

Propulsion de flotteurs par dissolution

Martin Chaigne¹, Michael Berhanu¹, Arshad Kudrolli²

¹ Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), Université de Paris, CNRS (UMR 7057), 75013 Paris, France

² Department of Physics, Clark University, Worcester, Massachusetts 01610, USA

martin.chaigne@etu.u-paris.fr

La physique de la matière active étudie des objets capables de s'auto-propulser en convertissant localement de l'énergie. Une particule active peut directement convertir de l'énergie chimique en travail mécanique, mais elle peut aussi modifier de manière anisotrope les propriétés du fluide qui l'entoure. C'est le cas des bateaux dits de Marangoni, qui créent autour d'eux un gradient de tension de surface [1]. Il a également été montré qu'un objet asymétrique immergé, dont un côté est constitué d'une plaque chauffante, peut être propulsé grâce à l'écoulement de convection qu'il génère [2]. Nous démontrons dans ce travail un mécanisme original de propulsion où la convection n'est plus d'origine thermique mais solutale, via la dissolution d'un objet soluble immergé [3]. Pour cela, nous utilisons des bateaux de quelques centimètres constitués d'une coque en plastique et d'une plaque de caramel inclinée (Fig. 1). Une fois placés dans l'eau, ces bateaux se mettent en effet à avancer, à des vitesses de plusieurs mm/s et de manière rectiligne, sous l'effet de l'écoulement gravitaire alimenté par leur dissolution. Nous montrons que la propulsion est majoritairement due à l'écoulement sous le bateau, où la couche limite de concentration se destabilise (instabilité de type Rayleigh-Bénard) pour former des panaches. Nous nous intéressons à l'influence de l'inclinaison de la plaque de caramel sur la vitesse du bateau en régime stationnaire et identifions un angle optimal. Nous caractérisons ensuite l'écoulement généré afin de déterminer l'origine de la force de poussée.

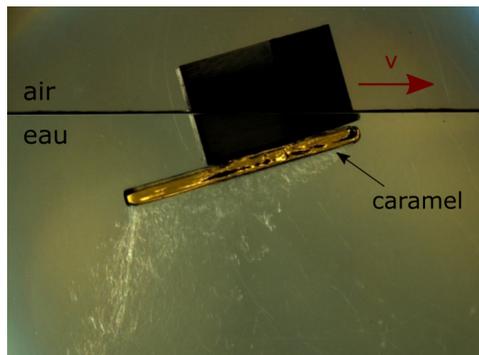


Figure 1. Bateau en caramel de 7.5 cm de long, avançant vers la droite. Les panaches de fluide chargé en sucre s'écoulant à partir du dessous de la plaque de caramel sont rendus visibles par ombroscopie.

Références

1. G. L. VAN DER MENSBRUGGHE, Sur la tension superficielle des liquides considérée au point de vue de certains mouvements observés à leur surface, *Hayez*, (1869)
2. M. MERCIER, A. M. ARDEKANI, M. R. ALLSHOUSE, B. DOYLE & T. PEACOCK, Self-Propulsion of Immersed Objects via Natural Convection, *Phys. Rev. Lett.*, **112**, 204501, (2014)
3. C. COHEN, M. BERHANU, J. DERR & S. COURRECH DU PONT, Buoyancy-driven dissolution of inclined blocks : Erosion rate and pattern formation, *Phys. Rev. Fluids*, **15**, 053802, (2020)