

Pénétration d'un milieu granulaire dans un liquide

Guillaume Saingier, Alban Sauret & Pierre Jop

Surface du Verre et Interfaces, CNRS/Saint-Gobain, 33 quai Lucien Lefranc, 93303 Aubervilliers, France
pierre.jop@saint-gobain.com

La modélisation de l'entrée d'un milieu granulaire, initialement sec, dans un liquide est une d'une importance cruciale dans de nombreux domaines [1]. En géophysique, mieux cerner la différence entre l'entrée d'un bloc solide et l'entrée d'un milieu granulaire dense dans l'eau, permettrait de mieux décrire la formation de vagues de tsunami résultant, par exemple, d'un effondrement de falaise [2,3]. Dans l'industrie, les procédés de mélanges requièrent des quantités variables de grains et de liquide. Le liquide peut être injecté en faible quantité, il est alors limitant et la physique à prendre en compte est celle des milieux granulaires humides [4]. A l'inverse, le matériau granulaire peut être injecté dans un bain de liquide en excès afin de l'incorporer. Au cours de cette phase d'injection des grains, une grande quantité d'air est entraînée dans le liquide par la porosité du matériau [5] et engendre la formation de bulles au sein du mélange final.

Dans cette étude, nous considérons la situation d'un jet dense et confiné de grains pénétrant dans un réservoir de liquide. Expérimentalement, nous observons que, lors de la traversée de l'interface, le jet reste dense et compact. Il s'imprègne en présentant un front dynamique stationnaire délimitant les grains mouillés des grains encore secs et qui emportent donc de l'air dans le liquide. La dispersion des grains s'opère après que le liquide a complètement imprégné les grains. Nous nous focalisons sur cette phase d'imprégnation dynamique, essentielle à la compréhension du phénomène.

Cette première phase est modélisée par la pénétration d'un matériau poreux confiné dans un réservoir de liquide. Les résultats expérimentaux révèlent qu'après une phase d'imprégnation transitoire, un régime stationnaire s'établit, caractérisé par un front en forme de V dans le matériau poreux. Ces observations sont comparées à un modèle analytique et numérique que nous avons développé. Ce modèle met en évidence une transition entre deux régimes d'évolution du profil stationnaire avec la vitesse d'immersion, conduisant à deux lois d'échelles différentes et permettant de prendre en compte la compétition entre le déplacement du matériau et la pénétration du liquide dans le réseau poreux. L'effet de la mouillabilité des grains sur la dynamique d'imprégnation est également étudiée et impacte fortement la transition entre les régimes d'imprégnation. Grâce à cette configuration, nous pouvons décrire la phase de pénétration d'un jet granulaire dense dans un liquide dès lors que le jet reste dense à l'impact.

Références

1. S. HERMINGHAUS, Dynamics of wet granular matter, *Adv. Phys.* **54** 221-244 (2005).
2. H. M. FRITZ, W. H. HAGER, & H. E. MINOR, Landslide generated impulse waves, *Experiments in Fluids* **35**(6), 505-519 (2003).
3. S. VIROULET, A. SAURET, & O. KIMMOUN, Tsunami generated by a granular collapse down a rough inclined plane *Europhys. Lett.* **105**(3), 34004 (2014)
4. G. SAINGIER, A. SAURET, & P. JOP, Accretion Dynamics on Wet Granular Materials *Phys. Rev. Lett.* **118**(20), 208001 (2017)
5. A. NASTO, M. REGLI, P. T. BRUN, J. ALVARADO, C. CLANET, & A. E. HOSOI, Air entrainment in hairy surfaces *Phys. Rev. Fluids* **1**(3), 033905 (2016)