



Proposition de stage

Simulations d'écoulements anisothermes fluide - particules

Mots-clés

Mécanique des fluides numérique, Thermique, Ecoulement diphasique fluide - particules, Front-Tracking, Simulation Numérique Directe

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. En effet, depuis une dizaine d'années, le laboratoire PROMES travaille sur l'utilisation de lit fluidisé comme nouveau fluide de transfert dans les récepteurs des centrales solaires de 3^{ème} génération ([vidéo de présentation du projet NextCSP](#)). Les particules utilisées, de l'olivine, peuvent supporter des températures de l'ordre de $1000^{\circ}C$ et permettent donc une augmentation de la température en sortie de récepteur par rapport aux technologies actuelles. En conséquence, le bloc de puissance, convertissant la chaleur en électricité, peut utiliser des cycles à plus haut rendement. Le rendement global de la centrale s'en trouve sensiblement amélioré.

Dans ce procédé (dont le fonctionnement est synthétisé dans la vidéo suivante [🔗](#)), le lit fluidisé est chauffé en circulant dans des tubes irradiés par le flux solaire concentré. Il est établi dans la littérature que le mécanisme de chauffage prédominant consiste à chauffer des paquets de particules en proche paroi avant que l'agitation hydrodynamique ne les ramène au coeur de l'écoulement.

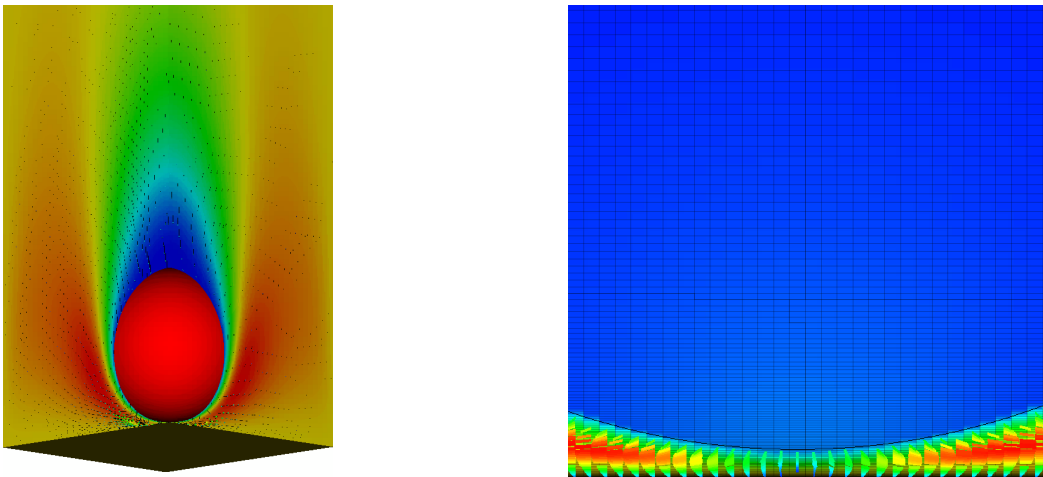


FIGURE 1 – Visualisation du champ de vitesse eulérien autour d'une particule lors d'une simulation visant à résoudre, en trois dimensions, la couche de lubrification entre la particule et la paroi.

Objectif

Dans ce stage, on se propose d'étudier finement le mécanisme de transfert à la paroi pour apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : (i) quelle est la part du flux thermique pariétal transmise au fluide ou à la paroi ? (ii) Comment la taille caractéristique de la zone de chauffe est impactée par l'hydrodynamique de l'écoulement ? Pour ce faire, on réalisera des simulations numériques résolues de lits fluidisés anisothermes avec la méthode développée par [Hamidi *et al* - IJMF - 2023] & [Butaye *et al* - C&F - 2023] dans le logiciel TrioCFD.

Méthode

TrioCFD permet l'étude des écoulement diphasique à l'aide d'un algorithme de suivi d'interface *Front-Tracking* (FT). Celui-ci 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. Ce maillage est superposé au maillage eulérien, fixe, sur lequel les équations de Navier-Stokes sont résolues. Récemment, cette méthode initialement développée pour les écoulements liquide - gaz a été adaptée pour les écoulements fluide - particules solides. 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 entre les particules et fluide, on utilise une viscosité moyenne en fonction de la proportion occupée par la phase solide (taux de présence). La méthode a été validée sur des cas de particule en sédimentation, de collision particule - paroi, particule - particule ainsi que sur un petit lit fluidisé isotherme. La prise en compte des transferts thermiques entre les phases a également été validée sur des cas monoparticule.

Plan de travail

Le plan de travail de la personne recrutée est le suivant :

- Etude bibliographique des mécanismes de transfert thermique en jeu dans un lit fluidisé et des modélisations associés
- Simulations de lit fluidisé anisotherme d'environ 2000 particules pour différente vitesse de fluidisation
- Analyse des mécanisme de transfert en jeu dans les simulations

Profil du/de la candidat.e : Niveau BAC+5 (Master ou Ingénieur.e). Le candidat/la candidate devra avoir une solide formation en mécanique des fluides et/ou en informatique. Un attrait pour le travail numérique est indispensable. Une habileté avec \LaTeX , Linux et un langage de programmation (C/C++, Python) sera appréciée.

Lieu de stage : Laboratoire PROMES – Site de Perpignan.

Début de stage : Février 2025.

Durée : 4 à 6 mois.

Candidature : Les lettres de candidature devront être accompagnées d'un CV et du relevé de note de master et adressées à l'ensemble des encadrants.

Encadrement

Alexandre LABAT - alexandre.labat@univ-perp.fr

Adrien TOUTANT - 04 68 68 27 09 - adrien.toutant@univ-perp.fr

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