

Mesurer les fluctuations thermiques d'une bulle d'air

Grâce à un microscope à force atomique utilisé comme un microlevier, des chercheurs ont réalisé pour la première fois une mesure directe des fluctuations thermiques à l'interface d'une bulle d'air et de l'eau.

Les molécules à la frontière entre deux fluides (interface) sont soumises à des forces différentes de celles existant au sein de chaque fluide. Elles agissent de manière à minimiser l'énergie de surface et donnent naissance à la tension superficielle, qui correspond au coût énergétique pour maintenir la séparation de phase des deux fluides. Ces interfaces subissent des fluctuations thermiques qui sont à l'origine d'une très faible rugosité. Ces fluctuations génèrent en effet des vibrations capillaires thermiques : des modes de vibration de l'interface qui correspondent aux fréquences de résonance de l'interface, tout comme il y a des fréquences de résonance pour un champ dans une cavité. Jusqu'à présent, ces ondes thermiques n'avaient été observées que par des méthodes optiques, sans calibration : les amplitudes, de l'ordre du nanomètre, n'étaient pas mesurées directement.

Dans cette étude réalisée au Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine ([LOMA](#), CNRS/Univ. Bordeaux), les chercheurs ont utilisé le micro-levier d'un microscope à force atomique (AFM) pour enregistrer les vibrations capillaires thermiques d'une bulle d'air hémisphérique déposée sur une paroi solide dans de l'eau. Les mesures montrent que le spectre des fluctuations nanométriques de la bulle présente des pics de résonances à des fréquences spécifiques pour lesquelles le mouvement de l'interface est beaucoup plus important que pour les autres fréquences. Les valeurs de ces fréquences de résonance correspondent parfaitement à l'expression théorique où la ligne de contact de l'interface air/eau ne glisse pas sur la paroi. L'analyse de la largeur de ces pics permet de mesurer la viscosité de surface de l'interface air/eau. Ces expériences ont montré que des quantités minimales d'impuretés sont responsables de la modification de la rhéologie de la surface air/eau. Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives en rhéologie interfaciale avec, en particulier, la possibilité de mesurer la viscosité intrinsèque des interfaces fluides. Ils sont publiés dans *Physical Review Letters*.

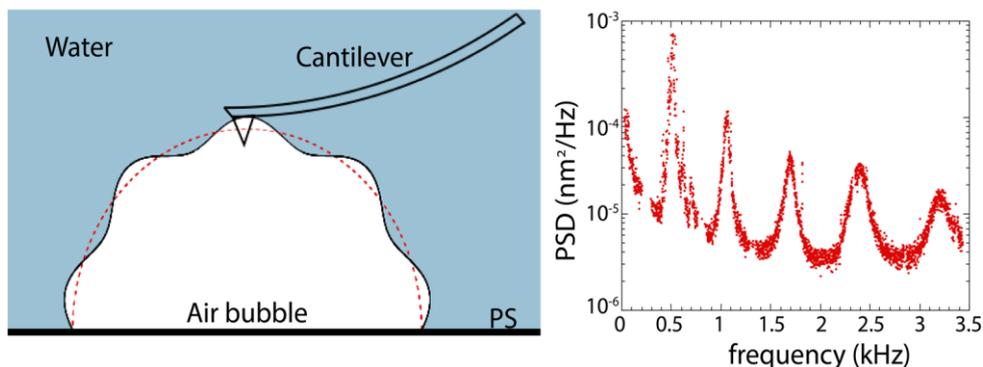


Figure : à gauche, dispositif expérimental : le microlevier du microscope à force atomique suit la trace de l'interface air-eau sculptée par les ondes thermiques. A droite, densité spectrale en fonction de la fréquence des ondes thermiques montrant cinq résonances.

© A. Maali, LOMA.

Bibliographie

Near-Field Probe of Thermal Fluctuations of a Hemispherical Bubble Surface. Z. Zhang, Y. Wang, Y. Amarouchene, R. Boisgard, H. Kellay, A. Würger et A. Maali, *Physical Review Letters*, Publié le 30 avril 2021.

DOI : [10.1103/PhysRevLett.126.174503](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.126.174503)

Article disponible sur la base d'archives ouvertes [hal](#)

Contacts

Abdelhamid Maali | Directeur de recherche CNRS | LOMA | abdelhamid.maali@u-bordeaux.fr

Alois Würger | Professeur à l'Université de Bordeaux | LOMA | alois.wurger@u-bordeaux.fr

Hamid Kellay | Professeur à l'Université de Bordeaux | LOMA | hamid.kellay@u-bordeaux.fr

Communication CNRS-INP | inp.com@cnrs.fr

