

Fluctuations du flux de chaleur en convection thermique à haut nombre de Rayleigh

Martin Caelen, François Pétrélis, Stephan Fauve

Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure, CNRS UMR 8023, 24 rue Lhomond, 75005 Paris, France
martin.caelen@phys.ens.fr

Alors que la dépendance en le nombre de Rayleigh (Ra) de la valeur moyenne du flux de chaleur (J) transporté en convection de Rayleigh-Bénard a été largement étudiée, les propriétés statistiques de ses fluctuations sont plus rarement considérées. Il a été montré que, sur la plage $10^6 < Ra < 10^9$, les fluctuations relatives (écart-type sur valeur moyenne) du flux de chaleur mesuré au niveau des parois horizontales décroissent proportionnellement à l'épaisseur de la couche limite thermique, ce résultat s'interprétant par une corrélation spatiale au niveau des parois qui diminue quand la couche limite s'amincit [1]. Cette observation a été confirmée pour cette plage de nombres de Rayleigh par de récentes simulations numériques [2], mais celles-ci ont mis en évidence une transition à nombre de Rayleigh plus élevé vers un régime où ces fluctuations relatives deviennent indépendantes du nombre de Rayleigh. La compréhension de cette transition est d'autant plus intéressante qu'elle n'est pas observée sur la valeur moyenne du flux de chaleur.

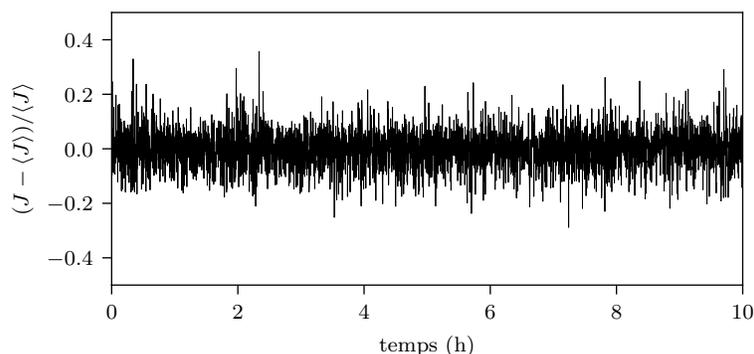


Figure 1. Fluctuations relatives du flux de chaleur mesuré pour $Ra = 1,3 \times 10^{11}$.

Nous réalisons donc l'étude expérimentale des fluctuations du flux de chaleur en convection de Rayleigh-Bénard à des nombres de Rayleigh plus élevés ($10^9 < Ra < 10^{11}$). Les simulations ayant été réalisées pour un écoulement bidimensionnel, l'expérience permettra de déterminer si la transition prédite à deux dimensions a lieu dans la même gamme de nombres de Rayleigh à trois dimensions. Si celle-ci est observée, l'expérience permettra également d'en étudier les caractéristiques. Cette étude se fait dans une cuve cylindrique de diamètre 60 cm et hauteur 60 cm (rapport d'aspect 1), remplie d'eau, dont les deux parois horizontales (haute et basse) sont thermostatées pour imposer les gradients de température souhaités. La température à chaque paroi est mesurée, ainsi que le flux de chaleur instantané (voir Fig. 1), pour être ensuite comparés aux résultats de S. Aumaître [1] et V. Labarre [2].

Références

1. S. AUMAÎTRE & S. FAUVE, Statistical properties of the fluctuations of the heat transfer in turbulent convection, *Europhys. Lett.*, **62** (6), 822–828 (2003).
2. V. LABARRE, S. FAUVE & S. CHIBBARO, Heat-flux fluctuations revealing regime transitions in Rayleigh-Bénard convection, *Phys. Rev. Fluids*, **8**, 053501 (2023).