

Proposition de stage Master 2 - 2024

Encadrants : Abigael Darvenne (IMFT)
Laurent Lacaze (IMFT)
Sylvain Viroulet (IMFT)

Contacts : abigael.darvenne@imft.fr, laurent.lacaze@imft.fr, sylvain.viroulet@imft.fr

Lieu du stage : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT) –
Allée du Pr. Camille Soula, 31400 Toulouse.

Durée : 4 à 6 mois

Titre : Modélisation d'avalanches denses.

Contexte : Les avalanches, les coulées pyroclastiques, les laves torrentielles, les coulées de débris, ..., sont des catastrophes naturelles de durée relativement courte et dont les facteurs de déclenchement sont variés. Pourtant, la dynamique de ces écoulements présente plusieurs points communs. Il s'agit d'écoulements à surface libre, sur pentes fortes, dont l'extension horizontale reste grande devant leur épaisseur. De plus, tous ces milieux sont composés en grande partie, voire uniquement d'éléments solides, qui pour simplifier peuvent être apparentés à des milieux granulaires, i.e. des milieux composés de grains en contacts et dont le mécanisme principal de dissipation est le frottement solide [1]. Malgré leur grande similitude, ces écoulements sont pourtant décrits au cas par cas ; ceci par manque d'équations constitutives universelles et de description unique des processus physiques impliqués dans ces systèmes. Des approches idéalisées sont alors utiles pour extraire les mécanismes contrôlant la nature de ces écoulements.



*Dépôts après l'éruption du
Mont Saint Helens en 1980*

En mécanique des fluides, les écoulements à surface libre se rencontrent dans de nombreuses applications industrielles et environnementales. Ceci explique pourquoi il s'agit d'une thématique très documentée, des études d'hydraulique à grande échelle à une description plus locale de la structure de l'écoulement, turbulent ou non. Force est de constater que ces études se limitent principalement aux fluides newtoniens. Les fluides complexes, comme les milieux granulaires, quant à eux, sont souvent étudiés à petite échelle en laboratoire afin de déterminer leur comportement rhéologique. Le pas vers la description de ces milieux dans des écoulements à surface libre grande échelle reste anecdotique. Ainsi l'étude de ces écoulements à surface libre, via la caractérisation des courbes de remous (solution théorique dans l'approximation de couche mince permettant d'obtenir l'évolution des profils de hauteur le long de l'écoulement), reste un enjeu majeur pour la modélisation et la prédiction grande échelle [2,3].

Objectif du stage : Le but du stage est d'étendre les solutions de courbes de remous issues de l'hydraulique aux milieux granulaires, en s'attachant aux écoulements sur pente constante. Pour cela des mesures fines de l'écoulement sont nécessaires : c'est la limite actuelle. Lorsque l'on s'intéresse aux milieux granulaires, il est difficile d'extraire expérimentalement l'ensemble des grandeurs caractérisant la dynamique de l'écoulement. Il est alors nécessaire de coupler ces mesures à des simulations numériques, dites résolues (DEM), qui elles même nécessitent la validation et la comparaison via des expériences de

laboratoire. Les expériences de laboratoire ont été réalisées à l'IMFT par une doctorante dans l'équipe encadrante du stage. L'ensemble des données pouvant être extraites sont disponibles. En pratique, le stage consistera en la réalisation des simulations numériques associées (à partir d'un code disponible), la comparaison et la validation et enfin l'analyse théorique, pour extraire la forme des solutions en couche mince (courbes de remous).

Profil recherché :

Le.a candidat.e sera motivé.e par les études de modélisation des écoulements géophysiques à l'échelle du laboratoire, par l'utilisation d'outils numériques et par l'analyse de données. Des connaissances en mécanique des fluides théoriques seront appréciées mais pas indispensables.

Références

- [1] Andreotti, B., Forterre, Y., & Pouliquen, O. (2011) *Les milieux granulaires, entre fluide et solide*, EDP sciences.
- [2] Thual, O., Lacaze, L., Mouzouri, M., & Boutkhamouine, B. (2015) Critical slope for laminar transcritical shallow-water flows. *J. Fluid Mech.*, **783**, R1.
- [3] Viroulet, S., Baker, J. L., Edwards, A. N., Johnson, C. G., Gjaltema, C., Clavel, P., & Gray, J. M. N. T. (2017) Multiple solutions for granular flow over a smooth two dimensional bump. *J. Fluid Mech.*, **815**, 77-116