

# Acoustique de l'éclatement d'une bulle à la surface d'un fluide non-newtonien

V. Vidal<sup>1</sup>, T. Divoux<sup>1</sup>, F. Melo<sup>2</sup> & J.-C. Gémard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lyon, Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon, CNRS, 46 Allée d'Italie, 69364 Lyon cedex 07, France.

<sup>2</sup> Departamento de Física, Universidad de Santiago de Chile, and Center for Advanced Interdisciplinary Research in Materials (CIMAT), Av. Ecuador 3493, Casilla 307, Correo 2, Santiago de Chile, Chili.

Valerie.Vidal@ens-lyon.fr

Les fluides non-newtoniens présentent une relation non-linéaire entre contrainte et déformation. Cette rhéologie complexe rend difficile l'analyse et l'interprétation des phénomènes où elle est mise en jeu. Ainsi, de manière parfois surprenante, l'éclatement d'une bulle à la surface d'un fluide complexe peut produire des événements violents, que ce soit la projection de purée ou de sauce lors d'expériences culinaires malheureuses, ou, à plus grande échelle et aux conséquences plus dramatiques, à la projection jusqu'à plusieurs centaines de mètres de fragments de lave, lors d'une éruption volcanique [1,2]. Les signaux acoustiques émis par l'éclatement de la bulle en surface constituent un moyen non-intrusif (et, dans le cas des volcans, sécurisé) pouvant permettre d'accéder, en cas d'impossibilité de mesure directe, aux propriétés rhéologiques du fluide. Or l'acoustique de l'éclatement de bulles dans des fluides de rhéologie complexe n'a à ce jour été étudiée que dans des systèmes présentant un grand nombre de bulles (mousses) [3,4,5]. Dans ce cas, différentes hypothèses ont été avancées pour expliquer le contenu fréquentiel du signal acoustique enregistré : résonance du corps de la bulle [4], ou oscillations des bulles voisines lors de l'éclatement [5].

Nous présentons ici l'étude expérimentale du signal acoustique émis par l'éclatement d'une bulle *unique* à la surface libre d'un fluide non-newtonien. Cette bulle présente des caractéristiques bien particulières, telle que la présence d'une singularité dans sa géométrie (*cusp*) [6], et des oscillations de sa forme et de sa vitesse lors de la remontée [7]. La simplification du système, ne considérant qu'une seule bulle et non une mousse, nous a permis d'effectuer une analyse détaillée de l'influence des différents paramètres (taille de la bulle, rhéologie du fluide) sur le contenu fréquentiel du signal acoustique émis lors de l'éclatement. La fréquence émise est fixée par la longueur de la bulle, présentant un comportement intermédiaire entre un cône et un tube résonnant. L'énergie acoustique libérée dépend de manière critique de la dynamique de rupture du film, et sa mesure n'est donc pas suffisante pour estimer l'énergie totale initialement stockée dans le système.

## Références

1. M. Ichihara, T. Yanagisawa., Y. Yamagishi, H. Ichikawa, & K. Kurita, *Japan Earth and Planetary Science Joint Meeting*, Abstract A111-P004 (2005).
2. H.M. Gonnermann & M. Manga, *Annu. Rev. Fluid. Mech.* **39**, 321–356 (2007).
3. W. Müller & J.-M. di Meglio, *J. Phys. Condens. Matter* **21**, L209–L215 (1999).
4. N. Vandewalle, J.F. Lentz, S. Dorbolo & F. Brisbois, *Phys. Rev. Lett.* **86**, 1, 179–182 (2001); N. Vandewalle and J.F. Lentz, *Phys. Rev. E* **64**, 021507 (2001); N. Vandewalle, H. Caps and S. Dorbolo, *Physica A* **314**, 320–324 (2002).
5. J. Ding, F.W. Tsaur, A. Lips & A. Akay, *Phys. Rev. E* **75**, 041601 (2007).
6. Y. Liu, T. Liao & D.D. Joseph, *J. Fluid Mech.* **304**, 321–342 (1995).
7. A. Belmonte, *Rheol. Acta* **39**, 554–559 (2000); N.Z. Handzy & A. Belmonte, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 124501 (2004).