UMR 7252

STAGE M2/Ingénieur - 2026-2027

Titre du stage :

Kinetic LBM Simulation of Reactive Gas Release and Bubble Transport in Microporous Ceramics

Encadrants:

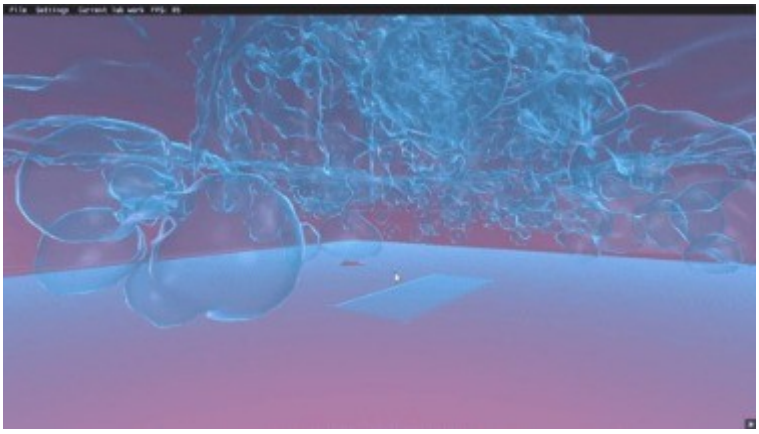
Benoît Crespin
Institut XLIM *(Université de Limoges, CNRS UMR 7252, Limoges)*
Axe Analyse et Synthèse d'Images (Equipe SIR)

Sylvie Foucaud
Institut IRCER *(Université de Limoges, CNRS UMR 7315, Limoges)*
Axe 4 : Céramiques sous contraintes environnementales

Durée, date de début et lieu du stage :
Durée : 5 mois
Début : janvier/février 2027
Lieu : Institut XLIM

Sujet et motivation :

Les céramiques poreuses catalytiques synthétisées à partir de préformes lignocellulosiques biosourcées (procédé PIP) représentent une voie d'innovation majeure pour la transition énergétique, notamment pour la méthanation du CO2 et le reformage du méthane. Dans le cadre du projet ANR CASiBIO (ANR-23-CE08-0002), l'un des verrous scientifiques consiste à élucider l'impact de la microstructure microporeuse sur les transferts de masse et de fluide. Lors de l'immersion de la céramique réactive dans un milieu fluide, les réactions chimiques localisées au niveau des phases actives libèrent un dégagement gazeux. La nucléation, la croissance, le détachement et l'ascension de ces bulles de gaz au cœur du réseau poreux hétérogène conditionnent directement l'accès du fluide aux sites catalytiques et les performances globales du matériau.



L'Institut XLIM a déjà développé un premier prototype fonctionnel de simulation 3D basé sur des méthodes cinétiques massives sur GPU (Lattice Boltzmann / C++ / CUDA), capable de simuler des écoulements multiphasiques complexes et de suivre l'évolution d'interfaces fluides et de bulles au sein de géométries poreuses. Ce stage vise à prolonger ces travaux en intégrant la génération réactive de gaz aux parois de la céramique (obtenue par tomographie X) et en étudiant la dynamique de remontée du gaz à travers la microstructure.

Les objectifs principaux du stage sont :

- Implémenter dans le solveur 3D GPU existant la loi de génération locale de gaz aux interfaces réactives de la céramique microporeuse.

- Étudier les mécanismes d'ascension, de piégeage, de coalescence et de dégazage au sein de la géométrie 3D, et évaluer leur impact sur les transferts de masse globaux.

- Mettre en œuvre des techniques de synthèse d'images (rendu volumique/exploratoire) pour visualiser et analyser fidèlement l'écoulement réactif au cœur de la céramique, fournissant un outil d'interprétation visuelle direct pour les partenaires du projet.

Profil du candidat et intégration :

Le/la stagiaire sera accueilli(e) à l'Institut XLIM et possèdera un profil orienté Calcul Haute Performance (C++/CUDA) et Synthèse d'images / Visualisation 3D. Il/Elle collaborera avec les équipes de XLIM et bénéficiera des données microstructurales 3D (IRCER) et physico-chimiques (UCCS, UCEIV) issues du consortium ANR CASiBIO.

123 avenue Albert Thomas - 87060 LIMOGES Cedex France
Tél. : (33) 05.87.50.67.00 - Fax : (33) 05.87.50.68.38

Site Brive : 16 rue Jules Vallès – 19100 BRIVE – Tèl.05 55 86 73 00
Site Poitiers : Bd Pierre –et- Marie- Curie – BP 30179 – 86 962 FUTUROSCOPE Chasseneuil Cedex – Tél. 05 49 49 65 67

Références bibliographiques :

[1] Wei Li, Tongtong Wang, Zherong Pan, Xifeng Gao, Kui Wu, Mathieu Desbrun, « High-Order Moment-Encoded Kinetic Simulation of Turbulent Flows », ACM Transactions on Graphics, vol. 42, n° 6, 2023. DOI : 10.1145/3618341

[2] Wei Li, Kui Wu, Mathieu Desbrun, « Kinetic Simulation of Turbulent Multifluid Flows », ACM Transactions on Graphics, vol. 43, n° 4, 2024. DOI : 10.1145/3658178

[3] Yihui Ma, Xiaoyu Xiao, Wei Li, Mathieu Desbrun, Xiaopei Liu, « Hybrid LBM-FVM solver for two-phase flow simulation », Journal of Computational Physics, vol. 506, 2024. DOI : 10.1016/j.jcp.2024.112920

[4] Yixin Chen, Wei Li, David I.W. Levin, Kui Wu, « High-Performance Moment-Encoded Lattice Boltzmann Method with Stability-Guided Quantization », arXiv, 2026. DOI : 10.48550/arXiv.2602.05295

[5] Xiaoyu Xiao, Haoxiang Wang, Xiaokang Yang, Mathieu Desbrun, Wei Li, « Volume-Preserving LBM-MPM Coupling for Air-Water-Sand Mixtures », ACM Transactions on Graphics, vol. 45, n° 4, 2026. DOI : 10.1145/3811302