

# Modes de vibrations de gouttes sessiles excitées par des ultrasons de surface

Nicolas Chastrette<sup>1,2</sup>, Philippe Brunet<sup>1</sup>, Laurent Royon<sup>1</sup>, Michael Baudoin<sup>3</sup> & Régis Wunenburger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Matière et Systèmes Complexes, Université Paris-Diderot, CNRS (UMR 7057), Paris, France

<sup>2</sup> Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, UMR 7190, Institut Jean Le Rond d'Alembert, F-75005 Paris, France

<sup>3</sup> International Associated Laboratory LEMAC, IEMN, UMR CNRS 8520, Université des Sciences et Technologies de Lille and EC Lille, 59652 Villeneuve d'Ascq Cédex, France

`nicolas.chastrette@univ-paris-diderot.fr`

La microfluidique en goutte nécessite le déplacement de faible quantité de fluide d'un point à un autre. Les forces d'accrochage de la ligne triple, dues aux imperfections du substrat, s'opposent à ce déplacement. L'utilisation d'ondes acoustiques de surfaces (SAW) (de fréquence supérieure au MHz) est l'un des moyens efficaces pour déplacer des gouttes à distance [1,2,3]. L'onde est usuellement générée par des transducteurs interdigité (IDT) consistant en un réseau d'électrodes conductrices déposées sur une plaque de Niobate de Lithium (piézoélectrique) et soumis à une tension alternative. Mis à part le déplacement de gouttes, ces SAWs peuvent provoquer le mélange, l'oscillation de la surface libre de la goutte et l'atomisation (au fur et à mesure que la puissance acoustique est augmentée). La plupart des études menées jusqu'à présent ont utilisé des ondes dont la longueur d'onde acoustique est très petite devant les dimensions caractéristiques de la goutte (dans ces études, la fréquence est supérieure à 20 MHz). Dans cette gamme de fréquences, le déplacement directionnel est accompagné d'oscillations basse fréquence (typiquement 10 → 300 Hz) de la surface libre correspondant au mode fondamental capillaro-inertiel.

Nous étudions expérimentalement le cas où la fréquence se situe entre 800 kHz et 8 MHz, correspondant à une taille de goutte  $R_d$  comprise entre 1 et 10 longueurs d'ondes  $\lambda$ . Les ultrasons de surface sont réfractés dans le liquide, se réfléchissent sur sa surface libre, et restent piégés dans la goutte, qui se comporte alors comme une cavité acoustique. Le transfert d'énergie vers le fluide utilise des mécanismes non-linéaires complexes : la dissipation d'origine visqueuse génère un écoulement de streaming, et la réflexion de l'onde sur la surface libre génère une pression de radiation qui entraîne la déformation de la goutte [2,4,5]. Nous cherchons à expliquer le mécanisme d'excitation des modes capillaro-inertiels de la goutte, notamment quel est la cause du découplage d'un facteur entre  $10^4$  et  $10^5$  entre fréquence d'excitation et fréquence de vibration des gouttes. Nous contrôlons la forme de la goutte, que nous faisons varier en changeant continument sa hauteur à rayon fixé. Dans notre cas, l'atténuation visqueuse de l'onde est négligeable, ce qui permet à l'onde d'effectuer un grand nombre de réflexions à la fois sur la surface libre et sur le substrat, générant ainsi une pression de radiation significative sur la surface libre et une dynamique riche. Nous étudions la réponse spectrale de cette dynamique par imagerie rapide et par interférométrie. L'étude du cas particulier  $\lambda \simeq R_d$  révèle une forte dépendance de la réponse spectrale avec la forme de la goutte. La relative simplicité attendue de la forme du champ interne dans ce cas, quantifié par des mesures directes à l'hydrophone, nous permet de lier plus directement la forme du champ et la déformation de la surface libre.

## Références

1. A. Wixforth et al, Analytical and bioanalytical chemistry **379**,(2004).
2. P. Brunet, M. Baudoin, O. Bou-Matar and F. Zoueshtiagh. Physical Review E **81**, 036315 (2010).
3. J. Friend and L. Yeo Rev. Mod. Phys, **83**, (2011).
4. M. Baudoin, P. Brunet, O. Bou Matar and E. Herth. Applied Physics Letters **100**, 154102 (2012).
5. A. Bussonniere, M. Baudoin, P. Brunet and O. Bou Matar. Physical Review E **93**, 053106 (2016).
6. J. B. Bostwick and P. H. Steen, Journal of Fluid Mechanics **760**, (2014)