

Écoulement turbulent dans un cylindre : haut nombre de Reynolds et fluctuations à basse fréquence

Michaël Berhanu¹, Nicolas Mordant¹, & Stephan Fauve¹

Laboratoire de Physique statistique de l'École Normale Supérieure, CNRS UMR 8550, 24 Rue Lhomond, 75231 PARIS Cedex 05, France
mberhanu@lps.ens.fr

Dans le but d'étudier la turbulence magnétohydrodynamique dans les métaux liquides, nous menons une nouvelle expérience avec du gallium fondu, visant à observer la réponse du champ magnétique, excité par le champ de vitesse, par les phénomènes d'induction électromagnétiques. La première étape de ce travail consiste à caractériser l'écoulement du dispositif expérimental en utilisant de l'eau comme fluide, dans une géométrie originale : dans un cylindre on utilise quatre hélices décentrées par rapport à l'axe du cylindre produisant chacune des vortex instationnaires en compétition. Ce dispositif en produisant un écoulement non axisymétrique apporte une évolution importante par rapport aux écoulements fermés dits de Von-Karman, étudié entre autre par l'équipe GIT du CEA Saclay [1] [2] et pour lesquels plusieurs expériences de magnétohydrodynamique turbulente ont été effectuées [3] [4]. Par des mesures de pression en paroi, de vélocimétrie doppler ultrasonore, de vélocimétrie doppler laser et d'anémométrie à fil chaud, on observe un écoulement pleinement turbulent, présentant un fort taux de fluctuations. On peut définir sur le temps de mesure un écoulement moyen, d'un point de vue statistique, mais qui n'est pas représentatif de l'écoulement à un instant donné. Le fort taux de fluctuations turbulentes induit alors dans le spectre de puissance de vitesse beaucoup d'énergie à basse fréquence. En effet on observe pour un forçage stationnaire une cascade inertielle commençant typiquement à un dixième de la fréquence d'injection, pour un nombre de Reynolds de 10^5 . Ainsi on retrouve le comportement de la turbulence homogène isotrope de type Kolmogorov 41 à des échelles de temps et d'espace plus grandes, devant permettre d'obtenir plus facilement les propriétés d'induction magnétique par la turbulence. En raison du phénomène de diffusion du champ magnétique, les fluctuations à petite échelle du champ de vitesse ont peu d'effet d'induction. D'autre part les écoulements ici caractérisés sont aussi intéressants du point de vue de la mécanique des fluides classique et pourraient apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : Quel est le rôle des structures cohérentes tourbillonnaires sur la dynamique de la turbulence ? Peut-on parler d'une correspondance entre les fluctuations spatiales et temporelles en l'absence d'écoulement moyen ? Comment définir la notion d'échelle intégrale pour de tels écoulements fermés ?

Références

1. L. MARIÉ, Transport de moment cinétique et de champ magnétique par un écoulement tourbillonnaire turbulent : influence de la rotation magnetic field by a turbulent flow of liquid sodium *Thèse de doctorat*, (1) (2003).
2. F. RAVELET, Bifurcations globales et magnétohydrodynamiques dans un écoulement de von Karman turbulent. *Thèse de doctorat*, (2005).
3. P. ODIER, J.-F. PINTON AND S. FAUVE, Advection of a magnetic field by a turbulent swirling flow, *Physical Review E*, **58** (6), 7397-7400 (1998).
4. R. VOLK, F. RAVELET, R. MONCHAUX, M. BERHANU, A. CHIFFAUDEL, F. DAVIAUD, PH. ODIER, J.-F. PINTON, S. FAUVE, N. MORDANT, AND F. PÉTRÉLIS, Transport of magnetic field by a turbulent flow of liquid sodium *Physical Review Letter*, **97** (7), 74501-74505 (2006).