

Effets de la rotation sur la convection naturelle entre deux cylindres coaxiaux soumis à un gradient radial de température

Clément Savaro, Arnaud Prigent, & Innocent Mutabazi¹

LOMC, UMR 6294, CNRS-Université du Havre
clement.savaro@etu.univ-lehavre.fr

Nous nous intéressons dans cette étude à l'effet de la rotation du cylindre intérieur sur la convection naturelle entre deux cylindres coaxiaux soumis à un gradient radial de température. Les cylindres de rayons $a = 2$ cm et $b = 2,5$ cm et de hauteur $H = 55,4$ cm sont placés verticalement. Une circulation d'eau provenant de bains thermostatés permet de contrôler la température aux parois des cylindres et de créer ainsi le gradient radial de température. Le système est caractérisé par le rapport des rayons $\eta = 0,8$ et le rapport d'aspect $\Gamma = 114$. Ses paramètres de contrôle sont le nombre de Grashof Gr relié au gradient radial de température et le nombre de Taylor Ta , relié à la vitesse de rotation du cylindre intérieur. L'écoulement est visualisé à l'aide de kallioscope et des mesures du champ de vitesse et température sont réalisés à l'aide de cristaux liquides thermochromiques encapsulés [1].

Dès qu'un gradient de température est créé entre les cylindres, il se forme une grande cellule convective verticale. À partir d'un nombre de Grashoff critique $Gr_c = 8000$ et sans rotation, la cellule convective est sujette à une instabilité prenant la forme de rouleaux axisymétriques se propageant respectivement vers le haut (le bas) quand le cylindre intérieur (extérieur) est le plus chaud [2,3,4,5]. Dans cette étude, le nombre de Grashof est fixé à une valeur supérieure à la valeur critique et le cylindre intérieur est progressivement mis en rotation. Nous étudions alors les propriétés spatiotemporelles de l'écoulement et regardons comment l'ajout de la rotation les modifie. Une faible rotation a un faible effet perturbatif sur les rouleaux axisymétriques, diminuant seulement leur intensité. À partir d'un nombre de Taylor $Ta = 17$ les ondes modulées, aussi observées à des nombres de Grashoff moins élevés [6], apparaissent et coexistent avec les rouleaux axisymétriques. Nous avons aussi observé la présence d'un nouveau motif ayant la forme d'un unique rouleau incliné. Ce rouleau se développe sur plus de la moitié de la hauteur totale depuis l'extrémité haute ou basse du système, selon le sens du gradient de température. Pour certains paramètres il se propage autour du cylindre intérieur sans changement, faisant penser à une onde solitaire. Mais dans la plupart des cas il interagit avec les ondes modulées ce qui provoque sa déformation voir sa disparition avant qu'il ne se reforme.

Références

1. , R. GUILLERM, Étude expérimentale des instabilités thermo-hydrodynamiques dans un système de Couette-Taylor, *Thèse* (2010)
2. , G.K.BATCHELOR, An Introduction to Fluid Mechanics, *Cambridge University Press*, (1967)
3. , J.W. ELDER, Laminar free convection in a vertical slot, *J. Fluid. Mech.*,**23**, 77-98 (1965)
4. , I. G. CHOI AND S. A. KORPELA, Stability of a conduction regime of natural convection in a tall vertical annulus, *J. Fluid. Mech.*,**99**, 725-738 (1980)
5. , V. LEPILLER, A. PRIGENT, F. DUMOUCHEL AND I. MUTABAZI, Transition to turbulence in a tall annulus submitted to a radial temperature gradient, *Physics of Fluids*, **19** (5), 054101 (2007)
6. , R. GUILLERM, A. PRIGENT, I. MUTABAZI Ondes modulées dans le système de Couette-Taylor soumis à un fort gradient radial de température 13ème Rencontre du Non-Linéaire Ihp-Paris 2010, Paris Onze Edition,