

Coalescence de bulles dans des fluides visqueux et génération de bulles satellites

Quentin Magdelaine, Julien Philippi, Arnaud Antkowiak, Thomas Séon, Franck Pigeonneau

▶ **To cite this version:**

Quentin Magdelaine, Julien Philippi, Arnaud Antkowiak, Thomas Séon, Franck Pigeonneau. Coalescence de bulles dans des fluides visqueux et génération de bulles satellites. 22ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2015, Lyon, France. hal-01519383

HAL Id: hal-01519383

https://minesparis-psl.hal.science/hal-01519383

Submitted on 7 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Coalescence de bulles dans des fluides visqueux et génération de bulles satellites

Q. Magdelaine[a], Julien Philippi[b], A. Antkowiak[c], T. Séon[d] et F. Pigeonneau[e]

a. Surface du Verre et Interface, UMR 125 CNRS/Saint-Gobain, 39 Quai Lucien Lefranc - B.P. 135, 93303 Aubervilliers - Cedex, quentinmagdelaine@gmail.com
b. Institut Jean le Rond d'Alembert, Université Pierre et Marie Curie 75252 Paris cedex 05, philippi@dalembert.upmc.fr
c. Institut Jean le Rond d'Alembert, Université Pierre et Marie Curie 75252 Paris cedex 05, arnaud.antkowiak@upmc.fr
d. Institut Jean le Rond d'Alembert, Université Pierre et Marie Curie 75252 Paris cedex 05, thomas.seon@upmc.fr
e. Surface du Verre et Interface, UMR 125 CNRS/Saint-Gobain, 39 Quai Lucien Lefranc - B.P. 135, 93303 Aubervilliers - Cedex, franck.pigeonneau@saint-gobain.com

Dans le but d'assurer un brassage mécanique et d'accroître les transferts thermiques des dispositifs de bullage fonctionnant à débit constant sont introduits dans les fours d'élaboration des verres. Ces dispositifs créent des bulles de tailles centimètres qui montent sous forme de train de bulles. A faible débit, les bulles ainsi créées montent de façon régulière et sans grande interaction. Avec l'augmentation du débit, les bulles commencent à interagir provoquant des coalescences [4]. Dès lors que des phénomènes de coalescence sont observés, un envahissement de petites bulles dans le volume du liquide est observé. Il est donc important de connaître les conditions d'apparition de ces bulles et d'en comprendre l'origine. Au delà des intérêts industriels, les mécanismes provoquant l'apparition de bulles lors de la coalescence de deux bulles de grandes tailles restent des questions ouvertes en mécanique des fluides. L'objectif de cette communication est de présenter de récents résultats obtenus sur l'interaction et la coalescence de deux bulles.

Il a déjà été observé que la rupture d'une bulle à la surface libre d'un liquide provoque l'apparition de petites bulles [5, 1]. La création de ces bulles dites « filles » est liée à la rétraction du film créé entre la surface libre et la bulle. La rupture de ce film se faisant à des épaisseurs très faibles, la rétraction du film s'effectue à des vitesses caractéristiques correspondant à un équilibre entre forces d'inertie et de tension de surface [7, 3] dites vitesse de Taylor-Culick.

Afin de voir si des phénomènes équivalents se passent entre deux bulles coalesçant en volume, nous avons réalisé des expériences en générant deux bulles dont on provoque l'interaction afin qu'elles coalescent dans le champ d'une caméra rapide utilisée pour l'observation. Les liquides employés sont à base de glycérol dans lesquels de l'eau est ajoutée afin de modifier la viscosité dynamique. Trois valeurs de viscosité ont été utilisées : la plus élevée (sans eau) est de 1,048 Pa·s, une intermédiaire valant 0,632 Pa·s obtenue avec un mélange à 2% d'eau et la plus faible égale à 0,332 Pa·s (6% d'eau). Il est observé que le film créé entre les deux bulles se rétracte après rupture de ce dernier conduisant à la création de bulles filles. La figure 1 est une image prise après la rupture du film où la rétraction est observée. Le film en se rétractant présente un petit bourrelet dépendant des propriétés physiques du liquide [2]. De plus, il peut se mettre à « battre » à l'image d'un drapeau dans le vent provoquant l'apparition d'une ou de

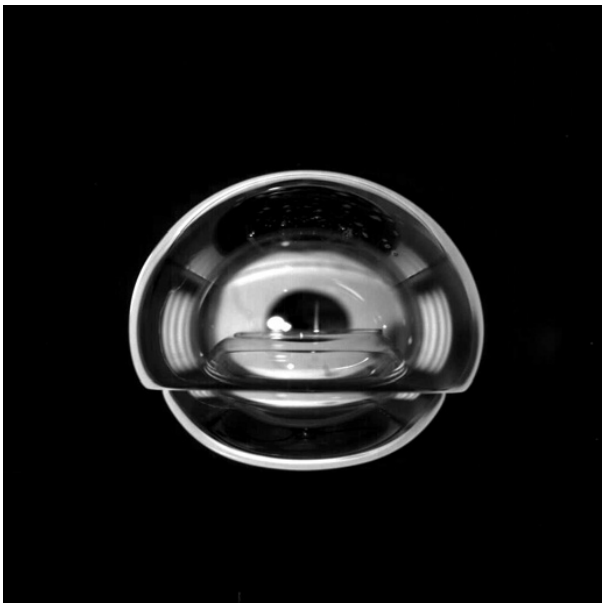


FIGURE 1 – Rétraction du film créé entre les bulles après rupture de ce dernier.

deux couronnes gazeuses qui provoquent la création des bulles filles par déstabilisation des couronnes gazeuses.

Selon les travaux de Savva et Bush [6], la vitesse de Taylor-Culick est la vitesse limite atteinte sur des échelles de temps très courtes. En nous basant sur une estimation de la vitesse de rétraction des films de nos données expérimentales, nous en avons déduit les épaisseurs des films au moment de la rupture. Les valeurs trouvées sont de l'ordre de la dizaine de micromètres.

En parallèle de ces expériences, des simulations numériques réalisées à l'aide Gerris en géométrie 2D-axisymétrique permettent de corroborer le mécanisme d'oscillation du film provoquant l'apparition des couronnes de gaz conduisant à la création des bulles.

Références

[1] J. C. Bird, R. de Ruiter, L. Courbin, and H. A. Stone. Daughter bubble cascades produced by folding of ruptured thin films. *Nature*, 465 :759–762, 2010.

[2] M. P. Brenner and D. Gueyffier. On the bursting of viscous film. *Phys. Fluids*, 11 :737–739, 1999.

[3] F. E. C. Culick. Comments on a ruptured soap film. *J. Appl. Phys.*, 31 :1128–1129, 1960.

[4] J. Gailhbaud and M. Zortea. Recherches sur la coalescence des bulles dans un liquide visqueux. *Revue Générale de Thermique*, 89 :433–453, 1969.

[5] J. Herman and R. Mesler. Bubble Entrainment from Bursting Bubbles. *J. Colloid Interf. Sci.*, 117(2) :565–569, 1987.

[6] N. Savva and J. W. M. Bush. Viscous sheet retraction. *J. Fluid Mech.*, 626 :211–240, 2009.

[7] G. I. Taylor. The dynamics of thin sheets of fluid. III. Disintegration of fluid sheets. *Proc. R. Soc. London, Ser. A*, 253 :313–321, 1959.