

Oscillations et fragmentation spontanées de bulles d'air remontant dans une solution de polymère confinée

Raphaël Poryles & Valérie Vidal

Laboratoire de Physique, Université de Lyon, École Normale Supérieure de Lyon - CNRS,
46 Allée d'Italie, 69364 Lyon cedex 07, France
raphael.poryles@ens-lyon.fr

L'étude de la remontée de bulles dans des fluides non-newtoniens trouve des applications dans de nombreux domaines allant de l'industrie agroalimentaire ou cosmétique à la géophysique. Dans tous ces domaines, le comportement de ces bulles est un problème essentiel, car il influe directement sur la dynamique du système. La forme et la dynamique de remontée de bulles dans un fluide non-newtonien présente des caractéristiques particulières qui ont été largement étudiées en milieu non confiné (3 dimensions)[1,2,3]. On peut citer, dans le cas d'un fluide rhéofluidifiant, la présence d'une singularité ("cusp") à l'arrière de la bulle [4], des oscillations de taille et de vitesse [1], ou la formation de chaînes de bulles [5].

Nous nous intéressons à la remontée d'une bulle d'air unique dans un fluide non-newtonien confiné dans une cellule de Hele-Shaw verticale (2 dimensions). Le fluide que nous utilisons est une solution de polyéthylène-oxyde (PEO) que nous avons caractérisé comme étant rhéofluidifiant. On injecte un volume V d'air en base de la cellule, et on suit la remontée de la bulle ainsi formée à l'aide d'une caméra. Lorsque l'on augmente le volume des bulles, elles passent d'une forme arrondie à une forme présentant un *cusp*.

Lorsque le volume des bulles est suffisamment élevé, une instabilité se développe spontanément. L'avant de la bulle s'aplatit alors selon un angle donné et sa trajectoire n'est plus rectiligne, la bulle étant déviée latéralement. Lorsque l'angle d'aplatissement est assez faible, nous observons une digitation visqueuse du fluide dans la bulle rappelant l'instabilité de Saffman-Taylor [6,7]. Quand cette instabilité croît suffisamment rapidement, la bulle se fragmente spontanément. Nous avons caractérisé cette fragmentation en fonction de l'angle d'aplatissement et de la taille de la bulle ainsi que des propriétés non-newtoniennes de la solution de PEO.

Références

1. A. BELMONTE, Self-oscillations of a cusped bubble rising through a micellar solution, *Rheologica Acta* **39**, 554-559 (2000).
2. D. FUNFSCHILLING, Dynamique des bulles dans des fluides rhéologiquement complexes, *Thèse de l'Institut National Polytechnique de Nancy* (1999).
3. H.Z. LI, X. FRANK, D. FUNFSCHILLING & P. DIARD, Bubbles rising dynamics in polymeric solutions, *Physics Letters A* **325**, 43-50 (2004).
4. R.P CHHABRA, Bubbles, Drops, and Particles in Non-Newtonian Fluids, Second Edition, *CRC Press* (2006).
5. I.L. KLIKHANDLER, Continuous chain of bubbles in concentrated polymeric solutions, *Physics of Fluids* **14**, 3375-3379 (2002).
6. P.G. SAFFMAN & G. TAYLOR, The Penetration of a Fluid into a Porous Medium or Hele-Shaw Cell Containing a More Viscous Liquid, *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences* **245**(1242), 312-329 (1958).
7. A. LINDNER, L'instabilité de Saffman-Taylor dans les fluides complexes : relation entre les propriétés rhéologiques et la formation de motifs, *Thèse de l'Université Paris VI* (2000).