

Stabilisation de la cavitation d'une suspension de particules

A. Bussonnière¹, Q. C. Liu² & P. A. Tsai³

¹ Institut de Physique de Rennes, UMR 6251 CNRS et Université Rennes 1, 35042 Rennes Cedex, France

² Department of Chemical and Materials Engineering, University of Alberta, Edmonton, AB, T6G 1H9, Canada

³ Department of Mechanical Engineering, University of Alberta, Edmonton, AB, T6G 1H9, Canada

adrien.bussonniere@univ-rennes1.fr

La faible résistance de l'eau à la traction (diminution de la pression) est attribuée à la présence de petites bulles au sein du liquide, appelées nucléi de cavitation, servant de site de nucléation pour l'évaporation[1]. Ces nucléi de taille micro/nanométrique sont stabilisés par les défauts de surface de particules solides ou du contenant[2]. L'extrême difficulté voir l'impossibilité de mesure de la distribution de ces défauts ainsi que leurs propriétés de mouillage et géométries, nécessaire pour prédire le seuil de cavitation[3,4], rend la cavitation de l'eau "ordinaire" difficile à contrôler ou prédire. De plus, le lien entre défaut et nucléi, dépendant des propriétés et de l'histoire du liquide[5], n'est pas encore élucidé. Cependant une étude récente sur des suspensions d'eau-particules a réussi à "dompter" la cavitation en utilisant des impulsions acoustiques successives[6]. Leurs résultats, remarquablement reproductibles, indiquent un clair épuisement des nucléi au cours du temps, un nucléi ne servant qu'une seule fois pour la cavitation. Leurs travaux suggèrent donc que la cavitation peut être contrôlée en pré-cavitant une solution et que la distribution de nucléi est finie et ne dépend que de l'état initial (dépendant de la suspension et de son histoire).

Afin de vérifier ces implications, nous nous sommes intéressés à la probabilité de cavitation d'une suspension de particule soumise à plusieurs milliers d'impulsions acoustiques. Pour ce faire, des trains d'ondes de 3 cycles et de fréquence 1,1 MHz sont générés par un transducteur focalisé toutes les 0,5 s. Le minimum de pression au point focal est varié aléatoirement entre 0.04 et -1.95 MPa et les événements de cavitation sont détectés en utilisant la rétrodiffusion des ondes acoustiques par les bulles de cavitation. La probabilité de cavitation est ensuite construite à partir de 1000 impulsions (chacune des 20 amplitudes étant testée 50 fois) et son évolution est suivie dans le temps. Contrairement au résultat attendu, le phénomène de cavitation ne disparaît pas sur des temps longs mais se stabilise à une probabilité de manière reproductible. De plus, cette probabilité stable de cavitation à temps long dépend de la concentration en particules, de leur hydrophobicité ainsi que de la quantité de gaz dissous. Nos résultats indiquent qu'une distribution stable de nucléi émerge après environ 30 min d'excitation et dépend des propriétés de la suspension. L'origine de cette stabilisation est révélée en allongeant le temps entre deux impulsions où une augmentation de l'activité de cavitation est observée lorsque le taux d'épuisement diminue. Nous pouvons donc en conclure que la stabilisation de la cavitation observée résulte d'un équilibre entre un épuisement et une nucléation et/ou croissance spontanée de nucléi (le nombre de nucléi augmente avec la période de répétition).

Références

1. F. CAUPIN, E. HERBERT, Cavitation in water : a review, *C. R. Phys.*, **7**, 1000–1017 (2006).
2. E. N. HARVEY, D. K. BARNES, W. D. McELROY, A. H. WHITELEY, D. C. PEASE, K. W. COOPER, Bubble formation in animals. I. Physical factors, *J. Cell Comp. Physiol.*, **24**, 1–22 (1944).
3. A. A. ATCHLEY, A. PROSPERETTI, The crevice model of bubble nucleation, *J. Acoust. Soc. Am.*, **86**, 1065–1084 (1989).
4. B. M. BORKENT, S. GEKLE, A. PROSPERETTI, D. LOHSE, Nucleation threshold and deactivation mechanisms of nanoscopic cavitation nuclei, *Phys. Fluids*, **21**, 102003 (2009).
5. M. STRASBERG, Onset of Ultrasonic Cavitation in Tap Water, *J. Acoust. Soc. Am.*, **31**, 163–176 (1959).
6. B. M. BORKENT, M. ARORA C-D. OHL, Reproducible cavitation activity in water-particle suspensions, *J. Acoust. Soc. Am.*, **121**, 1406–1412 (2007).