

Julien Petit^{1*}, Hamza Chraïbi¹, Régis Wunenburger¹ et Jean-Pierre Delville¹

1. LOMA Laboratoire Onde-Matière d'Aquitaine, Université Bordeaux I, Talence

* j.petit@loma.u-bordeaux1.fr

La lumière peut-elle induire des écoulements hydrodynamiques ? Nous nous proposons de répondre à cette question à travers l'étude de systèmes fluides diphasiques diffusants présentant des interfaces très molles et de leur réponse à une excitation laser continue.

Les forces optiques mises en jeu étant très faibles compte tenu de l'amplitude intrinsèque de la quantité de mouvement des photons, l'utilisation de fluides quasi-critiques au voisinage d'une transition de phase du second ordre est un choix pertinent permettant de produire des interfaces extrêmement déformables (tensions interfaciales de l'ordre de 10^{-7} N/m). De plus, la quasi-criticalité conduit de fait à des solutions turbides (et donc fortement diffusantes) car la longueur de corrélation des fluctuations de densité (et donc d'indice de réfraction en volume) diverge.

Lorsqu'une onde laser est focalisée sur une telle interface, deux forces entrent simultanément en jeu pour la déformer. D'une part, la lumière exerce une force surfacique, normale à l'interface, due à la discontinuité d'indice de réfraction moyen des deux fluides séparés par l'interface. Cette force, appelée *pression de radiation optique*, peut courber localement l'interface du liquide le plus réfringent vers le moins réfringent mais n'induit pas d'écoulement permanent [1]. D'autre part, les fluctuations d'indice de réfraction des fluides diffusent l'onde laser incidente en volume et transfèrent donc progressivement de la quantité de mouvement au fluide. Il en résulte une force volumique (appelée *force diffusive*) dirigée dans le sens de propagation de l'onde incidente, qui conduit à l'établissement d'un écoulement permanent en volume [2] (Fig. 1).



Fig. 1: Mécanismes de déformation d'une interface fluide (propagation du milieu le moins réfringent vers le plus réfringent), n_i et ρ_i sont respectivement l'indice de réfraction et la densité du fluide i . ($T - T_c = 1$ K, $\omega_0 = 9.8\mu\text{m}$ et $P = 1000$ mW)

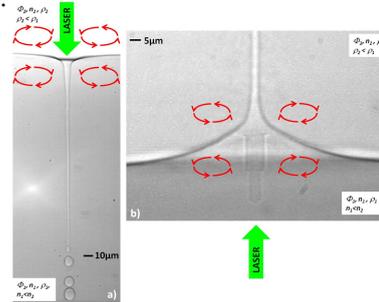


Fig. 2: Types d'instabilités observées suivant le sens de propagation de l'onde excitatrice. a) $T - T_c = 5$ K, $\omega_0 = 7.48\mu\text{m}$ et $P = 446.6$ mW; b) $T - T_c = 0.5$ K, $\omega_0 = 5.3\mu\text{m}$ et $P = 1925$ mW

Il a été démontré qu'au-delà d'une puissance laser seuil, l'interface devient instable et forme un jet liquide stationnaire centré sur le faisceau laser (Fig. 2 a)) [3, 4]. Plus récemment, nous avons pu mettre en évidence l'existence d'un nouveau mécanisme d'induction d'un microjet liquide induit par l'écoulement en volume généré par la force diffusive (Fig. 2 b)). Dans ce cadre, nous exposerons les résultats obtenus concernant ces deux types d'instabilités et nous nous intéresserons plus particulièrement à la caractérisation de leur seuil.

Références

- [1] A. Casner and J.P. Delville, "Giant deformations of a liquid-liquid interface induced by the optical radiation pressure", Phys. Rev. Let. **87**, 054503 (2001).
- [2] R.D. Schroll, R. Wunenburger, A. Casner, W.W. Zhang and J.P. Delville, "Liquid transport due to light scattering", Phys. Rev. Let. **98**, 133601 (2007).
- [3] A. Casner and J.P. Delville, "Light-induced hydrodynamic instability of fluid interfaces", Phys. Rev. Let. **90**, 144503 (2003).
- [4] R. Wunenburger, B. Issenmann, E. Brasselet, C. Loussert, V. Hourtane and J.P. Delville, "Fluid flows driven by light scattering", J. Fluid Mech. **666** (2010).