

STRONG IMBIBITION IN PATTERNED MICROFLUIDICS

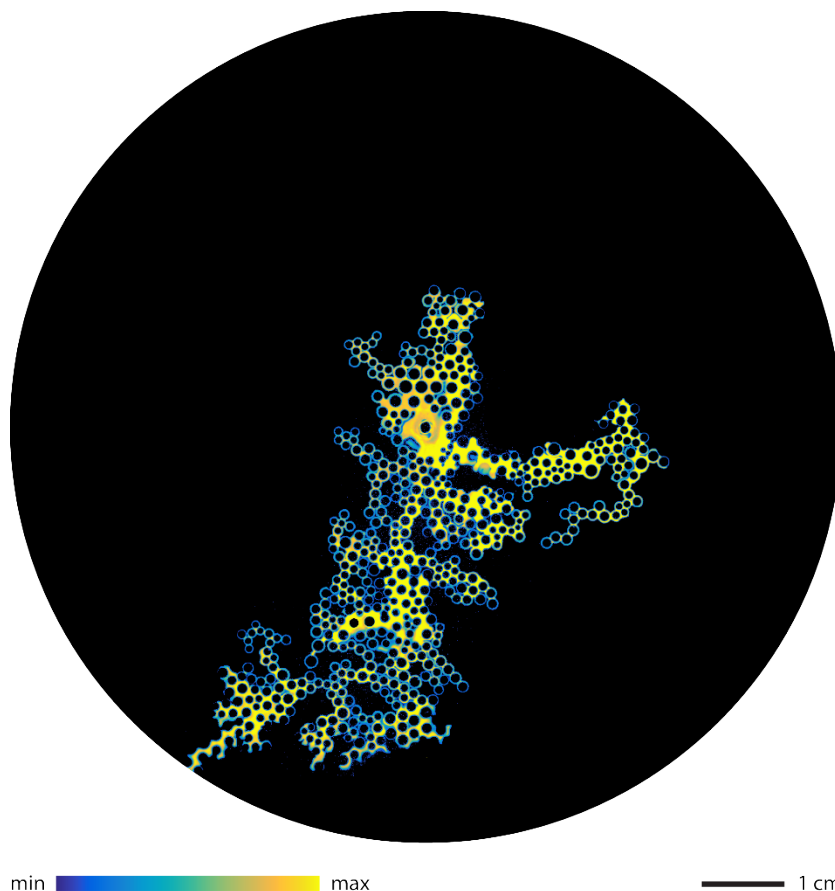
Benzhong Zhao¹, Chris MacMinn², and Ruben Juanes³

¹ McMaster University

² University of Oxford

³ Massachusetts Institute of Technology

Displacement of a viscous defending fluid ($\mu_{\text{def}} = 340$ mPa s) by a less viscous invading fluid ($\mu_{\text{inv}} = 0.99$ mPa s) in a radial micromodel with a diameter of 10 cm. It is patterned with cylindrical posts of height $100 \mu\text{m}$ and median diameter 1.1 mm. The invading fluid is strongly wetting to the micromodel ($\theta = 7^\circ$), and it advances by sequentially coating the perimeters of neighboring posts via corner flow at the low capillary number corresponding to this experiment ($\text{Ca} = 0.0058$). Post coating via corner flow is followed by filling of the pore bodies. Characteristics of the post coating process resemble invasion percolation: (1) There is no directionality—the chain of coated posts can wrap around itself. (2) Post coating occurs in bursts—clusters of closely spaced posts are rapidly coated, which is followed by quiescent periods. We record the displacement process with a scientific camera (Orca Flash 4.0, Hamamatsu) mounted directly above the center of the flow cell, while an LED light panel (Knema LLC) illuminates the cell from below. The invading fluid is seeded with a light-absorbing dye (Brilliant Blue G, Alfa Aesar), which allows us to probe the invading fluid saturation (illustrated by the colormap) across the micromodel gap via a calibration curve [1, 2, 3, 4].



Movimiento de un fluido viscoso desplazado ($\mu_{\text{def}} = 340$ mPa s) por la inyección de un fluido menos viscoso ($\mu_{\text{inv}} = 0,99$ mPa s) en un micromodelo radial con un diámetro de 10 cm. El micromodelo tiene un patrón de postes cilíndricos de $100 \mu\text{m}$ de altura y un diámetro medio de 1,1 mm. El fluido inyectado tiene una alta mojabilidad en el micromodelo ($\theta = 7^\circ$), y avanza recubriendo secuencialmente los perímetros de los postes vecinos debido al flujo a lo largo de las esquinas en este experimento realizado a una tasa de inyección correspondiente a un número capilar bajo ($\text{Ca} = 0,0058$). Al recubrimiento por flujo de esquinas, le sigue el llenado de los espacios porosos. Las características del proceso posterior al recubrimiento se parecen a un proceso de invasión por percolación: (1) No hay direccionalidad: la cadena de postes recubiertos puede rodearse a sí misma. (2) La etapa posterior al recubrimiento ocurre en ráfagas: cúmulos de postes cercanos se recubren rápidamente, seguido de períodos de inactividad. Grabamos el proceso de desplazamiento con una cámara científica (Orca Flash 4.0, Hamamatsu) montada directamente sobre el centro de la celda de flujo, mientras un panel con luces LED (Knema LLC) ilumina la celda desde abajo. El fluido inyectado está teñido con un pigmento miscible que absorbe la luz (Brilliant Blue G, Alfa Aesar), permitiendo de ese modo medir la saturación del fluido inyectado (ilustrado por la escala de colores) a lo largo del espacio del micromodelo, por medio de una curva de calibración [1, 2, 3, 4].

1. Zhao B. et al. (2016). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 113(37):10251.

2. Zhao B. et al. (2019). *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 116(28):13799.

3. Primkulov B.K. et al. (2021). *J. Fluid Mech.*, 923.

4. Primkulov B.K. et al. (2022). *Commun Phys*, 5(1).

Contact: Ruben Juanes <juanes@mit.edu>

© The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2023

E. F. Mélici and A. D. Otero (eds.), *Album of Porous Media*,

https://doi.org/10.1007/978-3-031-23800-0_40