

Contrôle d'interfaces liquides par vibrations

Benjamin Appfel¹, Samuel Hidalgo Caballero¹, Antonin Eddi² & Emmanuel Fort¹

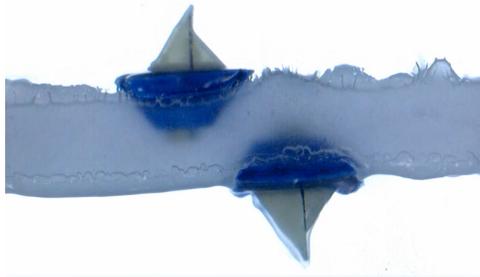
¹ ESPCI Paris, PSL University, CNRS, Institut Langevin, 1 rue Jussieu, F-75005 Paris, France.

² PMMH, CNRS, ESPCI Paris, Université PSL, Sorbonne Université, Université de Paris, F-75005, Paris, France

emmanuel.fort@espci.fr

Sur Terre, une interface liquide d'une taille supérieure à la taille capillaire sera horizontale du fait de la gravité. Sous certaines conditions, il est néanmoins possible d'observer sur un bain vibré une interface d'équilibre non plus horizontales mais résultant d'un compromis entre la gravité et les forces inertielles mises en jeu. Ces équilibres dynamiques inhabituels sont à rapprocher de nombreux autres exemples tels que la stabilisation de l'instabilité de Rayleigh-Taylor [1] [2] ou d'un pendule pesant de Kapitza [3] par des vibrations. Récemment, des simulations numériques [4] ont permis la caractérisation précise de la forme d'une interface de liquide vibrée et des expériences ont été menées en micro-gravité [5].

Nous proposons dans cette contribution une étude de ces positions d'équilibre pour un angle d'excitation quelconque. Les champs de vitesse mesurés à l'interface montrent qu'à l'équilibre la pression hydrostatique et un terme de pression dynamique type Bernoulli se compensent. Nous présenterons un modèle simple basé sur un pendule pesant équivalent prédisant quantitativement toutes les observations. Le rôle crucial des conditions aux limites sur l'existence de ces équilibres sera également discuté. On montrera notamment que les positions d'équilibres pour certains angles d'excitation sont globalement déstabilisées du seul fait de l'existence de couches limites visqueuses aux parois. Nous discuterons pour finir le cas d'une couche de liquide entre deux couches d'air relaxant la contrainte d'incompressibilité. Cette configuration permet la stabilisation de l'équilibre pour tous les angles d'excitation.



Références

1. G. H. WOLF, Dynamic Stabilization of the Interchange Instability of a Liquid-Gas Interface, *Phys. Rev. Lett.*, **24**, 444–448 (1970).
2. B. APFFEL, F. NOVKOSKI, A. EDDI, E. FORT, Floating under a levitating liquid, *Nature*, **585**, 48–52 (2020).
3. P.L. KAPITZA, Dynamic stability of a pendulum when its point of suspension vibrates, *Sov. Phys. JETP*, **21**, 588–597 (1951).
4. J. FERNÁNDEZ, I. TINAÓ, J. PORTER, & A. LAVERÓN-SIMAVILLA, Instabilities of vibroequilibria in rectangular containers, *Physics of Fluids*, **29**, 024108 (2017).
5. P. SALGADO SÁNCHEZ, J. FERNÁNDEZ, I. TINAÓ, & J. PORTER, Vibroequilibria in microgravity : Comparison of experiments and theory *Phys. Rev. E*, **100**, 063103 (2019).