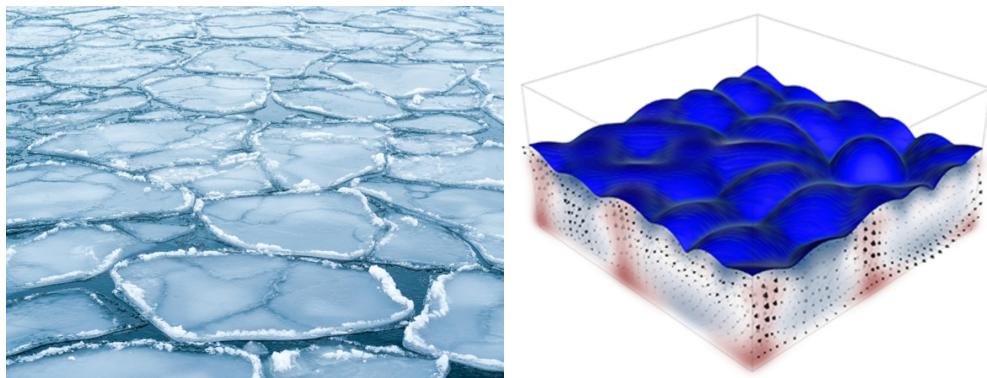


## Stage de recherche en mécanique des fluides (niveau Master 2, 6 mois)

### « Étude de la fusion d'un milieu poreux saturé par simulations numériques basées sur la méthode de l'équation de Boltzmann sur réseau (MELTPORE) »



Le phénomène de fusion (ou de solidification) dans un milieu poreux saturé, où peuvent se développer des mouvements de convection thermique, est au cœur de nombreuses problématiques industrielles et géophysiques. Dans le premier cas, on peut citer le stockage d'énergie dans des matériaux à changement de phase ; dans le second, la modélisation de la fonte du pergélisol ou la dynamique saisonnière et pluriannuelle de la glace de mer.

Nous proposons d'aborder la simulation de ces phénomènes par une approche numérique en utilisant la méthode de Boltzmann sur réseau (LBM), déjà employée par Rabbanipour et al. ([Phys. Rev. Fluids 3, 053501 \(2018\)](#)) pour décrire la fusion d'un matériau pur en contact avec un écoulement convectif turbulent. Ce stage s'inscrit dans cette continuité en considérant le cas d'un matériau poreux saturé et soumis à convection naturelle ou forcée, afin de quantifier la dynamique de fusion (front solide-liquide, morphologie, taux de fusion, transfert de chaleur) au moyen d'une approche numérique LBM.

#### Objectifs

- Développer un modèle LBM adapté à un milieu poreux avec changement de phase (fusion).
- Simuler la fusion convective dans un milieu poreux et analyser l'influence des paramètres sur le transfert thermique, la morphologie du front et la vitesse de fusion.
- Comparer les comportements obtenus aux études classiques de fusion convective et identifier dans quelle mesure la porosité ou le modèle poreux modifient les lois d'échelle, les corrélations et la dynamique du système.

**Durée :** 6 mois, début prévu début 2026

**Lieu :** Unité de Mécanique de Lille (UML) [www.uml.univ-lille.fr](http://www.uml.univ-lille.fr)

**Encadrement et équipe scientifique :** Enrico Calzavarini, Silvia C. Hirata et collaboration avec le laboratoire IEMN (F. Zoueshtiagh, A. Duchesne).

**Prérequis :** Être inscrit(e) en Master 2 (dans un établissement français). Bonnes connaissances en mécanique des fluides et turbulence ; expérience en programmation (C et Python) ; maîtrise de l'anglais.

**Candidature :** Envoyer un email à [enrico.calzavarini@univ-lille.fr](mailto:enrico.calzavarini@univ-lille.fr) avec comme objet **MELTPORE**.

## **Internship in Fluid Mechanics (Master 2 Level, 6 months)**

### **“Study of the melting of a saturated porous medium using numerical simulations based on the lattice Boltzmann method (MELTPORE)”**

The phenomenon of melting (or solidification) in a saturated porous medium, where thermal convection flows can develop, is central to many industrial and geophysical problems. In the first case, one may cite energy storage in phase change materials; in the second, modeling the thawing of permafrost or the seasonal and multiannual dynamics of sea ice.

We propose to study these phenomena through a numerical approach based on computational fluid dynamics (CFD), using the lattice Boltzmann method (LBM), already employed by Rabbanipour et al. . ([Phys. Rev. Fluids 3, 053501 \(2018\)](#)) to describe the melting of a pure material in contact with a turbulent convective flow. This internship continues along that line, considering the case of a porous material subjected to natural or forced convection, in order to quantify the melting dynamics (solid–liquid interface, morphology, melting rate, heat transfer) using an LBM numerical approach.

#### **Objectives**

- Develop an LBM model adapted to a porous medium with phase change (melting).
- Simulate convective melting in a porous medium and analyze the influence of parameters on heat transfer, interface morphology, and melting rate.
- Compare the obtained behaviors with classical studies of convective melting and identify to what extent porosity or the porous model modifies scaling laws, correlations, and system dynamics.

**Duration:** 6 months, expected start early 2026

**Location:** Unité de Mécanique de Lille (UML) — [www.uml.univ-lille.fr](http://www.uml.univ-lille.fr)

**Supervision and research team:** Enrico Calzavarini, Silvia C. Hirata, in collaboration with the IEMN laboratory (F. Zoueshtiagh, A. Duchesne).

**Prerequisites:** Enrollment in a Master 2 program (in a French institution). Good knowledge of fluid mechanics and turbulence; programming experience (C and Python); proficiency in English.

**Application:** Send an email to [enrico.calzavarini@univ-lille.fr](mailto:enrico.calzavarini@univ-lille.fr) with the subject line **MELTPORE**.