Proposition de stage de Master 2

Agrégation de particules flottantes sur un liquide en oscillation

F. Moisy (**frederic.moisy@universite-paris-saclay.fr**),
W. Herreman (**wietze.herreman@universite-paris-saclay.fr**).

Laboratoire FAST, Bât. 530, Université Paris-Saclay, CNRS, 91405 Orsay, France

Lorsque plusieurs particules flottent à la surface d'un liquide, elles ont tendance à s'agglomérer. Ce phénomène bien connu résulte de l'attraction capillaire, parfois appelée "effet Cheerios" : chaque particule se déplace sur une surface courbée par la présence des autres particules, cette courbure étant induite par le ménisque se formant sur la ligne de mouillage de chaque particule [1]. Dans le cadre de ce stage, nous souhaitons étudier ce qu'il advient d'un agrégat de structures flottantes en présence d'ondes de surface.

Le dispositif expérimental est simple et schématisé ci-dessous. On remplit un recipient avec une fine couche de liquide, on y dépose un certain nombre de particules flottantes, et l'ensemble est mis en vibration verticale. Cette oscillation verticale peut déclencher des ondes stationnaires à la surface, les *ondes de Faraday*, de longueur d'onde de l'ordre du millimètre, qui vont interagir avec les particules.

Le premier objectif du stage est d'explorer expérimentalement le comportement d'un grand nombre de sphères en interaction capillaire et pour des amplitude de vibration variables. En fonction de la densité surfacique des billes et l'amplitude de vibration, nous nous attendons à un comportement collectif de type gaz (milieu dilué, mouvements désordonnés), liquide (milieu plus dense, mouvements fortement corrélés) ou solide (milieu très dense avec un ordre cristallin et des défauts).

L'existence de ces différentes phases est très classique pour des particules en interaction. La question est de savoir dans quelle mesure les courants générés par les ondes de Faraday (qui constituent un système hors d'équilibre) jouent un rôle similaire à la température. Pour répondre à cette question, on effectuera des mesures de suivi de billes, que l'on comparera aux mesures des ondes obtenues par la méthode de *Synthetic Schlieren* [2].

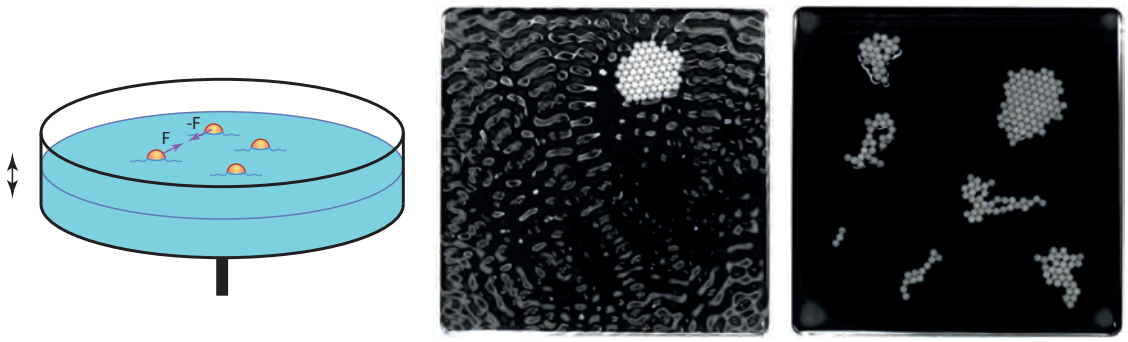


Figure 1: Schéma de l'expérience de Faraday, et sphères en interaction capillaire (photos B. Dhote, 2025)

Ce stage fait partie d'un projet de recherche visant à comprendre la dynamique d'objets flottants complexes (flexibles, composites) dans un champ de vagues. Il bénéficie d'un financement par l'ANR (projet "TransWaves"), en collaboration avec le laboratoire PMMH (ESPCI) et l'Institut d'Alembert (Sorbonne Université), et pourra se poursuivre en thèse.

[1] S. Protière, Particle Rafts and Armored Droplets, Ann Rev Fluid Mech. 55 (2023)
[2] F. Moisy, M. Rabaud, K. Salsac, A Synthetic Schlieren method for the measurement of the topography of a liquid interface, Exp. in Fluids 46 (6), 1021-1036 (2009).

Proposition de stage de Master

Déstabilisation de la flottaison capillaire de billes par les vagues

E. Le Ster (**ewen.le-ster@universite-paris-saclay.fr**),
W. Herreman (**wietze.herreman@universite-paris-saclay.fr**),
F. Moisy (**frederic.moisy@universite-paris-saclay.fr**).

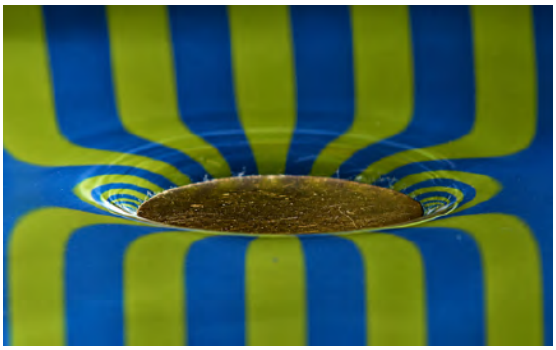
Laboratoire FAST, Bât. 530, Université Paris-Saclay, CNRS, 91405 Orsay, France

Les microplastiques et autres polluants présents à la surface des océans, bien que généralement plus denses que l'eau, peuvent rester à la surface grâce aux forces capillaires (ménisques sur la figure de droite). En présence de vagues ou de turbulence, cet équilibre capillaire peut toutefois être déstabilisé, entraînant la submersion des particules.

Au cours de ce stage, nous souhaitons étudier la flottabilité de petites billes de plastique dont la densité est supérieure à celle de l'eau. Le premier objectif sera de caractériser l'équilibre statique d'une bille individuelle. La ligne de contact n'étant pas piégée, la position d'équilibre peut varier entre deux configurations limites, déterminées par les angles de contact d'avancée et de recul. Nous étudierons l'influence de l'hystérésis de l'angle de contact sur la profondeur d'immersion et sur la gamme des positions d'équilibre possibles.

Dans un second temps, nous étudierons comment ces billes peuvent être entraînées sous la surface par des vagues. Les expériences seront réalisées dans la cuve à houle disponible au laboratoire FAST. Notre objectif principal sera de déterminer l'amplitude minimale de la vague nécessaire pour provoquer la submersion des billes, en fonction de la longueur d'onde et du rayon des billes. Nous chercherons ainsi à identifier les mécanismes physiques responsables de la déstabilisation de la flottaison capillaire.





Ce stage fait partie d'un projet de recherche visant à comprendre la dynamique d'objets flottants complexes (flexibles, composites) dans un champ de vagues. Il bénéficie d'un financement par l'ANR (projet "TransWaves"), en collaboration avec le laboratoire PMMH (ESPCI) et l'Institut d'Alembert (Sorbonne Université).

References

[1] M. Poulain-Zarcos, N. Pujara, G. Verhille, M. Mercier, Laboratory experiments related to marine plastic pollution: a review of past work and future directions, C.R. Phys, Geophysical and astrophysical fluid dynamics in the laboratory, 25, 235-266 (2024).
[2] D. Vella, Floating versus sinking. Annual Review of Fluid Mechanics, 47, 115 (2015).
[3] B. Dhote, E. Le Ster, W. Herreman, F. Moisy, Capillary effects on preferential orientation of floaters in gravity waves, J. Fluid Mech (in revision, 2026).