

Turbulence hydrodynamique 3D engendrée par des particules magnétiques

Annette Cazaubiel, Claude Laroche, Jean-Claude Bacri, Michael Berhanu & Eric Falcon

Université de Paris, Univ Paris Diderot, MSC, UMR 7057 CNRS, F-75 013 Paris, France
 annette.cazaubiel@univ-paris-diderot.fr

La turbulence hydrodynamique intervient dans la plupart des écoulements géophysiques ou astrophysiques, ainsi que dans de nombreux procédés industriels. En laboratoire, les expériences en turbulence sont réalisées généralement par l'intermédiaire d'un forçage localisé spatialement à grande échelle (via des pâles en rotation ou des grilles oscillantes, par exemple) et de façon déterministe.

Récemment, nous avons développé une nouvelle technique de forçage de la turbulence où le fluide est forcé en volume, aléatoirement en espace et en temps, en utilisant des particules magnétiques de petites tailles, contrôlées à distance [1, 2]. Pour cela, un champ magnétique oscillant pilote aléatoirement le degré de liberté de rotation de chaque particule (petits aimants encapsulés) ; les collisions entre particules ou avec les parois du récipient leur conférant alors un mouvement erratique de translation. Un tel forçage en volume favorise l'homogénéité du champ de vitesse.

Nous présenterons ici les propriétés fondamentales de la turbulence homogène 3D obtenue avec ce nouveau mécanisme de forçage. Ces propriétés sont caractérisées à l'aide de mesures locales de vélocimétrie laser Doppler (LDV) ainsi que de mesures spatio-temporelles de vélocimétrie par image de particules (PIV). Le spectre spatial (resp. temporel) de vitesse de fluide suit notamment une loi en $k^{-5/3}$ (resp. $f^{-5/3}$) sur plus d'une décade, comme attendu théoriquement (cf. Fig. 1).

Ce mécanisme de forçage très prometteur permettra à court terme d'étudier les grandes échelles en turbulence hydrodynamique définies comme les échelles plus grandes que celle du forçage.

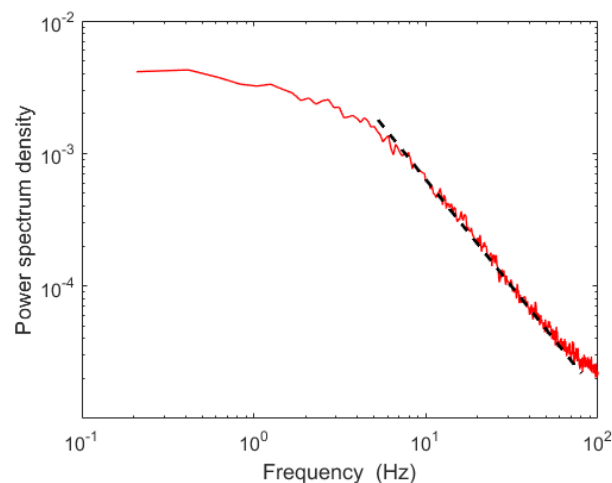


FIGURE 1. Spectre de puissance temporel de la vitesse verticale dans le fluide (rouge). Fit en $f^{-5/3}$ (pointillés).

Remerciements : ANR DYSTURB (ANR-17-CE30-0004), et Simons Foundation/MPS N° 651463.

Références

1. E. FALCON, J.-C. BACRI & C. LAROCHE, Dissipated power within a turbulent flow forced homogeneously by magnetic particles, *Phys. Rev. Fluids*, **2**, 102601(R) (2017).
2. E. FALCON, J.-C. BACRI & C. LAROCHE, Equation of state of a granular gas homogeneously driven by particle rotations, *Europhys. Lett.*, **103**, 64004 (2013).