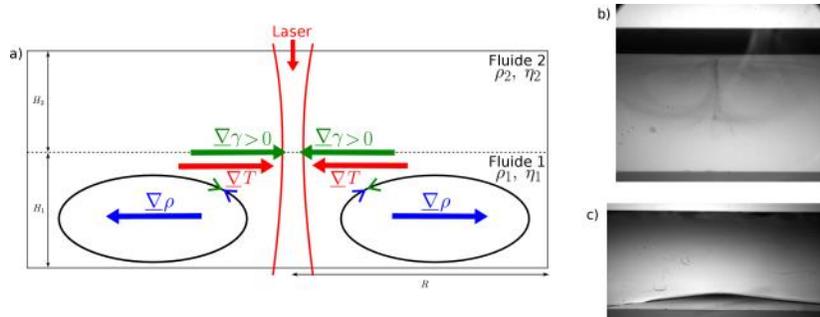


Écoulements optofluidiques pilotés par laser

D. Rivière, H. Chraïbi, U. Delabre, J-P. Delville

Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine UMR 5798, Université de Bordeaux, 33400 Talence, France



a) Représentation schématique des écoulements induits d'une part par le gradient de masse volumique $\nabla\rho$ et d'autre part par le gradient de tension de surface $\nabla\gamma$ eux-mêmes induits par le gradient de température ∇T . b) Image expérimentale des écoulements, résultant de la superposition de 200 images. c) Déformation d'interface induite par le gradient de température.

Lorsqu'une couche liquide est chauffée par l'absorption d'une onde laser continue, la densité décroît dans la zone chauffée. Cela induit un gradient de pression qui met en mouvement le liquide et par conservation de la masse, des rouleaux de convection apparaissent [1]. Malgré de nombreuses démonstrations expérimentales le lien quantitatif entre le gradient de température et les propriétés des rouleaux de

convection en fonction des paramètres laser demeure mal compris. Si cette première couche est surmontée d'une couche non miscible, alors un effet thermocapillaire apparaît due à l'échauffement local de l'interface. Le gradient de température induit alors un gradient de tension interfaciale et donc une contrainte tangentielle à l'interface engendrant un écoulement des fluides. Dans le cas d'une interface plane séparant deux fluides le sens de déformation induit par les contraintes hydrodynamiques va dépendre à la fois des hauteurs et des viscosités. Ces deux effets, thermogravitaire et thermocapillaire peuvent être importants à l'échelle de la microfluidique, car ils sont pilotés par le gradient et non l'élévation de température. Pour étudier ces deux couplages, nous proposons de confronter expérience, théorie et simulations numériques depuis la mesure du champ de température induit par l'absorption d'un laser continu infrarouge [2] jusqu'à la mesure des écoulements convectifs induits [3]. Dans le cas des systèmes constitués de deux couches liquides non miscibles, nous discuterons aussi de déformation d'interface produite par ces écoulements [4, 5]. Nous avons réalisé un montage expérimental permettant, d'une part la mesure du champ de température en utilisant un colorant thermosensible, la Rhodamine-B, et d'autre part de cartographier l'écoulement dans une fine couche de fluide, en utilisant une technique de vélocimétrie. Les mesures de température ont été utilisées dans des simulations numériques pour comparer les vitesses expérimentales et numériques. Les simulations ont mis en évidence une transition d'un régime couche mince vers un régime couche épaisse. Afin d'étudier le couplage entre les effets thermocapillaires et thermogravitaires, nous avons utilisé un mélange Saumure/AOT/Heptane (schématisé par la figure 1a)), nous permettant d'avoir une mesure des écoulements (figure 1b)) et des déformations d'interface (figure 1c)) induits par un gradient de température.

1. R. Birikh, *Thermocapillary convection in a horizontal layer of liquid*, Journal of applied Mechanics and Technical Physics 7, 1966.
2. M. L. Cordero, E. Verneuil, F. Gallaire, C. N. Baroud, *Time-resolved temperature rise in a thin liquid film due to laser absorption*, Physical Review E 79, 011201, 2009.
3. D. Rivière, B. Selva, H. Chraïbi, U. Delabre, J-P. Delville, *Convection flows driven by laser heating of a liquid layer*, PRE 93, 023112, 2016.
4. A. I. Mizev, *Experimental investigation of thermocapillary convection induced by a local temperature inhomogeneity near the liquid surface. 2. Radiatio-induced source of heat*, Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, volume 45, Issue 5, pp 699-704, 2004.
5. H. Chraïbi, J-P. Delville, *Thermocapillary flows and interface deformation produced by a localized laser heating in a confined environment*, PRE 93, 023112, 2016.