

Comment la rotation modifie-t-elle la vidange d'une bouteille d'eau idéale ?

A. Caquas^{1,2}, L. Pastur¹, A. Genty²

¹ Unité de Mécanique, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris, Palaiseau, France

² Université Paris-Saclay, CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides, Gif-sur-Yvette F-91191, France

aurore.caquas@ensta-paris.fr

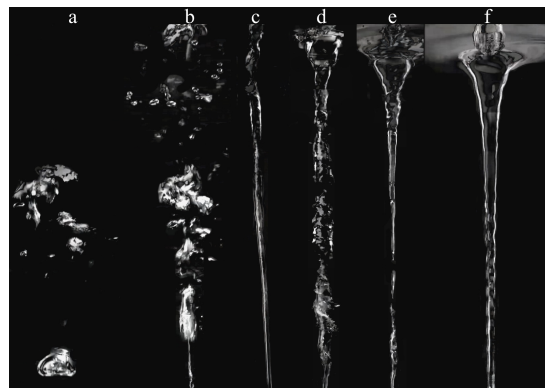


Figure 1. Photographies successives pour $\Omega = 9$ rpm. a) Régime de bulles. b) Transition entre le régime de bulles et le régime de jet d'air tourbillonnant. c) Régime de jet d'air tourbillonnant établi. d) et e) Transition entre le régime de jet et le régime de vidange tourbillonnaire. f) Régime de vidange tourbillonnaire établi.

Qui n'a pas fait cette expérience une fois dans sa vie ? Tout le monde le sait, pour vider sa bouteille d'eau plus vite, il suffit de la faire tourner. . . On vous expliquera qu'il est évident que la rotation permet de créer un vortex et que ce vortex permet au gaz dans la bouteille d'avoir une pression égale à la pression extérieure. L'écoulement de l'eau serait ainsi facilité et nous nous ramènerions donc en théorie à l'étude du cas de la vidange tourbillonnaire classique [1]. Mais, est-ce toujours vrai ? Si l'évolution du glouglou des bouteilles dans le cas sans rotation et idéal d'une cuve cylindrique fermée a été largement étudié dans la littérature [2], le cas avec rotation, quant à lui, est à notre connaissance très peu référencé. Il serait pourtant très intéressant pour des applications industrielles de connaître le régime de vidange optimale d'une cuve fermée. Nous avons réalisé l'étude expérimentale de la vidange d'un réservoir cylindrique avec un couvercle hermétique dans un référentiel en rotation. Nous avons constaté l'existence d'une vitesse de rotation optimale pour la vidange. Ceci implique qu'il n'est pas toujours plus efficace de faire tourner sa bouteille d'eau. Trois régimes de vidange différents sont identifiés, à savoir (i) un régime de bulles (Fig. 1a), (ii) un régime de jet d'air tourbillonnant (Fig. 1c) et (iii) un régime de vidange tourbillonnaire (Fig. 1f). Les trois régimes, caractérisés par la forme de l'interface air-eau, ont des efficacités de vidange différentes. La durée de vie de chaque régime, ainsi que les transitions entre les régimes, dépendent à la fois du niveau d'eau et de la vitesse de rotation de la plate-forme. Enfin, un deuxième protocole a été testé à partir de nos résultats afin d'améliorer le temps de vidange.

Références

1. A. ANDERSEN, T. BOHR, B. STENUM, J. JUUL RASMUSSEN, B. LAUTRUP, *Physical review letters*, **91**, 104502, (2003)
2. P. B. WHALLEY, *International journal of multiphase flow*, **13**, 723–728, (1987)