

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE

Monsieur Thomas GREGORCZYK est autorisé à présenter ses travaux en vue de l'obtention du diplôme national de DOCTORAT délivré par l'école CENTRALE de MARSEILLE

Le mardi 13 janvier 2026 à 14h00

Lieu : Salle Amphi 3, Ecole Centrale Mediterranee 38 rue Frédéric Joliot Curie 13013, Marseille

Titre : **Modélisation Lattice-Boltzmann d'écoulements multiphasiques**

Ecole doctorale : ED 353 - Sciences pour l'Ingénieur : Mécanique, Physique, Micro et Nanoélectronique

Spécialité : Sciences pour l'ingénieur : spécialité Mécanique et Physique des Fluides

Composition du jury :

| | | |
|----------------------|---|-----------------------|
| M. Pierre BOIVIN | CNRS, M2P2 | Directeur de thèse |
| M. Song ZHAO | CNRS, M2P2 | Co-encadrant de thèse |
| M. Vincent MOUREAU | CNRS, CORIA | Président |
| M. Raphaël LOUBÈRE | CNRS, Institut de Mathématiques de Bordeaux | Rapporteur |
| M. Timm KRÜGER | University of Edinburgh | Rapporteur |
| Mme Bénédicte CUENOT | CERFACS | Examinatrice |
| M. Gauthier WISSOCQ | CEA CESTA | Examineur |

Résumé (FR)

Cette thèse a pour but de proposer de nouveaux schémas numériques pour réaliser des simulations d'écoulements multiphasiques. Le choix de la méthode se fera dans le cadre des méthodes Lattice-Boltzmann qui sont développées depuis plusieurs années au M2P2 pour différentes applications : écoulements compressibles, combustion, détonation, interactions fluide-structure, ... Ce travail vise à développer un schéma stable pour des configurations athermales mais avec différents rapport de densité et divers nombres de Reynolds. Les récentes avancées du laboratoire seront intégrées au cadre LBM-multiphasique : schéma hybride avec une équation d'Allen-Cahn résolue par volumes finis, approximation low-Mach, schéma conservatif. Ces nouveaux modèles seront validés de plusieurs manières différentes. D'abord de manière analytique, en vérifiant que le schéma LBM converge vers des équations macroscopiques cohérentes via un développement de Taylor. Ensuite avec des cas test académiques classiques : Poiseuille, Laplace, Rayleigh-Taylor, ... Le cas test final sera un jet, qui est un cas intéressant qui mêle écoulement haut Reynolds, conditions aux limites d'entrée / sortie, et qui est utile pour un large panel d'applications.

Mots-clés : Méthode de Lattice-Boltzmann, Ecoulements multiphasiques, Ecoulements low-mach,

Abstract (EN)

The goal of this PhD is to present new numerical schemes that are able to carry out multiphase flows simulations. The method will lie in the framework of Lattice-Boltzmann methods that have been actively developed at M2P2 for several years for different applications : compressible flows, reactive flows, detonation, fluid-structure interaction, ... This work aims at creating a stable scheme for athermal

configurations at different density ratios and Reynolds numbers. Recent progress from the lab will be added to the multiphase LBM framework : a hybrid scheme solving an Allen-Chan with a finite volume solver, low-Mach number approximation, conservative scheme. These new models will be tested thanks to different methods. First, we will make sure analytically that our scheme converges to a relevant set of macroscopic equations. Then, we will test these schemes against classical academical test cases such as : Poiseuille, Laplace, Rayleigh-Taylor, ... The final target test case will be a jet which requires high Reynolds number flows simulations, inlet / outlet boundary conditions and which is useful for a wide range of applications.

Keywords: Lattice-Boltzmann Methods, Multiphase flows, low-mach number flows,