

1 Temps de corrélation de champs de vitesses incompressibles

Alexandre CAMERON, Alexandros ALEXAKIS & Marc-Étienne BRACHET

Laboratoire de Physique Statistique, École Normale Supérieure, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France
alexandre.cameron@ens.fr

L'amélioration des calculateurs a récemment permis de conduire des simulations numériques avec des résolutions assez importantes pour modéliser des écoulements avec de grandes séparations entre l'échelle d'injection et l'échelle du système. Le spectre d'énergie pour des nombres d'onde en amont de l'échelle d'injection $k < k_i$ a notamment été étudié [1] dans le cas de simulations de l'équation de Navier-Stokes.

Dans le domaine des nombres d'onde en amont du forçage, il est prédit [3] que les statistiques des modes du champ de vitesses suivent celles des équilibres absolus établis par Kraichnan [4]. La théorie des équilibres absolus a été développée pour des écoulements non-visqueux obéissant à l'équation d'Euler tronquée (ET) dans une démarche proche de la thermodynamique statique. La conservation par l'équation d'Euler de deux quantités globales – l'énergie et l'hélicité – conduit à des différences importantes entre les équilibres absolus et l'équipartition en énergie observée dans les ensembles micro-canoniques [5].

L'étude des instabilités linéaires d'écoulements hélicitaires forcés à petite échelle [6] a montré que la dynamique des modes grandes échelles peut se coupler au forçage. Ce couplage donne lieu à des différences du spectre d'énergie entre les statistiques des modes en amont du forçage provenant de l'équation de Navier-Stokes forcée (NSF) et les équilibres absolus provenant de ET. Par ailleurs, ce couplage hydrodynamique a été étudié sur une large gamme de nombres d'onde en utilisant une méthode de Floquet pseudo-spectrale inédite qui a aussi apporté de nouveaux résultats dans l'étude de l'effet alpha en MHD [7].

Pour poursuivre la comparaison entre les statistiques des solutions de NSF et des équilibres absolus, une méthode d'analyse du temps de corrélation des modes du champ de vitesses a été développée. Cette méthode a réussi à reproduire l'effet de décorrélation lié au balayage [8] pour les modes du champ de vitesses dans la zone inertielle. Elle a permis d'étudier la corrélation temporelle des solutions de ET et des modes en amont du forçage obéissant à NSF. L'analyse des corrélations temporelles montre un rallongement du temps de corrélation lié à une augmentation de l'hélicité.

Nous proposons de présenter les développements récents obtenus sur les statistiques des solutions de ET et celles de NSF en nous attardant sur les propriétés des temps de corrélation du champ de vitesses.

Références

1. Dallas, V., Fauve, S. & Alexakis, A. Statistical Equilibria of Large Scales in Dissipative Hydrodynamic Turbulence. *Phys. Rev. Lett.* 115, 204501 (2015).
2. Dombre, T., Frisch, U., Greene, J. M., Hénon, M. & Soward, A. M. Chaotic streamlines in the ABC flows. *J. Fluid Mech.* 167, 353–391 (1986).
3. Frisch, U. & Donnelly, R. J. Turbulence : the legacy of AN Kolmogorov. *AIP*, (1996).
4. Kraichnan, R. H. Helical turbulence and absolute equilibrium. *J. Fluid Mech.* 59, 745–752 (1973).
5. Diu, B., Guthmann, C., Lederer, D. & Roulet, B. Physique statistique, *Hermann* (2001).
6. Cameron, A., Alexakis, A. & Brachet, M.-É. Large-scale instabilities of helical flows. *Phys. Rev. Fluids* 1, 063601 (2016).
7. Cameron, A. & Alexakis, A. Fate of Alpha Dynamos at Large Rm . *Phys. Rev. Lett.* 117, 205101 (2016).
8. Chen, S. & Kraichnan, R. H. Sweeping decorrelation in isotropic turbulence. *Phys. Fluids A* 1, 2019–2024 (1989).