

Instabilités secondaires dans la convection de Rayleigh-Bénard pour un fluide non-Newtonien

T. Varé¹ & C. Nouar¹

LEMETA, UMR 7563 CNRS-Université de Lorraine, 2 Avenue de la Forêt de Haye, TSA 60604 54516
Vandoeuvre lès Nancy Cedex
thomas.vare@univ-lorraine.fr

Dans des articles récents [1] et [2], le problème de la convection de Rayleigh-Bénard pour un fluide non-Newtonien rhéofluidifiant a été considéré moyennant une analyse faiblement non linéaire. La compétition entre les différents motifs de convection au voisinage du seuil de la bifurcation primaire a été examinée en fonction des paramètres rhéologiques et de la conductivité thermique des parois. Il apparaît que le caractère rhéofluidifiant favorise une convection sous forme de rouleaux contrairement à ce qui a été précédemment mentionné dans la littérature [3]. En s'écartant du seuil d'instabilité, les modes dont le nombre d'onde k , appartient à une bande $[k_c - \delta k, k_c + \delta k]$ avec $\delta k = \sqrt{\epsilon/\xi_0}$ deviennent instables [4]. Ceci se traduit par une modulation spatiale de la solution stationnaire, comme le décrivent les équations de Ginzburg-Landau. Ici, ϵ est l'écart au seuil d'instabilité, k_c le nombre d'onde critique et ξ_0 la longueur de cohérence.

La présente communication a pour objectif d'étudier la stabilité de ces solutions stationnaires vis à vis de perturbations infinitésimales de grandes longueurs d'onde pour un fluide de Carreau rhéofluidifiant. Il s'agit de perturbations en amplitude et en phase [5], [6].

Dans le cas de parois infiniment conductrices, la convection s'organise sous forme de rouleaux. La rhéologie du fluide n'intervient pas dans les instabilités de dilatation / compression (Eckhaus) et de torsion (zigzag). Elle a par contre un rôle significatif dans l'instabilité d'amplitude du type "Rouleaux-croisés". Les résultats montrent que l'augmentation du degré de rhéofluidification s'accompagne d'une réduction du domaine de stabilité des rouleaux.

Dans le cas de parois de conductivité thermique finie, la convection s'organise en carrés. L'augmentation du degré de rhéofluidification conduit en revanche à un élargissement du domaine de stabilité des carrés. A noter que dans le cas newtonien, nos résultats sont en parfait accord avec la littérature [7], [8]. Cette étude se poursuit avec l'analyse de stabilité des hexagones dans le cas d'un fluide de Carreau thermodépendant.

Références

1. M. Bouteraa, C. Nouar, E. Plaut, C. Métivier, A. Kalck. Weakly nonlinear Rayleigh-Bénard convection in shear-thinning fluids : Nature of the bifurcation and pattern selection. *J. Fluid. Mech.* 767, 269-734 (2015).
2. M. Bouteraa, C. Nouar. Weakly nonlinear analysis of Rayleigh-Bénard convection in a non-Newtonian fluid between plates of finite conductivity : Influence of shear-thinning effects. *Phys. Rev. E.* 92, 063017-1 063017-13 (2015).
3. Pattern selection in thermal convection of non-Newtonian fluids. *J. Fluid. Mech.* 600, 500-550 (2011).
4. F. Charru. *Instabilités hydrodynamiques.* EDP Sciences, (2007)
5. R. Hoyle. *Pattern formation. An introduction to methods.* Cambridge, (2006).
6. C. Misbah. *Dynamiques complexes et morphogénèse. Introduction aux sciences non linéaires.* Springer, (2011).
7. F. H. Busse, J. A. Whitehead. Instabilities of convection rolls in a high Prandtl number fluid. *J. Fluid. Mech.* 47, 305-320 (1971)
8. B. Holmedal, M. Tveitereid, E. Palm. Planform selection in Rayleigh-Bénard convection between finite slabs. *J. Fluid. Mech.* 537, 255-270 (2005)