

Étude de la réflexion d'une onde de surface grâce à l'acoustique

Guillaume Michel, François Pétrélis & Stéphan Fauve

Laboratoire de Physique Statistique, École Normale Supérieure, 24 Rue Lhomond, 75 005 Paris, France
guillaume.michel@ens.fr

L'acoustique offre dans de nombreux cas des méthodes de mesure quantitatives simples et efficaces. Pensons par exemple à l'effet Doppler, permettant outre les mesures usuelles de vélocimétrie de suivre à une résolution bien inférieure à la longueur d'onde les oscillations d'une paroi. Les surfaces fixes déformées peuvent aussi être étudiées en utilisant le phénomène de diffraction, ce qui fut très utilisé en océanographie pour sonder la houle et les fonds marins au début du XX^e siècle (cf. les travaux d'Eckart [1] ou la revue [2]). L'étude acoustique des ondes de surface, de quelque type que ce soit, combine ces deux aspects : les déformations périodiques agissent comme un réseau et les mouvements associés induisent un décalage Doppler égal à un multiple de la fréquence de l'onde. Mis en évidence il y a plus de 50 ans [3], cet effet est resté anecdotique en acoustique et n'a jamais mené à des applications concrètes, contrairement à son équivalent optique (les « cellules de Bragg ») couramment utilisé en laboratoire et dans des instruments de mesure. Nous présentons ici son intérêt sur l'exemple des ondes gravito-capillaire à la surface de l'eau : avec uniquement deux transducteurs piézoélectriques (moins d'une centaine d'euros), il est possible de mesurer indépendamment les fréquences, directions de propagation et amplitudes associées avec pour ces dernières une sensibilité inférieure au micron.

Ce dispositif est ensuite utilisé pour mesurer précisément l'évolution du coefficient de réflexion d'une onde de surface gravito-capillaire sur une paroi verticale suivant la condition de mouillage. Le déplacement de la ligne triple tout comme l'oscillation de l'angle de contact d'un ménisque attaché sont en effet deux phénomènes dissipatifs (cf. [4,5,6]) diminuant l'énergie réfléchie. Nous reportons leurs effets respectifs sur le coefficient de réflexion d'une onde gravito-capillaire, pouvant être remarquables : l'énergie de l'onde réfléchie varie ainsi jusqu'à un facteur deux suivant la condition de mouillage retenue. Ainsi, modifier la hauteur du bord d'une cuve de quelques millimètres peut grandement affecter la dissipation d'ondes gravito-capillaire, paramètre contrôlant le développement d'une instabilité (telle que celle de Faraday) ou encore l'atténuation d'un régime transitoire.

Références

1. C. Eckart, J. Acoust. Soc. Am. **25**, 566 (1953)
2. L. Fortuin, J. Acoust. Soc. Am. **47**, 1209 (1970)
3. L. N. Liebermann, J. Acoust. Soc. Am. **35**, 923 (1963)
4. P. G. de Gennes, Rev. Mod. Phys. **57**, 827 (1985).
5. C.-L. Ting and M. Perlin, J. Fluid. Mech. **295**, 263 (1995).
6. S. Guo, H. Lee, P. Sheng et P. Tong, Phys. Rev. E **91**, 012404 (2015).