

Bi-stabilité diffusivo-convective en présence d'un changement de phase

J. Purseed¹, B. Favier¹ & L. Duchemin¹

Aix-Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France
purseed.j@gmail.com

L'évolution d'un front de changement de phase solide-liquide (le milieu étant supposé pur et incompressible) est étudiée numériquement en présence d'un gradient de température instable dans la phase liquide. Ce problème peut être vu comme un système classique de Rayleigh-Bénard où l'une des parois solides peut fondre ou se solidifier [1]. Ce système présente des états d'équilibre lorsque les flux thermiques à travers le solide et dans le liquide sont égaux. L'équilibre conductif a pour caractéristiques une interface plane, pas de mouvement du liquide et des flux diffusifs dans chacune des phases. L'équilibre convectif présente une interface déformée, des rouleaux de convection dans la phase liquide avec un flux convectif associé. En supposant que la convection dans le liquide se comporte comme la convection classique de Rayleigh-Bénard [3,4], il est possible de prédire la hauteur à l'équilibre.

La transition entre un équilibre conductif ou un équilibre convectif se déduit de la stabilité de l'équilibre diffusif. Cette dernière dépend du nombre de Rayleigh, $Ra(h_e)$ basé sur la hauteur moyenne de la couche liquide à l'équilibre diffusif. Dans notre configuration, le nombre de Rayleigh critique, au-delà, duquel on observe l'instabilité, décroît lorsque l'épaisseur de la couche solide augmente [2].

Finalement, lorsqu'on se place proche du seuil critique et que l'on fait varier la hauteur initiale de l'interface, on observe une dépendance aux conditions initiales sous la forme d'une bi-stabilité entre deux états, diffusif et convectif. La nature sous-critique de cette transition est confirmée par une étude de perturbation à amplitude finie d'un équilibre diffusif proche du seuil.

References

1. G. M. Vasil and M. R. E. Proctor. Dynamic bifurcations and pattern formation in melting-boundary convection. *J. Fluid Mech.* (2011), vol. 686, pp. 77-108
2. S. H. Davis, U. Müller and C. Dietsche. Pattern selection in single-component systems coupling Bénard convection and solidification. *J. Fluid Mech.* (1984), vol. 144, pp. 133-151
3. B. Favier, J. Purseed and L. Duchemin. Rayleigh-Bénard convection interacting with a melting boundary. *J. Fluid Mech.* (2019), vol. 858 pp. 437-473
4. B. R. Esfahani, S. C. Hirata, S. Berti and E. Calzavarini. Basal melting driven by turbulent thermal convection. *Phys. Rev. Fluids*, 2018, vol. 3, no 5, p. 053501.