
Vidange d'une bouteille remplie d'une suspension

Sasha Perez^{*1}, Valérie Vidal¹, and Sylvain Joubaud¹

¹Laboratoire de Physique de l'ENS Lyon – Ecole Normale Supérieure de Lyon, Université de Lyon,
Centre National de la Recherche Scientifique – France

Résumé

La vidange d'une bouteille remplie d'une suspension est un système modèle pour étudier les écoulements multiphasiques. Une simple expérience quotidienne montre que la vidange d'une bouteille remplie uniquement d'eau se fait par alternance entre jets de liquide et remontées de bulles d'air. Cependant, le cas d'une suspension reste peu ou pas étudié, malgré son importance cruciale dans les processus géophysiques ou dans l'optimisation de procédés industriels.

Nous étudions ce phénomène expérimentalement. Un réservoir cylindrique est rempli avec différentes suspensions isodenses : des billes d'hydrogel dans un mélange eau/UCON ou des billes de polyamide dans de l'eau salée. On mesure le débit massique en sortie de la bouteille et on mesure les variations de pression au-dessus de la suspension. Une caméra capture la position de la surface libre de la suspension, la remontée des bulles et l'éjection de liquide et de particules. Les caractéristiques de la vidange sont étudiées en faisant varier le rapport entre la taille des particules et la taille du trou, ainsi que la fraction volumique en particules.

De la même manière que pour un fluide visqueux, le débit volumique est constant pendant toute la vidange et sa valeur est principalement déterminée par la taille du trou de sortie. Le débit diminue faiblement avec l'augmentation de la fraction volumique initiale en particules. En revisitant le modèle de Clanet et Searby (2004), nous trouvons que cette évolution du débit est liée à la dynamique de remontée des bulles.

De plus, lors de la vidange, la suspension sortant de la bouteille contient moins de particules que la suspension initiale, ce qui conduit à une accumulation des particules dans la bouteille. Lorsque la fraction volumique atteint un certain seuil, proche de celle d'un empilement aléatoire compact, les particules émergent au-dessus de la surface libre du liquide. Nos mesures permettent de calculer la fraction volumique en particules moyenne dans la bouteille. Nous proposons également un modèle décrivant cette transition.

De plus récents travaux permettent d'étudier la dynamique locale des particules lors de la vidange en ajustant l'indice optique des billes et du liquide, et à l'aide d'une nappe laser. Cela permet de mesurer, notamment, la fraction volumique locale et les vitesses particulières afin de raffiner les modèles précédents.

*Intervenant