

Ressaut circulaire hydraulique : comment prendre en compte la tension de surface ?

Alexis Duchesne¹ & Laurent Limat²

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

² Université de Paris, CNRS, Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), UMR 7057 - Bâtiment Condorcet, 10 rue Alice Domon et Léonie Duquet, 75013 Paris, France

alexis.duchesne@univ-lille.fr

Récemment, une nouvelle loi d'échelle a été observée par Bhagat *et al.* [1] pour modéliser les dépendances du rayon du ressaut circulaire hydraulique. Les auteurs ont attribué cette nouvelle loi à un terme de tension de surface manquant jusqu'à présent dans l'équation de conservation de l'énergie.

Nous montrerons que cette loi d'échelle, bien qu'expérimentalement avérée et constituant en soit un résultat important, repose sur une modélisation théorique erronée. En effet, l'application de l'approche proposée par Bhagat *et al.* au cas d'une nappe de Savart formée par deux jets coaxiaux de sens opposés conduit à un profil de vitesse incohérent avec les résultats expérimentaux connus et en contradiction avec le théorème de Bernoulli. Nous montrerons comment corriger cette approche afin de retrouver la célèbre loi en $1/r$ pour l'épaisseur de la nappe liquide et une vitesse constante comme attendue par le principe de Bernoulli.

Nous aborderons également le cas du ressaut circulaire, en utilisant une approche simple basée sur la description de Watson pour l'écoulement interne [2] combinée à différentes conditions limites au niveau du front liquide. En fonction de ces conditions nous retrouverons tour à tour la nouvelle loi de Bhagat et la loi d'échelle plus conventionnelle établie par Bohr *et al.* [3]. En clarifiant les situations pour lesquelles telle ou telle loi d'échelle s'applique (ressaut en formation, ressaut développé, impact en gravité inversée ou sur un substrat super hydrophobe...), nous espérons réconcilier les observations de Bhagat et al. avec les connaissances actuelles sur la modélisation du ressaut hydraulique circulaire.

Références

1. R. K. BHAGAT, N. K. JHA, P. F. LINDEN AND D. I. WILSON, On the origin of the circular hydraulic jump in a thin liquid film, *Journal of Fluid Mechanics*, **851** (2018).
2. E. J. WATSON, The radial spread of a liquid over a horizontal plane, *Journal of Fluid Mechanics*, **20**, 481–499 (1964).
3. T. BOHR AND P. DIMON AND V. PUTKARADZE, Shallow-water approach to the circular hydraulic jump, *Journal of Fluid Mechanics*, **254**, 635–648 (1993).