

Transition doigt/fracture lors de l'ascension d'air dans un milieu granulaire confiné et saturé

Vincent De Zotti & Valérie Vidal

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

L'invasion d'un fluide dans un milieu granulaire saturé par un autre fluide est un processus à la base de nombreux phénomènes naturels ou industriels, incluant l'émission d'hydrocarbures au fond des océans [?], les complexes hydrothermaux [?], la récupération du pétrole [?] ou la décontamination des sols [?]. La dynamique de ces systèmes triphasiques est complexe, a fortiori si le milieu granulaire est non-contraint, et donc déformable au passage du fluide injecté. Dans une certaine gamme de paramètres, des travaux précédents ont rapporté l'existence d'une transition entre le déplacement du fluide injecté dans le milieu saturé qui se comporte comme un fluide visqueux, et la fracturation de ce dernier qui présente alors un comportement de type solide [?, ?, ?]. Cette transition, observée dans des cellules de Hele-Shaw horizontales, a lieu lorsqu'on augmente le débit du fluide injecté ou la concentration de la suspension.

Nous avons mis en évidence l'existence d'une transition spontanée écoulement/fracture lorsqu'on injecte de l'air dans un milieu granulaire saturé en eau, confiné dans une cellule de Hele-Shaw verticale et non contraint en surface. En régime stationnaire, au centre d'une zone fluide décrite dans des travaux précédents [?, ?], on observe la remontée d'un doigt d'air, qui reste connecté au point d'injection en base de la cellule. À partir d'une certaine hauteur, le doigt ralentit et marque une phase d'arrêt, suivie par la fracture rapide de la couche de grains qui le sépare de la surface. Nous trouvons expérimentalement une dépendance linéaire de la hauteur du doigt à la transition en fonction du débit d'air injecté, qui peut être retrouvée par un modèle simple, sans paramètre ajustable.

Références

1. K. R. NEWMAN ET AL., Active methane venting observed at giant pockmarks along the U.S. mid-Atlantic shelf break, *Earth Planet. Sci. Lett.* **267**, 341-352 (2008).
2. H. SVENSEN, B. JAMTVEIT, S. PLANKE & L. CHEVALLIER, Structure and evolution of hydrothermal vent complexes in the Karoo basin, South Africa, *J. Geol. Soc.* **163**, 671-682 (2006).
3. L. W. LAKE, Enhanced oil recovery, *Society of Petroleum Engineers*, 550 pp. (2010).
4. J. W. PETERSON, M. J. DEBOER & K. L. LAKE, A laboratory simulation of toluene cleanup by air sparging of water-saturated sands, *J. Hazard. Mater.* **72**, 167-178 (2000).
5. E. LEMAIRE, P. LEVITZ, G. DACCORD & H. VAN DAMME, From viscous fingering to viscoelastic fracturing in colloidal fluids, *Phys. Rev. Lett.* **67**, 2009-2012 (1991).
6. C. CHEVALIER, A. LINDNER, M. LEROUX & E. CLÉMENT, Morphodynamics during air injection into a confined granular suspension, *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* **158**, 63-72 (2009).
7. R. HOLTZMAN & R. JUANES, Crossover from fingering to fracturing in deformable disordered media, *Phys. Rev. E* **82**, 046305 (2010).
8. S. MORA & M. MANNA, Saffman-Taylor instability of viscoelastic fluids : From viscous fingering to elastic fractures, *Phys. Rev. E* **81**, 026305 (2010).
9. G. VARAS, V. VIDAL & J.-C. GÉMINARD, Venting dynamics of an immersed granular layer, *Phys. Rev. E* **83**, 011302 (2011).
10. G. VARAS, J.-C. GÉMINARD & V. VIDAL, Air invasion in a granular layer immersed in a fluid : morphology and dynamics, *Gran. Matt.* **15**, 801-810 (2013).