
Drainage stabilisé par gravité dans des milieux poreux à désordre contrôlé

Khobaib Khobaib¹, Paula Reis, Marcel Moura¹, Renaud Toussaint*², Eirik Flekkøy¹,
and Knut Jørgen Måløy¹

¹PoreLab, The Njord Center, Physics Dept, University of Oslo – Norvège

²ITES – CNRS : UMR7063 – France

Résumé

Ce travail présente une étude expérimentale, numérique et théorique des processus de drainage lent dans les milieux poreux, en se concentrant sur les variations systématiques du désordre à l'échelle des pores. Ceci influence l'état de saturation dans la zone critique, durant les phases de drainage après les pluies, en fonction de l'hétérogénéité du milieu poreux, la taille des pores, et les éventuels gradients de forçage de grande échelle, gravitationnels ou liés au transport macroscopique. Nous examinons un système expérimental comprenant une monocouche de cylindres dans une géométrie quasi bidimensionnelle (2D), où le désordre du milieu est contrôlé par un paramètre de désordre caractérisant la taille de la variabilité des tailles de constriction en entrée de pore sur leur taille moyenne. En modifiant systématiquement ce paramètre, nous déplaçons aléatoirement les positions des cylindres et analysons les effets résultants sur le front d'invasion stabilisé par la gravité. Nos résultats montrent que l'augmentation a un impact significatif sur la largeur stable du front d'invasion, cette largeur étant une loi de puissance du paramètre de désordre selon un exposant $\beta = 0,57$, qui correspond étroitement à la valeur théorique prédite par la théorie de la percolation pour les systèmes 2D. En outre, nous établissons une relation réciproque entre le nombre de fluctuation sans dimension, caractérisant le rapport entre fluctuations des pressions capillaires et différences de pression dues aux effets gravitaires à l'échelle porale, et le paramètre de désordre géométrique. En outre, nous trouvons une corrélation entre la largeur du front d'invasion et la taille des amas de liquides mouillant piégés dans le système, et nous explorons comment le désordre des pores affecte la saturation en air laissée derrière le front d'invasion. Nos résultats expérimentaux et numériques présentent des valeurs d'exposant qui s'alignent sur les prédictions théoriques de mise à l'échelle. Cette étude permet de progresser dans la compréhension des écoulements multiphasiques dans les milieux poreux en abordant spécifiquement l'influence du désordre à l'échelle des pores sur la morphologie des fronts d'invasion. Ceci permet de comprendre expérimentalement, numériquement et théoriquement des effets d'importance pour la dynamique de mouillage et de séchage des sols.

Mots-Clés: drainage, biphasique, désordre, zone critique, front d'invasion, loi d'échelle

*Intervenant