

# Impact et solidification de grandes gouttes sur solides et liquides



## Présentation du sujet

Les processus de solidification sont utilisés dans une large gamme d'applications, y compris la métallurgie, le refroidissement par pulvérisation, l'impression 3D, ou encore les problèmes de givrage des avions. Les motifs gelés qui en résultent sont influencés par l'interaction détaillée entre la solidification et la capillarité, conduisant à diverses formes, allant de gouttes de glace sphériques à des éclaboussures plates. En effet, la production d'objets non sphériques a été étudiée via la microfluidique et les processus d'auto-assemblage, qui nécessitent tous deux un équipement très spécifique. Il est donc tentant d'explorer comment la solidification pourrait influencer et contrôler la formation d'objets solides. Parmi les différents processus, la solidification lors de l'impact de gouttes liquides a récemment suscité un intérêt croissant, en raison de sa simplicité et de son importance pour les applications aéronautiques dans des conditions de gel.

Récemment, nous avons étudié l'impact de gouttes millimétriques d'alcane sur des bains d'eau salée refroidis. Nous avons montré que la morphologie du solide obtenu dépend du choc thermique et de la vitesse d'impact. Comme indiqué sur la figure 1, on observe une transition entre une forme de disque plat et une forme incurvée. Ces observations ont été rationalisées par un modèle mettant en jeu l'apparition des cristaux à l'interface entre la goutte et le bain, dont la percolation fige le système [1].

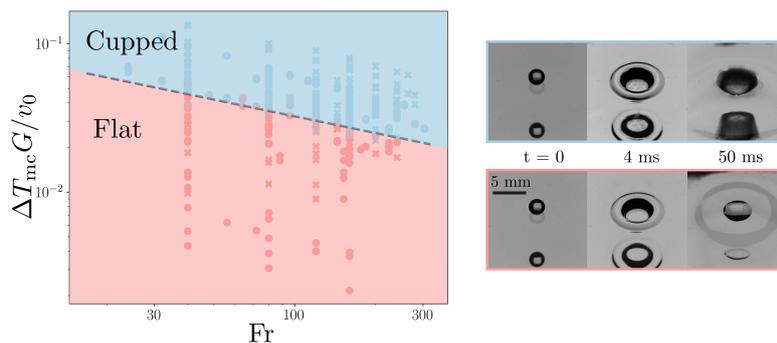


FIGURE 1 – Transition morphologique observée lors d'un impact de goutte d'alcane sur un bain liquide froid. La vitesse de croissance des cristaux  $G\Delta T_{mc}$  est adimensionnée par la vitesse d'impact  $v_0$ , en fonction du nombre de Froude.

L'objectif de ce stage est d'aller au-delà d'une goutte de taille capillaire, situation largement étudiée, pour explorer des gouttes dont la taille est bien plus grande. La conséquence principale, outre le volume plus important, est l'observation d'une variété de morphologies avant l'impact. Pour générer ces gouttes, un dispositif utilisant une grille hydrophobe déplacée à grande vitesse est mis en place [2].

- Ce stage s'inscrit dans un sujet de thèse, qui a pour objectif d'aborder les questions suivantes :
- Comment des grandes gouttes d'eau congèlent-elles sur surface solide ? Quelle est la taille maximale atteignable ?

- Sur liquide huileux, où le mécanisme d'arrêt est différent, comment joue l'épaisseur du bain ? Peut-on capturer des bulles d'air ?
- Peut-on rendre la surface du dispositif de lâché de gouttes oléophobes afin de se rapprocher des systèmes de la figure 1 ? Peut-on imaginer un dispositif alternatif ?

## Laboratoire de stage

Le stage se déroulera au Laboratoire de Physique des Solides, à l'université Paris-Saclay (Orsay) dans l'équipe Matière Molle aux Interfaces.

<https://equipes2.lps.u-psud.fr/mmoi/>

Il s'effectuera sous la supervision de **François Boulogne** en collaboration avec **Christophe Josserand** (LadHyx, Polytechnique) et **Anniina Salonen** (SIMM, ESPCI), ainsi que **Marion Berry** actuellement en thèse au LPS sur ces thématiques.

**Contact** François Boulogne (CR, HDR), [francois.boulogne@cnrs.fr](mailto:francois.boulogne@cnrs.fr), site web : <https://www.sciunto.org>

## Références

- [1] M. Berry, C. Josserand, A. Salonen, and F. Boulogne. Flat-cupped transition in freezing drop impacts. *Phys. Rev. Fluids*, 9 :103602, Oct 2024. doi:10.1103/PhysRevFluids.9.103602.
- [2] S. Dighe, D. K. Maity, J. N. Fomesbeck, S. Dutta, and T. Truscott. Extremely large water droplet impact onto a deep liquid pool. *Phys. Rev. E*, 109 :045107, Apr 2024. URL : <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.109.045107>, doi:10.1103/PhysRevE.109.045107.