

# Écoulement anti-Bretherton dans un tube

Peter Favreau<sup>1</sup>, Alexis Duchesne<sup>1</sup>, Farzam Zoueshtiagh<sup>1</sup> & Michaël Baudoin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Univ. Lille, CNRS, Centrale Lille, Univ. Polytechnique Hauts-de-France, UMR 8520 - IEMN, F-59000 Lille, France

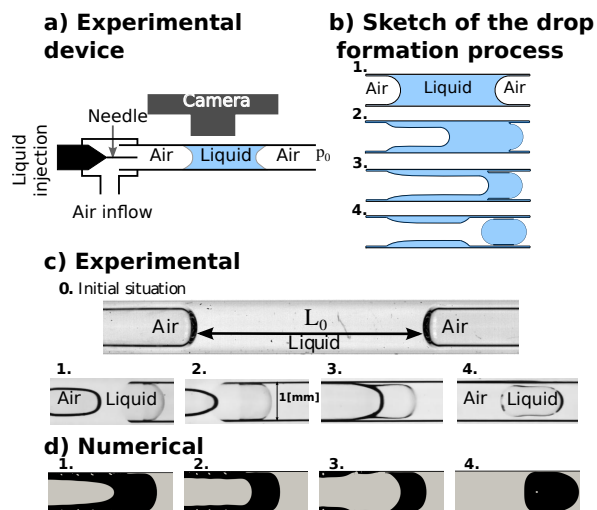
<sup>2</sup> Institut Universitaire de France, 1 rue Descartes, 75231 Paris Cedex 05, France  
alexis.duchesne@univ-lille.fr

Dans son article fondateur de 1961[1], Bretherton étudiait expérimentalement et théoriquement le déplacement d'une bulle dans un capillaire à petits nombres de Reynolds et capillaire.

Nous avons mis en évidence expérimentalement la situation inverse à celle de Bretherton, à savoir une longue goutte de liquide se déplaçant dans un capillaire entourée d'un fin film d'air séparant le liquide des parois solides.

Afin d'obtenir cette configuration, un pont capillaire est poussé dans un tube à une vitesse telle que le nombre capillaire  $Ca_l = \frac{\mu_l U}{\gamma}$  (avec  $\mu_l$  la viscosité dynamique du liquide,  $U$  la vitesse de l'interface arrière du pont liquide et  $\gamma$  la tension de surface du liquide) soit de l'ordre de 1. La vitesse du liquide étant suffisante pour déformer l'interface du liquide ( $Ca_l \sim 1$ ), on observe une inversion de la courbure du ménisque avant, ce qui conduit à la formation du film d'air et enfin au détachement de la goutte liquide (voir Fig.1).

Les preuves expérimentales sont complétées par des simulations numériques ainsi qu'un modèle analytique, dérivé du modèle initial de Bretherton, capable de prédire l'épaisseur du film d'air et en bon accord avec les résultats obtenus par les expériences et simulations.



**Figure 1.** Formation d'une goutte en configuration anti-bretherton à partir d'un pont liquide. (a) Schéma du dispositif expérimental utilisé. (b) Schéma du processus de formation de la goutte. (c) Démonstration expérimentale dans un capillaire de 0,5 mm de rayon pour le cas d'un pont liquide de 19 mm poussé à une vitesse  $U$  de 0,6 m.s<sup>-1</sup>. L'huile étant de viscosité cinématique 104 m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>,  $Ca_l = 2,8$ . (d) Simulation numérique dans les mêmes conditions que présentées dans (c) : l'huile est représentée en noir et l'air en blanc.

## Références

1. F.P. BREThERTON, The motion of long bubbles in tubes, *Journal of Fluid Mechanics*, **10**(2), 166–188 (1961).