

Orientation préférentielle de flotteurs dans des vagues : effets hydro-élastiques et corrections capillaires

Basile Dhote¹, Wietze Herreman¹, Frédéric Moisy¹

Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire FAST, 91405 Orsay, France
 basile.dhote@universite-paris-saclay.fr

Le mouvement de flotteurs dans un champ de vagues est un problème fondamental d'interaction fluide-structure aux nombreuses applications en ingénierie navale ou pour le transport de polluants. En plus d'une réponse harmonique (réponse de premier ordre), de tels flotteurs exhibent des mouvements de second ordre, en translation (de type dérive de Stokes) mais aussi en rotation. Nous avons étudié récemment la dérive angulaire de flotteurs rigides dans des ondes de gravité [1], et montré que des flotteurs courts et denses s'orientent préférentiellement selon la direction de propagation des vagues (longitudinal), tandis que des flotteurs longs et légers s'orientent parallèlement aux crêtes (transverse). Nous avons développé un modèle théorique, montrant que cette orientation préférentielle résulte de la compétition entre deux couples moyens opposés, dont l'importance relative dépend de l'immersion variable le long du flotteur (fig. 1a). Nous nous intéressons ici à plusieurs extensions de ce résultat, incluant les effets de déformation élastique (fig. 1b-c), et les effets capillaires (fig. 1d).

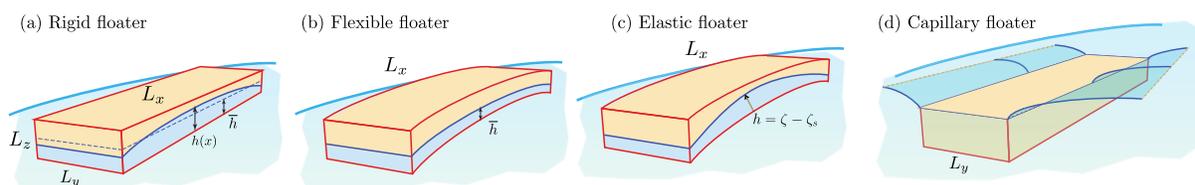


Figure 1. Orientation préférentielle de flotteurs allongés dans les vagues. (a) Flotteurs rigides [1], (b) flotteurs parfaitement flexibles [2], (c) flotteur ayant une rigidité de flexion finie, (d) effets capillaires sur l'orientation préférentielle.

Une première limite intéressante est celle de structures flottantes parfaitement flexibles (bandelettes fines de polypropylène, figure 1b). De telles structures épousent parfaitement la surface libre, et leur immersion est donc constante. On montre théoriquement et expérimentalement que de tels flotteurs s'orientent systématiquement de manière longitudinale [2]. Nous avons également abordé le cas de flotteurs avec une rigidité de flexion finie (figure 1c) en utilisant la théorie des plaques minces. Nous montrons comment la transition entre orientation longitudinale et transverse dépend de la rigidité de flexion. Cette prédiction est vérifiée avec sur des expériences préliminaires réalisées avec des bandes de silicone.

Enfin, nos expériences étant réalisées avec des flotteurs centimétriques, les effets de tension de surface peuvent jouer un rôle important dans leur orientation. On s'intéresse ainsi aux flotteurs plus denses que l'eau, dont la flottaison est assurée par leurs ménisques accrochés aux arrêtes supérieures (figure 1d). L'immersion ne varie plus dans ce cas, mais l'angle d'accroche du ménisque peut en revanche varier le long du flotteur. Tout comme dans le célèbre effet Cheerios [3], cette combinaison de deux courbures de surface (l'onde et les ménisques) donne lieu à des forces capillaires à l'origine d'un faible couple moyen, dont nous montrons qu'il favorise l'orientation transverse pour de longs flotteurs.

Références

1. W. HERREMAN, B. DHOTE, L. DANION AND F. MOISY, *Journal of Fluid Mechanics* **999**, A92 (2024)
2. B. DHOTE, F. MOISY AND W. HERREMAN, *arXiv :2410.07004* (preprint)
3. D. VELLA AND L. MAHADEVAN, *American journal of physics* **73.9**, 817-825 (2005)