une méthode de prédiction-correction décrite dans [4]. La prise en compte des pales en mouvement à est assurée par une technique de pseudo-pénalité décrit dans [5].

Dans cet exposé, nous discutons du problème du calcul du transfert entre échelles sur un maillage d'éléments finis, souvent utilisé pour simuler des écoulements turbulents réels. Nous montrons la distribution du terme de transfert inter-échelle et la structure des champs de vitesse autour de grandes valeurs du transfert d'énergie locale et discutons de la comparaison avec les résultats expérimentaux.

Références

1. J. Duchon & R. Robert : *Inertial energy dissipation for weak solutions of incompressible Euler and Navier–Stokes equations*. *Nonlinearity* **13** 249–255, 2000.
2. E.-W. Saw, D. Kuzzay, D. Faranda, A. Guittonneau, F. Daviaud, C. Wiertel-Gasquet, V. Padilla & B. Dubrulle : *Experimental characterization of extreme events of inertial dissipation in a turbulent swirling flow*. *Nature Communications*, 2016.
3. Nore, C. and Castanon Quiroz, D. Cappanera, L. and Guermond, J.-L : *Numerical simulation of the von Karman sodium dynamo experiment*. *Journal of Fluid Mechanics* **854** DOI 10.1017, 2018.
4. J. L. Guermond, R. Laguerre, J. Léorat & C. Nore : *Nonlinear magnetohydrodynamics in axisymmetric heterogeneous domains using a Fourier/finite element technique and an interior penalty method*. *J. Comp. Physics* **228** 2739–2757, 2009.
5. R. Pasquetti, R. Bwemba, and L. Cousin : *A pseudo-penalization method for high Reynolds number unsteady flows*. *Appl. Numer. Math.* **58**(7) :946–954, 2008.