Impact d'un jet sur une surface plane, inclinée ou courbe.

23 septembre 2011

Introduction

Lorsque l'on ouvre son robinet et que l'on regarde au fond de son évier, on observe un curieux phénomène : l'apparition d'un petit mur d'eau. Ce mur sépare deux zones, l'une (la plus proche de l'impact) où le liquide a une forte vitesse et une faible épaisseur, l'autre où le liquide a une forte épaisseur et une plus faible vitesse. Mais le plus simple pour comprendre de quoi nous parlons est encore une photo. Ce mur d'eau est appelé ressaut circulaire hydraulique.

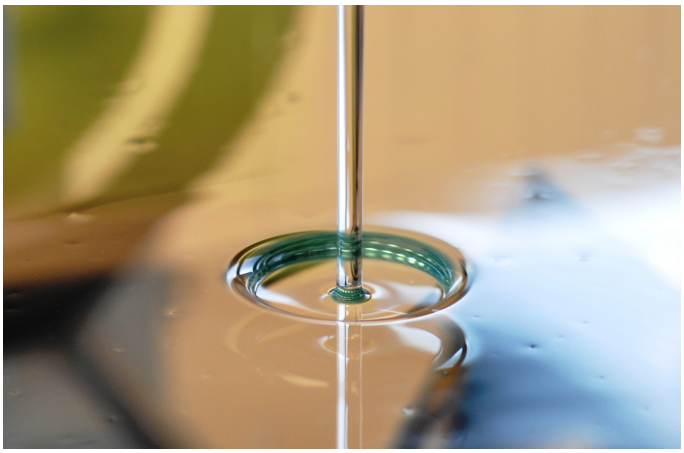

FIGURE 0.1 – Ressaut circulaire (dans ce cas ci ressaut d'huile)

Ressaut circulaire : encore des questions

Le ressaut circulaire observé lors d'un impact normal à un plan horizontal bien que très étudié reste encore un phénomène partiellement mal connu. On évalue encore assez mal l'influence des conditions aux limites (par exemple lorsque l'on impose une bordure pour fixer la hauteur à l'extérieur du ressaut on peut observer des recirculations), on ne comprend pas bien la structure fine du ressaut (que se passe t'il exactement au niveau du choc ?), et l'on peut observer de manière inattendue l'apparition d'ondes stationnaires de surface dans le cas des liquides à fortes tensions superficielles (typiquement l'eau). Il reste en outre à prolonger le travail sur le profil de vitesse ou encore l'origine de sa formation (se pose encore la question de la dynamique de formation qui permet d'aboutir à cet état stationnaire). Les phénomènes d'ondes stationnaires de surfaces (illustrés ci dessous) sont d'autant plus interessants qu'ils font echo à une expérience de ressaut avec de l'helium superfluide où on a pu apercevoir de telles ondes.

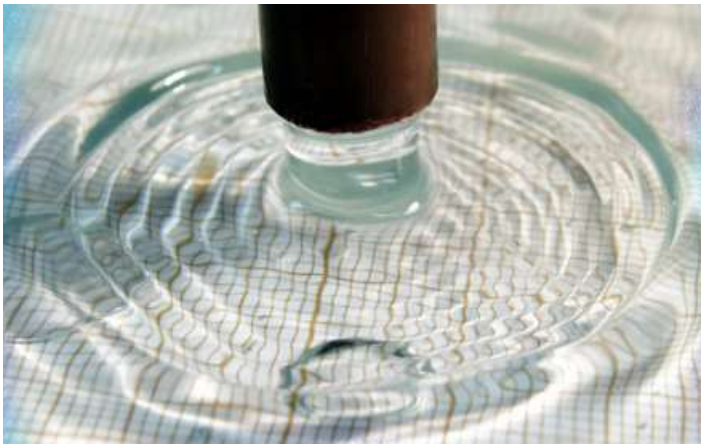

FIGURE 0.2 – Ondes capillaires à la surface d'un ressaut (eau)

Le ressaut sur un plan incliné : rupture de symétrie

Mais si nous avons tout de même quelques connaissances sur le ressaut horizontal on ne sait rien de sa généralisation au cas d'un plan incliné ou sur une surface courbe. Quelle forme prend alors le ressaut ? Que devient la stabilité du tourbillon annulaire qui l'entoure ? Y a-t-il une courbure limite au-dessus de laquelle le ressaut disparaît ? Ces questions sont importantes dans la conception d'échangeurs de chaleur, et posent des problèmes fondamentaux difficiles (stabilité des écoulements toriques, sélection de la forme d'un choc). Il n'existe pas de modèle définitif, actuellement, de la forme d'un ressaut circulaire sur plan incliné, les seules tentatives disponibles étant peu convaincantes (impact balistique de particules fluides).

FIGURE 0.3 – Ressaut sur un plan incliné

Pour aller plus loin...

Le problème peut également être élargi à l'étude de ressauts très visqueux : si Bush a mis en évidence des structures de ressaut polygonales, impliquant de fortes ruptures spontanées de symétrie, nous ne connaissons pas du tout les conséquences qu'aurait sur cette structure la rupture de l'horizontalité. Il y a là un grand intérêt fondamental sur des considérations de symétries...

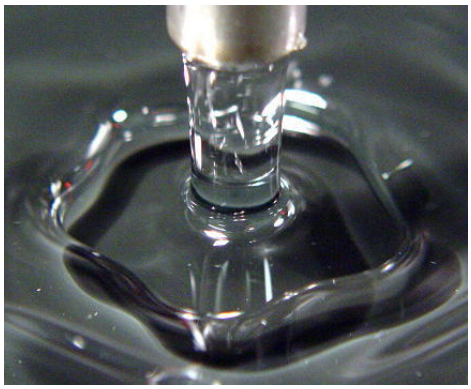

FIGURE 0.4 – Ressaut Polygonal sur plan horizontal. BUSH, J.W.M., et al.

Ce sujet de thèse très large permet aussi de s'interroger sur des problématiques de cloches liquides (l'impact d'un jet sur une petite surface permet l'apparition de cloche liquide). En particulier des cloches de liquides visco élastiques.

FIGURE 0.5 – Cloche de liquide visco élastique. ROCHE, J.S. et al.

En conclusion

En conclusion, on peut dire que c'est un sujet extrêmement large offrant de nombreuses pistes de recherche et ouvrant sur de multiples applications tant théoriques qu'industrielles. Afin de mener à bien ce sujet nous nous efforcerons de mettre sur pieds un ensemble d'expériences simples débouchants sur des modèles théoriques tout aussi simples...