

Mise en suspension de particules immergées par injection d'air

Clément Picard, Valérie Vidal & Sylvain Joubaud

Laboratoire de Physique, Université de Lyon, École Normale Supérieure de Lyon - CNRS
46 Allée d'Italie, 69364 Lyon cedex 07, France
clement.picard@ens-lyon.fr

Les écoulements triphasiques (liquide-grains-gaz) interviennent dans de nombreux procédés industriels et phénomènes naturels. En effet la présence de gaz dans des sédiments océaniques se révèle importante, notamment sous l'effet de fortes contraintes où le gaz est relâché et peut provoquer des fissures [1,2]. Dans le contexte industriel (pétrochimie, alimentaire...), ce type d'écoulement est très intéressant pour les réactions chimiques nécessitant trois phases. Dans le cas des reacteurs catalytiques, en particulier, le but est d'optimiser l'écoulement afin d'augmenter l'aire de contact mais aussi le transfert de masse entre les phases gazeuse et liquide [3].

Contrairement aux écoulements diphasiques liquide-grains ou gaz-grains [4], le cas triphasique reste peu ou mal compris, dû à la complexité de la dynamique de passage du gaz à travers le milieu granulaire immergé [5]. En effet, d'un point de vue fondamental, l'écoulement fait intervenir non seulement les trois phases, mais aussi leurs interactions à différentes échelles spatiales et temporelles : interactions grains/grains, couplage hydrodynamique entre le fluide, le gaz et le mouvement des particules, etc. Dans le cas particulier où les grains sont légèrement plus denses que le liquide environnant, la compétition entre la mise en suspension et la sédimentation est importante. Cette étude se focalise sur cette problématique.

Nous étudions expérimentalement le comportement d'un lit granulaire immergé dans une cellule de Hele-Shaw, dans laquelle l'air est injecté à la base du lit granulaire, au centre. Tout d'abord, le gaz percole à travers les grains, puis, en arrivant à la surface du lit, il forme des bulles qui remontent dans le liquide en entraînant des particules. Les particules sont ensuite redéposées sur les côtés de la cellule, à la surface libre du milieu granulaire, et avalanchent dans le cratère ainsi formé. Elles sont ensuite à nouveau entraînées par l'injection continue d'air au centre. On crée ainsi une suspension "dynamique".

Dans un premier temps, on observe l'existence d'un état stationnaire, résultant de l'équilibre entre le transport des particules et leur sédimentation. On quantifie alors la taille d'une "zone morte", une partie du milieu granulaire non affectée par l'écoulement d'air. Une étude plus détaillée de l'influence des différents paramètres de l'expérience (débit d'air, densité des particules, taille de la cellule...), met en évidence que les bulles, et plus particulièrement leur taille caractéristique, sont le principal paramètre de contrôle de cet écoulement triphasique.

Références

1. Q. Kang, I. Tsimpanogiannis, D. Zhang, P. Lichtner, Numerical simulation of porescale phenomena during CO₂ sequestration in oceanic sediments, *Fuel Process. Technol.* **86**, 1647-1665 (2005).
2. I. Tsimpanogiannis, P. Lichtner, Pore-network study of methane hydrate dissociation, *Phys.Rev. E* **74**, 056303 (2006).
3. M. Dudukovic, F. Larachi, P. Mills, Multiphase catalytic reactors : A perspective on current knowledge and future trends, *Catal. Rev. Sci. Eng.*, **44**(1), 123-246 (2002).
4. F. Zoueshtiagh, A.Merlen, Effect of a vertically flowing water jet underneath a granular bed, *Phys.Rev. E* **75**, 056313 (2007).
5. C. Chevalier, A. Lindner, M. Leroux, Morphodynamics during air injection into a confined granular suspension, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* **158**, 63 (2009).