

Le ludion dans un fluide stratifié : une dualité onde corpuscule ?

B. Castillo Morales¹, S. Hernández Zapata¹, G. Ruiz Chavarria¹ & P. Le Gal²

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, México

² Aix Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE UMR 7342, 49 rue F. Joliot-Curie, F-13384, Marseille, France

legal@irphe.univ-mrs.fr;shernandezzapata@yahoo.com.mx;gruiz@unam.mx

Il est quelquefois appelé "plongeur de Descartes" mais la première description du ludion est due à Raffaello Magiotti dans son ouvrage de 1648 intitulé : "Renitenza certissima dell' acqua alla compressione" [1]. Le ludion est un petit objet plus dense que l'eau dans laquelle il est plongé, mais qui enferme une poche d'air. En diminuant la pression de l'eau, cette poche d'air peut être dilatée et peut donc faire accroître la force d'Archimède qui s'oppose au poids du ludion. Au contraire, si la pression est augmentée, l'air se comprime et la force d'Archimède diminue. Ainsi, en modifiant la pression de l'eau, il est possible de piloter la position verticale du ludion. Une position d'équilibre existe mais celle-ci n'est pas stable : un mouvement vers le bas (respectivement vers le haut) du ludion, augmente (diminue) la pression hydrostatique et donc le pousse à poursuivre sa descente (montée). Contrairement au ludion dans un fluide pur, le ludion placé dans une couche de fluide stratifié possède un point d'équilibre stable. Inspirés par les gouttes rebondissantes de Couder [2], nous proposons ici nos premiers résultats expérimentaux sur la dynamique d'un ludion oscillant dans une couche d'eau stablement stratifiée en sel. En faisant osciller un piston dans une chambre communiquant avec une enceinte close contenant une couche d'eau stratifiée, il est aisé de faire varier périodiquement la pression hydrostatique du fluide. Un ludion de forme cylindrique, positionné à son altitude d'équilibre, mais libre de tout mouvement horizontal, peut osciller verticalement tout en émettant des ondes de gravité internes sous la forme très reconnaissable de croix de saint André. Nos résultats expérimentaux décrivent la résonance du mouvement du ludion quand celui-ci est excité à différentes fréquences. Des mesures par PIV permettent également d'observer l'émission des ondes internes quand la fréquence d'oscillation du ludion est inférieure à la fréquence de Brunt-Väisälä du milieu ambiant. Dans certains cas, nous avons observé que le ludion se déplaçait dans la direction horizontale. Si ces excursions horizontales étaient confirmées, nous aurions alors à faire à un véritable nageur constitué tout comme les gouttes marcheuses de Couder, de l'association d'une particule (le ludion lui-même) et d'une onde interne de gravité. Plusieurs effets permettent aujourd'hui d'interpréter ces excursions horizontales : interaction entre ondes internes et ludion ou encore existence d'un écoulement secondaire à grande échelle généré par les interactions non linéaires entre ondes. Notons pour terminer qu'il est aussi possible de munir notre ludion d'une palme ou d'un flagelle qui lui permettrait très certainement de nager efficacement.

Références

1. R. MAGIOTTI, *Renitenza certissima dell' acqua alla compressione*, Roma (1648).
<https://archive.org/details/Magiotti1648>
2. Y. COUDER, S. PROTIÈRE, E. FORT AND A. BOUDAUD, Walking and orbiting droplets, *Nature* **437**, 208 (2005).