

# Absorption d'une onde ultrasonore par un plan de bulles microfluidiques

Combriat Thomas<sup>1</sup> & Marmottant Philippe<sup>1</sup>

Laboratoire Interdisciplinaire de Physique  
thomas.combriat@univ-grenoble-alpes.fr

Bulles et ondes sonores sont intimement liés : une bulle soumise à une excitation sonore, pour peu que la fréquence de cette dernière soit proche de sa fréquence de résonance, verra son volume osciller de manière importante. Cette vibration peut dans certains cas provoquer des écoulements dit de *streaming* causés par la non-linéarité de l'équation de Navier-Stokes, dans le fluide environnant [1]. D'un autre point de vue, l'étude de l'influence de la présence de bulles sur une onde sonore est aussi très intéressante : les bulles étant des résonateurs sub-longueur d'onde : elles réagissent à des ondes sonores dont la longueur d'onde est bien plus grande que leur propre taille [2]. Un milieu bulleux a donc des propriétés acoustiques intéressantes qui ne se résument pas à l'interaction d'une onde avec un ensemble de diffuseurs [3]. La microfluidique, qui permet de créer des bulles de différentes tailles de manière contrôlée, tout en en contrôlant la fraction volumique est un outil de premier choix pour réaliser un méta-matériaux acoustique adaptable.

Nous utilisons des circuits micro-fluidiques afin de créer une assemblée de bulles de gaz homogènes en taille qui sont ensuite piégées à l'aide de micro-puits [4]. La hauteur du canal micro-fluidique (environ  $25\ \mu\text{m}$ ) étant plus petite que le diamètre des bulles (entre  $40$  et  $100\ \mu\text{m}$ ), ces dernières sont écrasées entre les parois haute et basse du canal et s'approchent d'un système bi-dimensionnel.

Ces bulles sont excitées par des ondes ultra-sonores dont la direction de propagation est perpendiculaire au plan de bulles. Ces ondes sont ensuite mesurées par un hydrophone situé de l'autre côté du plan, permettant ainsi de mesurer l'influence de la présence de bulles sur l'amplitude et la phase de l'onde sonore.

Dans ces conditions, les bulles peuvent atteindre des régimes de pulsation non-linéaire [5] et se couplent par l'intermédiaire d'ondes de surface se propageant à la surface du canal [6]. On peut donc s'attendre à observer des comportements exotiques quant à leur influence sur une onde sonore.

## Références

1. T. COMBRIAT, Trapping and exclusion zones in complex streaming patterns around a large assembly of microfluidic bubbles under ultrasound, *Phys. Rev. Fl.*, **3**, 1 (2018).
2. M. MINNAERT, On musical air-bubbles and the sounds of running water, *Philos. Mag*, **16**, 235 (1933).
3. V. LEROY, Transmission of ultrasound through a single layer of bubbles, *Eur. Phys. J. E*, **29**, 123 (2009).
4. R. DANGLA, Trapping microfluidic corps in wells of surface energy, *Phys. Rev. Let*, **107**, 12 (2011).
5. F. MEKKI-BERRADA, Acoustic pulsation of a microbubble confined between elastic walls, *Physics of Fluids*, **28**, 032004 (2016).
6. D. RABAUD, Acoustically bound microfluidic bubble crystals, *Phys. Rev. Let*, **106**, (2011).