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

Basile Dhote^{*1}, Wietze Herreman, and Frédéric Moisy

¹Laboratoire FAST – CNRS, Université Paris Sud, Université Paris Saclay – France

Résumé

Le mouvement de flotteurs dans un champ de vagues est un problème fondamental d'interaction fluide-structure aux nombreuses applications en ingénierie navale. En plus d'une réponse harmonique du premier ordre, de tels flotteurs exhibent des mouvements de second ordre, en translation (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), alors 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).

Une première limite intéressante est celle de structures parfaitement flexibles (fig. 1b). De telles structures épousent parfaitement la surface libre, 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 (fig. 1c) en utilisant la théorie des plaques minces (3). Nous montrons comment la transition entre orientation longitudinale et transverse dépend de la rigidité de flexion.

Enfin, nos expériences étant réalisées avec des flotteurs centimétriques, les effets de tension de surface peuvent jouer un rôle clé 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 (fig. 1d). L'immersion ne varie plus dans ce cas, mais l'angle d'accroche du ménisque peut en revanche varier le long du flotteur. Comme dans l'effet Cheerios (4), l'interaction de deux courbures (l'onde et les ménisques) donne lieu à des forces capillaires à l'origine d'un couple moyen, dont nous montrons qu'il favorise l'orientation transverse. Nous avons développé un modèle élasto-capillaire basé sur la théorie des plaques minces, et des expériences sur des lamelles de laiton confirment les prédictions théoriques sur des flotteurs rigides et déformables en présence de forces capillaires.

(1) W. Herreman, B. Dhote, L. Danion and F. Moisy, *Journal of Fluid Mechanics* **999**, A92 (2024)

*Intervenant

- (2) B. Dhote, F. Moisy, W. Herreman, *Physical Review Fluid* **10.7**, 074801 (2025)
- (3) W. Herreman, B. Dhote and F. Moisy, *Physical Review Fluid* (in review)
- (4) D. Vella and L. Mahadevan, *American journal of physics* **73.9**, 817-825 (2005)