

Collision et rebond d'une sphère sur une surface texturée dans un fluide

T. Chastel¹, A. Mongruel¹ & P. Gondret²

¹ Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes (PMMH), UMR CNRS 7636 ; PSL - ESPCI, 10 rue Vauquelin, 75005 Paris, Sorbonne Université - UPMC, Univ. Paris 06 ; Sorbonne Paris Cité - UDD, Univ. Paris 07

² Laboratoire FAST, Univ. Paris-Sud, CNRS, Université Paris-Saclay F-91405, Orsay
gondret@fast.u-psud.fr

La collision de grains dans un fluide joue un rôle crucial sur la dynamique des écoulements multiphasiques. Lors de la collision d'une sphère immergée sur une paroi, le coefficient de restitution et le nombre de Stokes critique de rebond [1] présentent des variabilités non-négligeables en relation avec les aspérités des surfaces en présence [2]. Ceci a motivé des travaux analytiques et numériques prenant en compte la rugosité des surfaces [3], afin de mieux comprendre son influence sur le processus de collision. Nous présentons des résultats expérimentaux sur la dynamique de collision d'une sphère avec une surface texturée dans un fluide visqueux, et nous les interprétons à l'aide d'un modèle de contact non-linéaire prenant en compte la géométrie de la texture.

Une technique d'interférométrie laser à haute fréquence, dans laquelle la sphère joue le rôle de réflecteur, est utilisée pour la mesure des petits déplacements de la sphère avec une résolution spatiale d'environ $0.2 \mu m$ et une résolution temporelle de $0.01 ms$ [4] [5]. Les textures sont des réseaux de micro-piliers carrés dont nous avons fait varier la géométrie (hauteur e et fraction surfacique ϕ des piliers). La sphère, de taille millimétrique, tombe par gravité vers la paroi texturée, dans une huile silicone de viscosité $\eta = 1 Pa.s$. Différents rayons et masses volumiques de sphères ont été testés. Dans ces expériences, nous nous situons juste au-dessus de la transition de rebond, et nous détectons et caractérisons les micro-rebonds de la sphère. La résolution spatio-temporelle du dispositif interférométrique nous permet de mesurer non seulement le temps de contact τ de la sphère [6] mais aussi l'enfoncement maximal δ_{max} dans les piliers pendant le processus de collision.

Pour modéliser la dynamique de collision entre une sphère et la surface texturée, nous avons considéré une sphère rigide impactant des piliers déformables. Le modèle non-linéaire développé ici est proche de celui de Hertz établi dans le cas de l'enfoncement d'une sphère dans un plan déformable [6]. Cependant, les lois de puissance reliant δ_{max} et τ avec la vitesse d'impact V_i de la sphère sont différentes du cas sphère-plan et dépendent notamment des paramètres géométriques du réseau de piliers (ϕ , e). Bien que la dissipation visqueuse à travers le réseau de piliers ait été négligée dans un premier temps, un bon accord est observé entre le modèle et les résultats expérimentaux.

Références

1. P. Gondret, M. Lance, and L. Petit, *Bouncing motion of spherical particles in fluids*, Physics of Fluids **14**, 643–652 (2002).
2. G. G. Joseph, R. Zenit, M. L. Hunt, and A. M. Rosenwinkel, *Particle wall collisions in a viscous fluid*, J. Fluid Mech. pp. 329–346 (2001).
3. E. Izard, T. Bonometti, and L. Lacaze, *Modelling the dynamics of a sphere approaching and bouncing on a wall in a viscous fluid*, J. Fluid Mech. pp. 422–446 (2014).
4. A. Mongruel, C. Lamriben, S. Yahiaoui, and F. Feuillebois, *The approach of a sphere to a wall at finite Reynolds number*, J. Fluid Mech. pp. 229–238 (2010).
5. T. Chastel and A. Mongruel, *Squeeze flow between a sphere and a textured wall*, Phys. Fluids. **28**, 023301 (2016).
6. E. Falcon, C. Laroche, S. Fauve and C. Coste *Behavior of one inelastic ball bouncing repeatedly off the ground*. Eur. Phys. J. B **3**, 45–57 (1998).