

# Instabilités hydro-thermiques dans un anneau cylindrique vertical soumis à un fort gradient radial de température

Raphaël Guillermin<sup>1</sup>, Valérie Lepiller<sup>2</sup>, Arnaud Prigent<sup>1</sup>, & Innocent Mutabazi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Ondes et Milieux Complexes (LOMC), FRE-3102 CNRS, Université du Havre, 53 rue de Prony, BP540, 76058 Le Havre cedex

<sup>2</sup> Laboratoire Hydrodynamique et Mécanique Physique (HMP) de l'ESPCI, PMMH UMR 7636, 10 rue Vauquelin, 75231 Paris cedex 5

raphael.guillerm@univ-lehavre.fr

Cette étude expérimentale s'intéresse au couplage de la force centrifuge et des effets thermiques dans un système de Couette-Taylor soumis à un fort gradient radial de température. Dans ce système, un liquide est confiné dans l'espace annulaire vertical de cinq millimètres situé entre un cylindre intérieur en rotation et un cylindre extérieur fixe. Le rapport d'aspect et le rapport des rayons sont fixes et valent 114 et 0,8 respectivement. Les paramètres de contrôle physiques du système sont le nombre de Grashof  $Gr$  basé sur l'écart de température entre les deux cylindres et le nombre de Taylor  $Ta$  basé sur la vitesse de rotation du cylindre intérieur. Pour cette étude, le gradient de température est fixé et on augmente progressivement la vitesse angulaire. L'écoulement de base, observé pour les faibles valeurs de  $Ta$ , est composé de l'écoulement de Couette circulaire, dû à la rotation du cylindre intérieur, et d'un écoulement axial vertical induit par le gradient radial de température. Au dessus d'une valeur critique  $Ta_c$  dépendant du nombre de Grashof, cet écoulement se déstabilise et bifurque vers un écoulement de vortex spirales propagatifs [1]. Différents comportements ont été observés selon les valeurs de  $Gr$  [2]. Nous nous sommes intéressés aux modes d'instabilités apparaissant pour de grands écarts de température,  $Gr > 965$ . Le motif apparaît au centre et envahit tout le système alors qu'il apparaissait près du bord inférieur pour  $Gr < 965$  [3]. L'inclinaison de la spirale augmente avec  $Gr$  et est plus importante que dans le cas des faibles écarts de température. Dès le seuil, la spirale présente une modulation de fréquence  $f_m$ . La fréquence porteuse  $f_p$  et la fréquence de modulation  $f_m$  augmentent linéairement avec  $Ta$ . Le motif peut alors être décrit comme un ensemble de paquets de vortex propagatifs. Lorsqu'on augmente  $Ta$ , des dislocations apparaissent puis un nouveau mode d'instabilité intervient sous la forme d'une spirale ondulée caractérisée par la fréquence porteuse et une fréquence des ondulations  $f_w$ . A mesure que le nombre de Taylor augmente, un motif de rouleaux axisymétriques ondulés se forme et coexiste d'abord avec la spirale ondulée. Pour de plus grandes valeurs de  $Ta$ , la spirale ondulée disparaît et laisse place au motif de rouleaux axisymétriques ondulés, les effets du gradient de température devenant négligeables devant les effets centrifuges. Une technique de thermographie par cristaux liquides a été mise en oeuvre afin de mesurer la température du liquide confiné dans l'entrefer. Celui-ci estensemencé de cristaux encapsulés de  $50\mu\text{m}$  de diamètre et éclairé par une section de lumière blanche et froide. Via un calibrage approprié, la couleur des cristaux est associée à un scalaire mesurable, la hue  $h$ ; chaque valeur de  $h$  correspondant à une température donnée [4].

## Références

1. H.A. SNYDER, S.K.F. KARLSSON, Experiments on the stability of Couette motion with a radial thermal gradient, *Phys. Fluids*, **7** (10), (1964).
2. D.C. KUO, K.S. BALL, Taylor-Couette flow with buoyancy : Onset of spiral flow, *Phys. Fluids*, **9** (10), 2872-2884 (1997).
3. V. LEPILLER, A. GOHARZADEH, A. PRIGENT, I. MUTABAZI, Weak temperature gradient effect on the stability of the circular Couette flow, *Euro. Phys. J*, **B**, (2008).
4. J.L. HAY, D.K. HOLLINGSWORTH, Calibration of micro-encapsulated liquid crystals using hue angle and a dimensionless temperature, *Experimental thermal and fluid science*, **18**, 251-257 (1998).