

ALEXIS DUCHESNE, MCF
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E : ALEXIS.DUCHESNE@UNIV-LILLE.FR

FARZAM ZOUESHTIAGH, PROFESSEUR
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E: FARZAM.ZOUESHTIAGH@UNIV-LILLE.FR

Stage de Master : Micro-jet et micro-ressaut circulaire

Résumé du sujet :

Avec l'utilisation massive des imprimantes à jet d'encre et la récente démocratisation des imprimantes 3D, la question de l'impact d'une goutte sur un substrat solide a donné lieu à de très nombreux travaux. Curieusement l'étude fondamentale de l'impact d'un jet liquide continu et submillimétrique (10-500 microns) semble avoir peu attiré l'attention de la communauté scientifique malgré son importance dans de nombreuses applications industrielles. Par exemple, les jets liquides submillimétriques sont amplement utilisés pour refroidir des surfaces, déposer de la matière (notamment dans l'impression 3D) ou peindre des surfaces (jet d'encre). Dès lors on peut facilement imaginer qu'une connaissance fondamentale et approfondie de la physique du problème de jet submillimétrique et son impact sur une surface permettra d'améliorer les performances de ces systèmes industriels.

Dans ce contexte, nous nous intéressons ici à l'impact d'un jet vertical sur une surface plane. Aux échelles où ce phénomène a été étudié par le passé (jet de plusieurs millimètres de diamètre), il est bien connu qu'il peut se former un ressaut circulaire hydraulique dont la structure et la stabilité ont été abondamment décrites dans la littérature.



Figure : ressaut circulaire hydraulique d'huile silicone.

L'objectif de ce stage est d'étendre la compréhension de l'impact du jet au régime submillimétrique où les effets de tension de surface deviennent prépondérants et où le comportement du jet peut différer significativement de celui observé aux échelles macroscopiques. L'étude sera à la fois théorique et expérimentale.

Le stage pourra déboucher sur une thèse approfondissant la question précédemment posée.

Le stage se déroulera au sein de l'IEMN (campus scientifique de l'université de Lille). L'accès à la centrale de micro fabrication de l'institut (une des plus importante de France) permettra de

construire les dispositifs adaptés mais également la maîtrise de la mouillabilité et de l'état de surface des substrats impactés.

References

- [1] E. J. Watson. *J. Fluid Mech.*, 20: 481–499, 1964.
- [2] Alexis Duchesne, Luc Lebon, and Laurent Limat. *EPL (Europhysics Letters)*, 107(5): 54002, 2014.
- [3] A. Cohen, N. Fraysse, J. Rajchenbach, M. Argentina, Y. Bouret, and C. Raufaste. *Phys. Rev. Lett.* 112 (21): 218303, 2014.
- [4] F. Celestini, R Kofman, Xavier Noblin, and Mathieu Pellegrin. *Soft Matter*, 6(23): 5872–5876, 2010.
- [5] Alexis Duchesne, Anders Andersen and Tomas Bohr, *Phys. Rev. Fluids*. 4.084001, 201

ALEXIS DUCHESNE, MCF
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E : ALEXIS.DUCHESNE@UNIV-LILLE.FR

FARZAM ZOUESHTIAGH, PROFESSEUR
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E: FARZAM.ZOUESHTIAGH@UNIV-LILLE.FR

Master internship: Micro-jet and micro-hydraulic jump

Abstract :

With the widespread use of inkjet printers and the recent democratization of 3D printing, the question of how a droplet impacts a solid substrate has been the subject of numerous studies. Interestingly, the fundamental study of the impact of a continuous, submillimetric liquid jet (10–500 microns) appears to have attracted relatively little attention from the scientific community, despite its importance in many industrial applications. For instance, submillimetric liquid jets are widely used to cool surfaces, deposit material (notably in 3D printing), or coat surfaces (inkjet printing). One can therefore easily imagine that a fundamental and in-depth understanding of the physics of submillimetric jets and their impact on surfaces would help improve the performance of these industrial systems.

In this context, we focus here on the impact of a vertical jet on a flat surface. At the scales where this phenomenon has been studied in the past (jets with diameters of several millimeters), it is well known that a circular hydraulic jump can form, whose structure and stability have been extensively described in the literature.



Figure : Circular hydraulic jump (silicone oil).

The objective of this internship is to extend the understanding of jet impact into the submillimetric regime, where surface tension effects become predominant and where the jet's behavior may differ significantly from what is observed at macroscopic scales. The study will combine both theoretical and experimental approaches.

This internship could lead to a PhD thesis further exploring the question raised above.

The internship will take place at IEMN (the scientific campus of the University of Lille). Access to the institute's microfabrication facility—one of the largest in France—will make it possible to design suitable experimental setups and to control the wettability and surface condition of the impacted substrates.

References

- [1] E. J. Watson. *J. Fluid Mech.*, 20: 481–499, 1964.
- [2] Alexis Duchesne, Luc Lebon, and Laurent Limat. *EPL (Europhysics Letters)*, 107(5): 54002, 2014.
- [3] A. Cohen, N. Fraysse, J. Rajchenbach, M. Argentina, Y. Bouret, and C. Raufaste. *Phys. Rev. Lett.* 112 (21): 218303, 2014.
- [4] F. Celestini, R Kofman, Xavier Noblin, and Mathieu Pellegrin. *Soft Matter*, 6(23): 5872–5876, 2010.
- [5] Alexis Duchesne, Anders Andersen and Tomas Bohr, *Phys. Rev. Fluids*. 4.084001, 2019