

Propagation d'une onde de cavitation

A. EL AMRI¹, M. ARGENTINA², Y. BOURET³ & X. NOBLIN³

¹ INLN 1361 route des Lucioles Sophia Antipolis F-06560 Valbonne, FRANCE

² INLN 1361 route des Lucioles Sophia Antipolis F-06560 Valbonne, FRANCE

³ Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC) CNRS UMR 7336 Université de Nice-Sophia Antipolis Parc Valrose 06108 Nice cedex 2

ali.el_amri@inln.cnrs.fr, argentina@smail2.inln.cnrs.fr, yann.bouret@unice.fr, Xavier.noblin@unice.fr

La cavitation est un mécanisme de transition de phase apparaissant dans de nombreux exemples de la nature : le mécanisme de cache des crevettes, au voisinage des hélices de bateaux, craquement de doigts. Il s'agit de la nucléation d'une bulle de vapeur dans un liquide en état métastable de pression inférieure à la pression de vapeur saturante. Le système d'éjection des spores de fougères par ses sporanges est basé sur une série rapide d'événements corrélés de cavitation. Des expériences ont été réalisées dans l'équipe au LPMC sur un système naturel (sporange de fougères) et artificiel (dispositif biomimétique composé par un hydrogel quasiment bidimensionnel [4]). Dans l'hydrogel, des microcavités remplies d'eau sont générées. En laissant l'eau s'évaporer du gel, des bulles de cavitation apparaissent dans de nombreuses cavités voisines sous la forme de cluster, ce qui sous-entend la propagation d'une onde de cavitation. Les simulations de dynamique moléculaire montrent la corrélation d'événement de cavitation dans deux cavités proches [4].

Cependant, cette propagation d'onde de cavitation peut apparaître contre-intuitive : lorsqu'une bulle de vapeur apparaît dans une des deux micro cavités, la pression du système tend à augmenter, ce qui réduit la probabilité qu'une bulle puisse apparaître dans la microcavité voisine. Cette corrélation négative a été observée par Vincent et al. [3]. Nous souhaitons donc répondre à la question suivante : comment une bulle peut-elle favoriser la nucléation d'une autre bulle dans une microcavité voisine ?

Nous considérons théoriquement deux microcavités. Dans la microcavité 1, nous forçons la nucléation d'une bulle alors que dans la microcavité 2 il n'y a que du liquide à pression négative. Nous montrons que le couplage entre la déformation de la membrane séparant les deux microcavités et les modes de vibration de la bulle permet, sous certaines conditions, de diminuer la pression dans la microcavité. En particulier, nous prouvons que le choix d'une vitesse initiale non-nulle pour la croissance de la première bulle est une condition nécessaire, mais pas suffisante pour observer une propagation. Nous comparons cette approche avec les simulations par dynamique moléculaire et les mesures obtenues avec les hydrogels. Nous proposons, dans un deuxième temps, un système qui imite la dynamique des ondes de nucléation dans un réseau 2D de microcavités : nous en déduisons les statistiques des clusters de cellules cavités.

Références

1. E.H. Mansfield, *The bending and stretching of plates*, Cambridge University Press, 1989.
2. C. Brennen, *Cavitation and bubbles dynamics*, Oxford University Press, 1995.
3. O. Vincent, *Dynamique de bulle de cavitation dans de l'eau micro-confinée sous-tension*, Université de Grenoble, 2012.
4. M. Pellegrin, *Nucléation et dynamique de bulles de cavitation dans des liquides confinés sous tension : expériences dans des systèmes microfabriqués et simulations de la dynamique moléculaire*, Université de Nice Sophia-Antipolis, 2015.
5. O. Vincent, P. Marmottant and K. Ando, *The fast dynamics of cavitation bubbles within water confined in elastics solids*, *Soft Matter*, 2013, pp. 1455–1458.