

Étude de la méthode Physics Informed Neural Networks pour la simulation de systèmes liquides-solides avec changement de phase.

Encadrants :

Francky Luddens

francky.luddens@univ-rouen.fr

Simon Bernard

simon.bernard@univ-rouen.fr

Laboratoire de mathématiques Raphaël Salem, CNRS et Univ. Rouen Normandie
LITIS, Univ. Rouen Normandie, INSA Rouen Normandie, Univ. Le Havre Normandie

Contexte :

Ce poste est proposé dans le cadre du projet ANR PINNterfaces (2024-2027), qui réunit des chercheurs en physique, mathématiques appliquées et informatique de Nancy et Rouen. Un autre poste est à pourvoir sur des aspects complémentaires des PINNs. Cela permettra des interactions au sein du laboratoire, ainsi que des collaborations avec le partenaire Nancy (dont le porteur global du projet, Y. Cheny, LEMTA, Nancy).

Positionnement du sujet : Les systèmes à changement de phase liquid-solide sont rencontrés dans un grand nombre d'applications pratiques, telles que le refroidissement passif ou le stockage d'énergie. Des modèles mathématiques et des méthodes numériques robustes et efficaces sont alors nécessaires pour décrire les phénomènes lors du changement de phase. Des travaux au sein de l'équipe EDP-CS ont permis le développement d'outils numériques efficaces et fiables [1, 2]. Plus récemment, les réseaux de neurones informés par la physique (PINNs) ont montré une efficacité certaine pour résoudre numériquement des EDP [3]. Une thèse au LMRS a montré les capacités des PINNs à simuler des matériaux à changement de phase [4], avec des outils numériques développés en python (pytorch).

Description du sujet :

Le but de cette étude est d'optimiser les méthodes utilisées pour la simulation de matériaux à changement de phase à l'aide des PINNs. Après prise en main de la méthode et des codes existants, une étude des architectures adaptées ainsi que des stratégies d'apprentissage permettra d'améliorer les performances de la méthode. L'accent sera mis sur un bon suivi de l'interface et la robustesse pour des problèmes de type "problèmes inverses", au coeur du projet PINNterfaces.

Informations :

Lieu : Rouen, France.

Le poste est à pourvoir dès que possible, et aura une durée d'**un an**. Le ou la candidat.e recruté.e doit être titulaire d'une thèse en mathématiques appliquées, dans le domaine de la simulation numérique pour les EDP. La maîtrise de méthodes numériques standards (éléments finis, différences finies...) est requise, et la maîtrise d'outils d'IA (pytorch par exemple) serait fortement appréciée.

Pour postuler, envoyer un CV et une lettre de motivation à Francky Luddens (francky.luddens@univ-rouen.fr).

Bibliographie :

- [1] I. Danaila, R. Moglan, F. Hecht, and S. Le Masson. A Newton method with adaptive finite elements for solving phase-change problems with natural convection. *Journal of Computational Physics*, 274 :826–840, 2014.
- [2] Georges Sadaka, Aina Rakotonrandisa, Pierre-Henri Tournier, Francky Luddens, Corentin Lothodé, and Ionut Danaila. Parallel finite-element codes for the simulation of two-dimensional and three-dimensional solid–liquid phase-change systems with natural convection. *Computer Physics Communications*, 257 :107492, 2020.
- [3] M. Raissi, P. Perdikaris, and G.E. Karniadakis. Physics-informed neural networks : A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations. *Journal of Computational Physics*, 378 :686–707, 2019.
- [4] Bahae-Eddine Madir, Francky Luddens, Corentin Lothodé, and Ionut Danaila. Physics informed neural networks for heat conduction with phase change. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 252 :127430, 2025.