

Dynamique de sédimentation de particules

De Souza¹, Zürner¹, Dejoan² & Monchaux¹

¹ Institut des Sciences de la Mécanique et Applications Industrielles (IMSIA),
ENSTA-ParisTech/CNRS/CEA/EDF/Institut Polytechnique de Paris, Palaiseau, France

² Unidad de Modelización y Simulación de Procesos, Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Madrid, Spain

david.de-souza@ensta-paris.fr

La dynamique de particules en écoulement turbulent présente des comportements riches. L'équation régissant le comportement d'une particule en écoulement turbulent étant complexe [1,2], les modèles existants utilisent souvent des simplifications fortes, et de nouvelles expériences sont nécessaires. L'étude de ces systèmes est également compliquée par les relations existants entre les paramètres les régissant. Sont habituellement utilisés : le nombre de Reynolds (intensité de la turbulence), le nombre de Stokes (inertie des particules), le nombre de Rouse, le nombre de Froude (effets de la gravité), le rapport de masse volumique entre les particules et le fluide ainsi que la concentration globale en particules. Nous nous intéressons plus particulièrement aux phénomènes de modification de la vitesse de sédimentation et de concentration préférentielle. Dans ses travaux, Aliseda suggère que ceux-ci sont liés, les clusters de particules agissant comme des méta-particules responsables de l'altération de vitesse [3]. Des expériences [4] et simulations [5] plus récentes font des observations compatibles avec cette hypothèse.

Nous étudions ainsi expérimentalement la chute de particules solide dans de l'eau dans un réservoir surmonté d'une colonne pour injecter les particules. Nous avons deux principaux objectifs. Tout d'abord, nous voulons évaluer plus précisément l'influence relative de chacun des paramètres sur la modification de la vitesse de sédimentation. Pour cela nous avons préparé des populations de particules contrôlées en densité ($\Gamma \in \{2.5; 4; 7.5; 15.6\}$) et en diamètre ($d = 20 - 200 \mu m$). Nous voulons également observer les interactions locales entre le fluide et les particules pour tenter de mettre en évidence les méta-particules suggérées par Aliseda de manière expérimentale. À cette fin, nous avons mis en place un système de double mesure : suivi de particules pour avoir les positions et vitesse des particules sédimentant, et vélocimétrie par imagerie de particules pour les champs de vitesses du fluide.

Nous présentons ici des premières mesures effectuées sur des particules sédimentant dans un fluide initialement au repos. Outre l'étude de la sédimentation sans turbulence amont, ces mesures nous serviront par la suite de référence pour une campagne de mesure avec turbulence, afin de tenter de différencier les effets dus à la turbulence des effets collectifs. En parallèle, des simulations numériques directes avec une réaction des particules sur le fluide (dites 2-WAY) sont menées afin de comparer résultats expérimentaux et numériques.

Références

1. R. GATIGNOL, The Faxén formulae for a rigid particle in an unsteady non uniform Stokes flow *J. Mécanique Théorique Appliquée*, **1**(2), 143-150 (1983).
2. M. R. MAXEY, J. J. RILEY, Equation of motion for a small rigid sphere in a non uniform flow *Phys. Fluids*, **26**(4), 883-889 (1983).
3. A. ALISEDA, *et al.*, Effect of preferential concentration on the settling velocity of heavy particles in homogeneous isotropic turbulence *J. Fluid Mech.*, **468**, 77-105 (2002).
4. P. D. HUCK, *et al.*, The role of collective effects on settling velocity enhancement for inertial particles in turbulence *J. Fluid Mech.*, **846**, 1059-1075 (2018).
5. R. MONCHAUX, A. DEJOAN, Settling velocity and preferential concentration of heavy particles under two-way coupling effects in homogeneous turbulence *Phys. Rev. Fluids*, **2**(10), (2017).