

Simulation numérique de la convection naturelle dans une canal différentiellement chauffé

Zhenlan GAO^{1,2} Bérengère PODVIN¹ Anne SERGENT^{1,2} Shihe XIN³ Patrick LE QUÉRE¹ Laurette S. Tuckerman⁴

¹ LIMSI-CNRS, Campus d'Orsay, 91403 Orsay Cedex

² Université Pierre Marie Curie, 75005 Paris

³ CETHIL, 9 Rue de la Physique INSA de LYON 69621 Villeurbanne Cedex. Lyon

⁴ PMMH (ESPCI-CNRS-UPMC-UPD), 75005 Paris

`gao@limsi.fr`, `podvin@limsi.fr`

Nous étudions les instabilités de convection naturelle d'une lame d'air ($Pr=0.71$) bi-périodique confinée entre deux plaques verticales. Nous nous appuyons sur des simulations numériques directes 3D au voisinage du nombre de Rayleigh critique. Deux cas sont considérés. Dans le premier cas, la température sur chaque paroi est constante : cas isotherme. Dans le deuxième cas, une stratification constante est imposée aux parois, c'est-à-dire que la température augmente linéairement avec la hauteur. Les résultats sont comparés avec ceux obtenus par simulation 2D et l'analyse asymptotique dans le cas isotherme.

Les simulations 3D sont effectuées dans un domaine de rapport de forme 1 : 1 : 10 suivant les directions x et z . Les motifs correspondant aux étapes de la transition vers le régime chaotique sont présentés. Dans le cas isotherme, on observe une bifurcation supercritique vers des rouleaux 2D stationnaires puis une deuxième bifurcation vers des motifs 3D stationnaires. Ensuite ces motifs 3D deviennent instationnaires puis, par dédoublement de période l'écoulement devient chaotique. Dans le cas stratifié, on observe une bifurcation de Hopf supercritique vers des ondes progressives 2D périodiques, suivie d'une deuxième bifurcation apparemment supercritique vers des ondes 2D cnoidales qui se déstabilisent dans la direction transverse avant d'atteindre le régime chaotique.

Références

1. ELDER, J.W. 1965 Laminar free convection in a vertical slot *J. Fluid Mech.* **23** 77-98
2. BERGHOLZ, R.F. 1978 Instability of steady natural convection in a vertical fluid layer *J. Fluid Mech.* **84** 743-768
3. NAGATA, M. BUSSE, F.H. 1983 Three-dimensional tertiary motions in a plane shear layer *J. Fluid Mech.* **135** 1-26
4. XIN, S. 1993 Simulation numérique de convection naturelle turbulente *PhD thesis, Université Paris VI*
5. COSSU, C. 2009 Introduction to hydrodynamic instabilities *Polycopié à École Polytechnique*
6. TUCKERMAN, L. BARKLEY, D. 1990 Bifurcation analysis of the eckhaus instability *Physica D* **46** 57-86