

Proposition de stage de M2

Simulation d'écoulements anisothermes fluide/particules

Contexte

La modélisation et la simulation des écoulements solide-gaz à haute température a un impact important sur le développement des technologies solaires à concentration du futur pour plusieurs raisons :

- Les lits fluidisés peuvent être mis en œuvre comme nouveau fluide de transfert dans les récepteurs des centrales solaires de 3ème génération (particules inertes, projet européen Next-CSP).
- Les systèmes solide-gaz offrent des perspectives nombreuses dans le domaine du stockage thermo-chimique (systèmes redox, hydroxydes ou carbonates).
- Les réactions gaz-solide sont majoritaires dans l'industrie minière, secteur prometteur pour le développement des applications de la chaleur solaire dans l'industrie (décarbonation, projet européen SOLPART).
- Les réactions gaz-solide sont présentes dans les procédés de gazéification de la biomasse ou de déchets, en introduisant le solide à traiter dans un lit fluidisé par de la vapeur d'eau (ou un mélange d'air et de vapeur d'eau). L'utilisation de la chaleur solaire est également envisagée dans ces secteurs pour la production de gaz de synthèse dit syngas.
- Le cracking du méthane ou du gaz naturel pour produire de l'hydrogène et des noirs de carbone peut se faire dans un réacteur solaire opérant à 1100°C environ. Le gaz naturel est décomposé sur des particules de graphite.

Objectif

Développement d'une méthode de simulation numérique directe fluide-particules utilisant la méthode Front-Tracking (FT) du logiciel TrioCFD et une approche Discrete Element Method (DEM).

Méthode

La méthode FT du logiciel TrioCFD est une méthode puissante pour la simulation des écoulements diphasiques. Elle utilise un maillage mobile de surface qui représente explicitement les interfaces. Elle permet donc de décrire précisément la géométrie des particules ainsi que les interactions entre le fluide et les particules. Récemment, cette méthode initialement développée pour les écoulements liquide/gaz a été adaptée pour les écoulements fluide/particules. Les interactions particules/particules sont modélisées par des lois de collision (DEM). Le caractère indéformable des particules est obtenu grâce à une pénalisation par la viscosité : une viscosité très importante est utilisée dans les mailles occupées par la phase solide (les particules). Dans les volumes de contrôle traversés par l'interface particules/fluide, on utilise une viscosité moyenne en fonction de la proportion occupée par la phase solide (taux de présence). Actuellement, ce taux de présence est calculé précisément sur les mailles du domaine et il est seulement interpolé aux autres endroits d'intérêt – notamment sur les bords des volumes de contrôle. Afin d'augmenter la précision des simulations et d'en diminuer le coût de calcul, la/le stagiaire devra implémenter le calcul précis du taux de présence aux différents endroits d'intérêt.

Mots-clés : Mécanique des fluides numériques, Méthode Numérique, Ecoulement diphasique gaz-particule, Simulation numérique directes

ENCADREMENT

Edouard BUTAYE - edouard.butaye@promes.cnrs.fr

Adrien TOUTANT - 04 68 68 27 09 - adrien.toutant@univ-perp.fr - HDR obtenu en 2013

Samuel MER – 04 68 68 22 25 – samuel.mer@univ-perp.fr