

**DYNAMIQUE DE JETS IMPACTANTS****DYNAMICS OF IMPINGING JETS.**

Etablissement **Université Côte d'Azur**

École doctorale **SFA - Sciences Fondamentales et Appliquées**

Spécialité **DOCTORAT PHYSIQUE**

Unité de recherche **INPHYNI - Institut de Physique de Nice**

Encadrement de la thèse **Médéric ARGENTINA (detailResp.pl?resp=75308)**

Financement Autre type de financement

Début de la thèse le **1 octobre 2022**

Date limite de candidature **1 octobre 2022**

Mots clés - Keywords

Jets, instabilité

Jets, Instabilités

Profil et compétences recherchées - Profile and skills required

Les compétences recherchées sont:

- 1) une forte expertise en mécanique des fluides
- 2) une forte appétence pour réaliser des expériences.
- 3) une rigueur scientifique pour mener des travaux de recherche de qualité
- 4) une capacité à travailler en groupe.
- 5) beaucoup de motivation
- 6) Des facilités en matière de communication.

The desired skills are:

- 1) a strong expertise in fluid mechanics
- 2) a strong appetite for conducting experiments
- 3) scientific rigor to conduct quality research work
- 4) an ability to work in a group.
- 5) high motivation
- 6) communication skills.

Description de la problématique de recherche - Project description

La récente démocratisation des imprimantes 3D a suscité un nouvel engouement dans la communauté scientifique autour de l'impact de microjets de liquide sur des substrats. Les jets sont aussi des outils clé pour le nettoyage et le refroidissement de surface en microélectronique. L'impact d'un jet liquide submillimétrique (typiquement 10-100 microns de diamètre) soulève des questions sur la réalisation expérimentale et la morphogénèse du film liquide déposé : au-delà d'une certaine vitesse d'impact du jet, le dépôt se déstabilise et donne lieu à une morphologie particulière, dite de ressaut hydraulique, caractérisée par de très fortes variations de hauteur et une forte sensibilité aux conditions extérieures. Pour l'optimisation de l'impression 3D, l'augmentation de la vitesse d'impression par une plus grande vitesse du jet devrait apporter une percée dans les technologies d'impression si les instabilités hydrodynamiques indésirables sont évitées.

Ce projet vise à faire la lumière sur la dynamique des jets qui frappent une surface. Il s'agit d'un problème complexe qui demande un travail très ambitieux à la fois expérimental, numérique et de modélisation, car il implique de nombreux effets physiques et des couplages subtils entre ceux-ci. La dynamique de l'impact d'un jet sera ainsi fortement influencée par la présence d'une interface libre déformable, des effets de transfert thermique et de changement de phase au contact avec un substrat chauffé ou refroidi, l'apparition d'écoulements

turbulents, ou encore l'addition de fibres dans le liquide comme cela peut-être le cas pour renforcer les propriétés mécaniques des objets imprimés.

Notre approche, à la fois expérimentale, numérique et théorique, a déjà reçu un soutien et une validation par l'ANR dans le cadre du projet IJET porté par Médéric Argentina, qui sera le directeur de la thèse. De surcroît, une nouvelle plateforme de visualisation d'écoulements turbulents sera mise en place dans les prochains mois par Christophe Brouzet qui co-encadrera le doctorant. Ceci crée un cadre hautement favorable à l'étude de nouveaux aspects des impacts de jets.

The recent democratization of 3D printers has created a new excitement in the scientific community around the impact of liquid microjets on substrates. Jets are also key tools for cleaning and cooling surfaces in microelectronics. The impact of a submillimeter liquid jet (typically 10-100 microns in diameter) raises questions about the experimental realization and morphogenesis of the deposited liquid film: beyond a certain impact speed of the jet, the deposit destabilizes and gives rise to a particular morphology, known as hydraulic jump, characterized by very strong variations in height and a high sensitivity to external conditions. For the optimization of 3D printing, increasing the printing speed by increasing the jet velocity should bring a breakthrough in printing technologies if undesirable hydrodynamic instabilities are avoided.

This project aims to shed light on the dynamics of jets hitting a surface. This is a complex problem that requires very ambitious experimental, numerical and modeling work, as it involves many physical effects and subtle couplings between them. The dynamics of the impact of a jet will thus be strongly influenced by the presence of a deformable free interface, heat transfer and phase change effects on contact with a heated or cooled substrate, the appearance of turbulent flows, or the addition of fibers in the liquid as it may be the case to reinforce the mechanical properties of printed objects.

Our approach, both experimental, numerical and theoretical, has already been supported and validated by the ANR in the framework of the IJET project led by Médéric Argentina, who will be the thesis supervisor. Moreover, a new platform for visualization of turbulent flows will be set up in the next months by Christophe Brouzet who will co-supervise the PhD student. This creates a highly favorable framework for the study of new aspects of jet impacts.

Thématique / Contexte

Ce sujet de thèse entre dans le cadre du développement d'une activité dans notre groupe de recherche, reliée à la dynamique de jets impactants.

Cette recherche entre pleinement dans les thématique de l'ANR Ijet dont le directeur de thèse est porteur.

Précisions sur l'encadrement - Details on the thesis supervision

Christophe Brouzet, CR, INPHYNI

Conditions scientifiques matérielles et financières du projet de recherche

Le doctorants profitera d'un environnement scientifique et matériel de qualité.

Objectifs de valorisation des travaux de recherche du doctorant : diffusion, publication et confidentialité, droit à la propriété intellectuelle,...

La valorisation des travaux de recherche se fera par publication dans les meilleures revues scientifiques et par des communications orales dans des conférences internationales.

Références bibliographiques

- A. van der Bos et al., Phys. Rev. Appl., 1, 014004, 2014.
- M. Vaezi et al., Int. J. Adv. Manuf. Tech., 67, pp. 1721–1754, 2013.
- C. W. Visser et al., Adv. Mater., 27, pp. 4087–4092, 2015.
- C. Josserand & S. T. Thoroddsen, Annu. Rev. Fluid Mech., 48, pp. 365–391, 2016.
- E. N. Wang et al., J. Microelectromech. Syst., 13, pp. 833–842, 2004.
- M. Fabbri et al., J. Heat Transfer, 127, pp. 38–48, 2005.
- M. Fabbri & V. K. Dhir, J. Heat Transfer, 127, pp. 760–769, 2005.

- B. Weigand & S. Spring, *Heat Transf. Res.*, 42, pp. 101-142, 2011.
- A. Bhunia & C. L. Chen, *J. Heat Transfer*, 133, 064501, 2011.
- H. D. Haustein, in *Proceedings of the ASME Fluids Engineering Division Summer Meeting*, Washington, DC, 2016.
- F. Celestini, R. Kofman, X. Noblin & M. Pellegrin, *Soft Matter*, vol. 23, 2010.
- A. Kibar et al., *Experiments in Fluids* volume, 49, pp. 1135-1145, 2010.
- A. Kibar, *Fluid Dynamics Research*, 49, 015502, 2016.
- E. Jambon-Puillet et al., *Phys. Rev. Lett.*, 122, 1184501, 2019.
- E. J. Watson, *J. Fluid Mech.*, 20, pp. 481-499, 1964.
- T. Bohr et al., *J. Fluid Mech.*, 254, pp. 635-648, 1993.
- J. W. M. Bush & J. M. Aristoff, *J. Fluid Mech.*, 489, pp. 229-238, 2003.
- N. Rojas, M. Argentina & E. Tirapegui, *Phys. Fluids*, vol. 25, p. 042105, 2013.
- A. Duchesne et al., *EPL*, 107, 54002, 2014.
- M. Jalaal et al., *J. Fluid Mech.*, 880, pp. 430-440, 2019.
- E. Rolley et al., *Physica B*, 394, pp. 46-55, 2007.
- A. Cohen, N. Fraysse, J. Rajchenbach, M. Argentina, Y. Bouret and C. Raufaste, *Phys. Rev. Lett.*, 112, 218303, 2014.
- M. Argentina, A. Cohen, Y. Bouret, N. Fraysse and C. Raufaste, *J. Fluid Mech.*, 765, pp. 1-16, 2015.
- M. Mathur et al., *Phys. Rev. Lett.*, 98, 164502, 2007.
- X. Liu et al., *J. Heat Transfer.*, 113, pp. 571-582, 1991.
- R. E. Khayat & Y. Wang, *J. Fluid Mech.*, 883, p. 59, 2019.
- Nakoryakov, B. G. P. V. E. & E. N. Troyan, *Int. J. Heat Mass Transf.*, 21, pp. 1175-1184, 1978.
- V. Thiévenaz et al., *J. Fluid Mech.*, 874, pp. 756-773, 2019.
- N. Ogawa & Y. Furukawa, *Phys. Rev. E*, 66, 041202, 2002.
- Ø. Hammer et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, 256, pp. 258-263, 2007.
- F. Celestini, R. Kofman, X. Noblin & M. Pellegrin, *Soft Matter*, 6, pp. 5872-5876, 2012.
- F. Celestini & G. Kirstetter, *Soft Matter*, 8, pp. 5992-5995, 2012.
- N. O. Rojas, M. Argentina, E. Cerda, & E. Tirapegui, *Phys. Rev. Lett.*, 104, 187801, 2010.
- A. Duchesne, A. Andersen & T. Bohr, *Phys. Rev. Fluids*, 4, 084001, 2019.
- R. K. Bhagat et al., *J. Fluid Mech.*, 851, R5, 2018.
- C. Raufaste, Y. Bouret & F. Celestini, *EPL*, 11, 46005, 2016.
- C. Raufaste, F. Celestini, A. Barzyk & T. Frisch, *Phys. Fluids*, 27, 031704, 2015.
- F. Celestini, T. Frisch & Y. Pomeau, *Phys. Rev. Lett.*, 109, 94101, 2012.
- Y. Pomeau, M. Le Berre, F. Celestini & T. Frisch, *C. R. Mecanique*, 340, p. 867, 2012.
- F. Celestini, T. Frisch & Y. Pomeau, *Soft Matter*, 9, p. 9535, 2013.
- C. D'Angelo, C. Raufaste, P. Kuzhir & F. Celestini, *Soft Matter*, 15, p. 5945, 2019.
- B. Sobac, L. Maquet, A. Duchesne, H. Machrafi, A. Rednikov, P. Dauby, P. Colinet & S. Dorbolo, *Phys. Rev. Fluids*, 5, 062701, 2020.
- L. Maquet, B. Sobac, B. Darbois-Textier, A. Duchesne, M. Brandenbourger, A. Rednikov, P. Colinet & S. Dorbolo, *Phys. Rev. Fluids*, 1, 053902, 2016.

Dernière mise à jour le 6 avril 2022