

Formation de motifs spiralés à la surface libre d'une couche mince de liquide

Harunori Yoshikawa¹, Shu Satoh² & Christian Mathis¹

¹ Université Côte d'Azur, CNRS, UMR 7351, Laboratoire J.-A. Dieudonné, 06108 Nice Cedex 02, France

² Faculty of Engineering, Hokkaido University, N13W8, Sapporo 060-8628, Japan

harunori@unice.fr

La formation de motifs spiralés tournants a attiré les chercheurs par ses caractéristiques topologiques très particulières [1]. Les spirales sont souvent observées dans des milieux excitables, par exemple dans la réaction chimique de Belousov-Zhabotinsky, et expliquées par des mécanismes de réaction-diffusion caractérisés par des échelles de temps différentes. Des spirales sont également observées dans des systèmes de formation de motifs dissipatifs forcés, comme ceux dans la convection de Rayleigh-Bénard dans un fluide à petit nombre de Prandtl [2].

Dans le présent travail, nous étudions les spirales prenant naissance sous un film liquide horizontal et en gravité déstabilisante. Dans cette situation instable, ce film liquide est le siège de l'apparition de l'instabilité de Rayleigh-Taylor (IRT) : le film initialement plan se déforme et il va se développer un réseau hexagonal des minima, à partir duquel le liquide peut tomber sous forme de gouttes ou de colonnes. Si, de plus, l'alimentation du film est continue, celui-ci présente une grande variété de motifs. En accroissant la densité de flux volumique de l'alimentation, on observe successivement les régimes de gouttes, colonnes et rideaux tombant depuis la surface.[3]. Ces rideaux se propagent sous la surface libre et peuvent présenter des motifs spiralés. Nous effectuons une étude expérimentale pour révéler les caractéristiques géométriques et temporelles des spirales dans un système axisymétrique, avec le même dispositif expérimental que dans Pirat *et al.* [3,4,5]. Les expériences sont effectuées sous différentes contraintes géométriques (c'est-à-dire, l'extension radiale du film) et avec des huiles de silicone de différentes viscosités. Des nombres différents de bras spiraux sont observés dans une géométrie donnée et pour des paramètres de contrôle donnés (la viscosité du liquide ν et la densité de flux U). Les résultats obtenus montrent que la pulsation de la surface du film est constante et proportionnelle à l'échelle de temps visqueux $(\nu/g^2)^{1/3}$. La longueur d'onde moyennée du motif est, au contraire, insensible à la viscosité et fixée par la longueur d'onde capillaire avec une légère augmentation en fonction de la densité de flux U . Le mécanisme de la formation des spirales sera discuté.

Références

1. M. Cross ; H. Greenside, *Pattern Formation and Dynamics in Nonequilibrium Systems*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (2009)
2. B.B. Plapp, D.A. Egolf, E. Bodenschatz, "Dynamics and selection of giant spirals in Rayleigh-Bénard convection," *Phys. Rev. Lett.*, **81**(24), 5334 (1998).
3. C. Pirat, C. Mathis, P. Maïssa, L. Gil, "Structures of a continuously fed two-dimensional viscous film under a destabilizing gravitational force," *Phys. Rev. Lett.*, **92**(10), 104501 (2004)
4. C. Pirat, A. Naso, J.-L. Meunier, P. Maïssa, C. Mathis, "Transition to spatiotemporal chaos in a two-dimensional hydrodynamic system," *Phys. Rev. Lett.*, **94**, 134502 (2005)
5. C. Pirat, C. Mathis, M. Mishra, P. Maïssa, "Destabilization of a viscous film flowing down in the form of a vertical cylindrical curtain," *Phys. Rev. Lett.*, **97**, 184501 (2006)