

# Simulation numérique directe d'un écoulement de Couette chargé en particules bi-disperse

Responsable(s) : Pascal Fede (pascal.fede@imft.fr)  
Jean-Luc Estivalèzes (jean-luc.estivalezes@onera.fr)  
Olivier Simonin (olivier.simonin@toulouse-inp.fr)

Lieu du stage : Groupe Fluides & Particules  
Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse  
Allée du Professeur Camille Soula, 31400 Toulouse, France

Durée / période : 5/6 mois

Candidature [CV, lettre de motivation, références] à envoyer à : Pascal FEDE ([pascal.fede@imft.fr](mailto:pascal.fede@imft.fr))

---

## Sujet

Les écoulements de fluides transportant des particules se trouvent dans de nombreuses applications industrielles (craquage du pétrole, broyage de minerais, ...) ou géophysiques (transport sédimentaire, coulée pyroclastique, affouillement des pieds d'éoliennes, ...). Même si de nombreuses avancées scientifiques ont été réalisées des questions restent ouvertes à l'échelle de la particule. En particulier comme la turbulence de sillage est créée et comment les particules interagissent avec elle. Pour répondre à ces questions, la simulation numérique directe (DNS) des équations de Navier-Stokes est un outil puissant qui depuis quelques années permet de calculer l'écoulement entre des particules en mouvement (on appelle ces simulations PR-DNS pour Particle Resolved DNS). Un modèle de collision (DEM pour Discrete Element Model) couplé à un modèle de lubrification de sous-maille permet de prendre en compte les interactions entre les particules. En collaboration avec le laboratoire MSME de l'Université Gustave Eiffel, l'IMFT utilise un code de calcul qui permet de faire ce type de simulation.

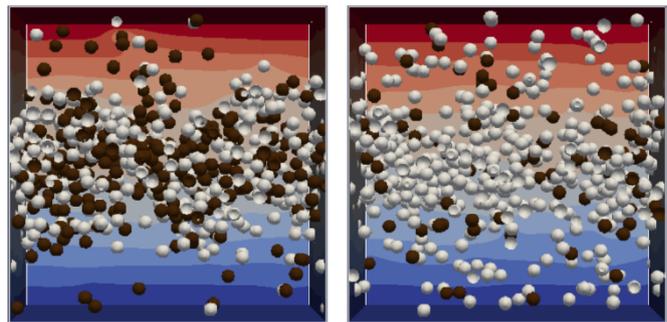


Figure 1 Simulation PR-DNS bi-disperse réalisée dans la thèse d'O. Scorsim

Lors de la thèse d'Oliver Scorsim des simulations PR-DNS d'un écoulement de Couette chargé en particules mono- et bi-disperse ont été réalisées. Dans ces simulations selon l'inertie et le taux de présence des particules (i.e. la concentration en particules) différents régimes d'écoulement ont été observés (voir Figure 1). Parfois les particules se retrouvent au milieu du domaine, parfois leur distribution spatiale est plus homogène. L'analyse de ces simulations a montré qu'il existait une force proportionnelle au gradient de concentration de particules qui pouvait entrer en jeu dans ces mécanismes de migration.

L'objectif du stage est de reprendre l'analyse commencée lors de la thèse d'O. Scorsim. Il s'agira donc de réaliser des simulations PR-DNS, avec l'outil développé par le MSME, complémentaires de celles réalisées dans la thèse précédente afin d'étendre la base de données. Ces simulations numériques serviront de support pour l'analyse des mécanismes de migration des particules. Ces simulations seront également utilisées afin d'analyser le mécanisme de création de turbulence de sillage afin de mieux comprendre comment les particules interagissent avec cette pseudo-turbulence. Si besoin des simulations avec un glissement moyen entre le fluide et les particules seront réalisées par l'ajout d'une force de volume comme la gravité.

## Références

Scorsim O., Particle-Resolved Simulation of Mono- and Bi-Disperse Fluid-Solid Couette Flows, PhD Université de Toulouse délivrée par l'institut National Polytechnique de Toulouse, 2021.

Scorsim O, Fede P, Simonin O and Vincent S (2016) Particle resolved simulation of a 3D periodic Couette dense fluid-particle flow. In 9th International Conference on Multiphase Flow, ICMF 2016, Firenze, Italia.

Özel A, de Motta JCB, Abbas M, Fede P, Masbernat O, Vincent S, Estivalèzes J-L and Simonin O (2017) Particle resolved direct numerical simulation of a liquid-solid fluidized bed: Comparison with experimental data. International Journal of Multiphase Flow 89, 228–240. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2016.10.013>.

Brändle de Motta JC, Breugem W-P, Gazanion B, Estivalèzes J-L, Vincent S and Climent E (2013) Numerical modelling of finite-size particle collisions in a viscous fluid. Physics of Fluids 25(8), -. <https://doi.org/10.1063/1.4817382>.