
Gouttes en lévitation : rotation spontanée et autopropulsion

Ce stage théorique en hydrodynamique aura pour objectif l'explication d'un phénomène mis en évidence expérimentalement il y a quelques mois à peine en dépit de plusieurs siècles d'observations [1] : la rotation spontanée de gouttes liquides en évaporation et leur mouvement spontané sur des surfaces solides.

Ce stage pourra avoir lieu indifféremment au LadHyx de l'école Polytechnique, ou au laboratoire de Physique à l'ENS de Lyon.

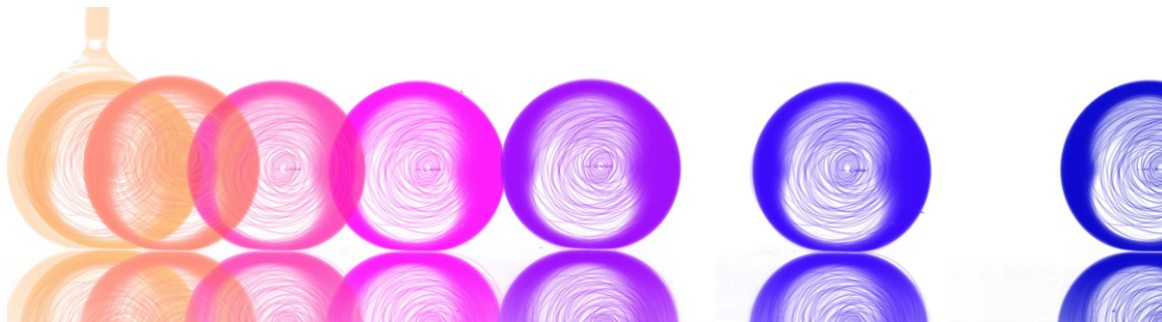


FIGURE 1 – Sur un substrat plan, une goutte en calefaction peut briser sa symétrie azimutale et s'autopropulser sous une taille critique [1]. Image : Ambre Bouillant, Célia Boutilier & David Quéré.

Nous avons déjà tous été surpris des rapides mouvements de gouttes d'eau déposées sur le fond d'une poêle ou d'une casserole à haute température (tentez l'expérience chez vous, le résultat est spectaculaire). Depuis plusieurs siècles l'explication semblait claire. Une goutte liquide déposée au voisinage d'une surface chaude peut léviter si la température de la surface excède la température d'ébullition du liquide (effet Leidenfrost). Le flux de vapeur généré à sa base isole thermiquement et mécaniquement le liquide de la surface solide. Ce phénomène dit de calefaction s'accompagne naturellement d'une grande mobilité des gouttes en lévitation : un film de vapeur lubrifie le contact avec le solide, leur donnant une mobilité analogue à celle des palets sur une table soufflante de "air hockey".

Dans une publication récente A. Bouillant et collaborateurs ont montré une richesse inattendue dans ce phénomène observé depuis des siècles. Sous une taille critique, les gouttes ne surfent pas passivement sur le film de vapeur, mais roulent activement dans des directions aléatoires.

Ce phénomène spectaculaire, illustré sur l'image et vulgarisé en septembre dans le New York Times [2] n'a pas d'explication théorique. Nous proposons de remédier à cette situation, et plus généralement de décrire quantitativement la brisure spontanée de symétrie qui permet à une évaporation isotrope de générer un couple et une force nette sur un liquide. Pour y parvenir nous analyserons analytiquement l'écoulement de lubrification responsable du phénomène de calefaction et montrerons comment le flot dans le film de vapeur pilote la dynamique spontanée des liquides.

References

- [1] A. Bouillant, T. Mousterde, P. Bourrienne, A. Lagarde, C. Clanet & D. Quéré, "Leidenfrost wheels", 2018, *Nat. Physics*
- [2] K. Chang, "Water Droplets Don't Just Hover on a Hot Pan. They Roll.", 2018, *The New York Times*

Contacts

✉ denis.bartolo@ens-lyon.fr

✉ sebastien.michelin@ladhyx.polytechnique.fr

🌐 Denis Bartolo, ENS de Lyon

🌐 Sébastien Michelin, LadHyx, Polytechnique