

Interactions non linéaires d'ondes acoustiques et conjugaison de phase dans les liquides bulleux

Christophe Barrière¹, Olivier Lombard^{1,2} & Valentin Leroy²

¹ Institut Langevin, ESPCI ParisTech, CNRS (UMR 7587), PSL Research University – Paris

² Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), Université Paris Diderot, CNRS UMR 7057 – Paris
`christophe.barrière@espci.fr`

Dans les fluides simples, les effets non linéaires liés à la propagation des ondes acoustiques sont de nature quadratique. Ils favorisent alors les interactions de deux ondes, produisant par exemple des ondes filles aux fréquences somme et différence de celles des ondes mères. La génération d'harmoniques produite au cours de la propagation d'une seule onde, bien connue, en est un cas particulier. Lors de l'interaction de deux ondes dans un fluide dont la relation de dispersion est linéaire, la condition de résonance, nécessaire à l'accumulation en phase des ondes filles, impose la colinéarité des ondes mères.

Les liquides bulleux présentent de nombreuses propriétés acoustiques intéressantes à étudier. En particulier, une bulle de gaz immergée dans un liquide peut résonner de façon très non linéaire sous l'action d'une onde acoustique. Malheureusement, dans un nuage de bulles (identiques), la diffusion multiple du son engendre une dispersion marquée au voisinage de la fréquence de résonance, très peu propice aux interactions non linéaires cumulatives.

Nous avons contourné ce problème en étudiant les interactions non linéaires d'une ou plusieurs ondes acoustiques avec un échantillon bidimensionnel de bulles de gaz, toutes contenues dans un même plan, et piégées dans un fluide à seuil. L'étude expérimentale de la génération de la seconde harmonique, corroborée par un modèle analytique, a montré l'existence d'une distance optimale entre les bulles, favorisant les effets non linéaires [1]. Cette analyse du couplage entre effets non linéaires et diffusion multiple nous a alors conduits à imaginer un miroir à conjugaison de phase acoustique, exploitant l'interaction non linéaire non résonante de deux ondes, dont l'une est à la fréquence de résonance des bulles du miroir et l'autre à sa fréquence double [2].

Références

1. Olivier Lombard, Christophe Barrière and Valentin Leroy, Nonlinear multiple scattering of acoustic waves by a layer of bubbles, *EPL*, 112 (2015) 24002.
2. Olivier Lombard, Christophe Barrière and Valentin Leroy, Ultrasonic subwavelength phase conjugated mirror with a layer of bubbles, submitted to *Ultrasonics*.