

Impact radial d'un jet liquide sur un plan incliné

Alexis Duchesne¹, Rémy Herbault¹, Luc Lebon¹, & Laurent Limat¹

Laboratoire Matière et Systèmes Complexes (MSC), UMR 7057 du CNRS, Université Paris Diderot, 10 rue Alice Domont et Léonie Duquet, 75013 Paris, France
alexis.duchesne@univ-paris-diderot.fr

Le ressaut hydraulique circulaire observé lors d'un impact normal à un plan horizontal est un phénomène bien connu [1,2,3], mais on ne sait que peu de chose sur sa généralisation au cas d'un plan incliné. Pourtant l'impact radial d'un jet liquide sur une surface plane inclinée peut être observé dans de nombreuses applications : depuis la salle de bain jusqu'aux applications industrielles comme les échangeurs de chaleurs (refroidissement d'une surface par exemple) [4], les tests d'enduisage [5] ou encore le nettoyage de surfaces [6]...

La structure d'un tel écoulement est loin d'être triviale et l'on peut distinguer différentes régions : un mince film de liquide en écoulement radial rapide directement après le jet puis un ressaut hydraulique et enfin une ligne de contact (ligne de contact effective dans le cas du mouillage total) à plus grande distance du jet. Les mécanismes de sélection de ces structures ne sont pas connus, en particulier pour le ressaut hydraulique qui a pourtant fait l'objet de nombreuses études dans le cas horizontal.

Nous avons donc mené une série d'expériences pour étudier le ressaut hydraulique et la ligne de contact en modifiant l'inclinaison de la plaque (de 2.5° à 90°), les conditions de mouillage (mouillage total, hydrophobe, super-hydrophobe), la viscosité et le débit du liquide. Qualitativement les résultats peuvent être résumés ainsi :

- En condition de mouillage partiel, on peut observer un ressaut hydraulique et une ligne de contact non-circulaire, qui peuvent être très proches l'un de l'autre...
- En condition de mouillage total, une structure similaire peut aussi être constatée mais dans ce cas on observe une ligne de contact "effective" beaucoup plus éloignée que précédemment (à débit fixé). Un film liquide micro (voir nano) scopique mouille la plaque au delà de cette ligne de contact "effective".
- Pour les faibles inclinaisons de plaque le ressaut hydraulique est fermé autour du jet impactant avec pour limite le ressaut circulaire dans le cas où la pente est nulle. Lorsque l'on augmente la pente le ressaut s'ouvre progressivement et adopte une forme plus proche de celle d'un fer à cheval.

La distance entre le centre du jet et le ressaut hydraulique a été mesurée avec précision en variant les paramètres expérimentaux décrits plus haut. Nous avons comparé ces résultats avec les théories existantes du ressaut horizontal et nous proposons des éléments théoriques originaux permettant d'expliquer partiellement les résultats obtenus.

Références

1. E.J. WATSON, The radial spread of a liquid jet over a horizontal plane, *J.Fluid.Mech*, **20** , 481-499 (1964).
2. T. BOHR, P. DIMON, V. PUTKARADZE, Shallow-water approach to the circular hydraulic jump, *J.Fluid.Mech*, **254** , 635-648 (1993).
3. A. DUCHESNE, L. LEBON, L. LIMAT., A constant Froude number in circular hydraulic jump and its implication on the jump radius selection, *Submitted in Phys. Rev. Letters* (2013).
4. J.B. BAONGA, H. LOUAHLIA-GUALOUS, M. IMBERT., Experimental study of the hydrodynamic and heat transfer of free liquid jet impinging a flat circular heated disk, *Applied Thermal Engineering*, **26** , 1125-1138 (2006).
5. S. VAN DER ZWAAG, J. E. FIELD., Indentation and liquid impact studies on coated germanium, *Philosophical Magazine A Pacific Rim*, **48** , 767-777 (1983).
6. T. WANG, D. FARIA, L.J. STEVENS, J.S.C. TAN, J.F. DAVIDSON, D.I. WILSON, Flow patterns and draining films created by horizontal and inclined coherent water jets impinging on vertical walls, *Chemical Engineering Science*, **102** , 585-601 (2013).