

Écoulement induit par la rupture d'un film de savon

Alexandre Guillemot¹, Juliette Pierre¹, Adrien Bussonnière²

¹ Institut D'Alembert, Sorbonne Université, CNRS UMR 7190, 75005, Paris, France

² Matière et Systèmes Complexes, Université Paris Cité, CNRS UMR 7057, 75013, Paris, France

`alexandre.guillemot@dalembert.upmc.fr`

Un film de savon est une couche d'eau mince allant de quelques microns d'épaisseurs à une dizaine de nanomètres, maintenue en équilibre par les tensioactifs présents à ses surfaces. Lorsque celui-ci est percé, un trou apparaît et croît à une vitesse bien définie dite de Taylor-Culick, résultante de l'équilibre entre la tension de surface et l'inertie [1]. Pendant l'éclatement, le bord du trou, que l'on appelle bourrelet, se met à battre tel un drapeau au vent et se fractionne en une multitude de gouttelettes [2].

Ce qui déclenche cette instabilité drapée est encore mal compris. Elle est associée dans la littérature à une instabilité de type Kelvin-Helmholtz [2][3]. Or, la vitesse de rétractation du bourrelet est inférieure au seuil permettant de déclencher une telle instabilité. Cependant, dans les films savonneux, le bourrelet est précédé par un écoulement de Marangoni issu de la compression rapide des tensioactifs aux interfaces [4][5]. La surface du film se réduit et disparaît en quelques millisecondes ce qui est de l'ordre du temps de désorption des tensioactifs. Cet écoulement se situe dans une région nommée auréole où la tension de surface diminue et le film s'épaissit ; elle serait à l'origine des oscillations du bord du film. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons réalisé un dispositif expérimental dédié à l'étude de l'auréole.

Nous produisons des films de savons fluorescents verticaux d'environ vingt centimètres de hauteur que nous perçons ensuite. L'intensité lumineuse émise par fluorescence dépend de l'épaisseur du film ce qui nous permet, avec l'aide d'une caméra rapide, de mesurer le champ d'épaisseur pendant l'éclatement. Avec les équations de conservation de quantité de mouvement et de masse nous pouvons alors estimer la tension de surface et l'écoulement dans l'auréole.

Références

1. F. E. C. CULICK, Comments on a ruptured soap film, *J. Appl. Phys.*, **31**, 1128 (1960).
2. H. LHUISSIER & E. VILLERMAUX, Soap Films Burst Like Flappings Flags, *Physical Review Letters*, **103**, 054501 (2009).
3. H. B. SQUIRE, Investigation of the instability of a moving liquid film, *Br. J. Appl. Phys.*, **4**, 167, (1953).
4. W. R. MCENTEE & K. J. MYSELS, The Bursting of Soap Films. I. An Experimental Study, *J. Phys. Chem.*, **73**, 3018 (1969).
5. S. FRANKEL & K. J. MYSELS, The Bursting of Soap Films. II. Theoretical Considerations, *J. Phys. Chem.*, **73**, 3028 (1969).