

Transport de dispersions en milieu poreux modèles

Elliot SPEIRS^{a,b}, Nicolas PANNACCI^b, Marie-Caroline JULLIEN^a, Maxime MOREAUD^{c,d}

a. IPR - Institut de Physique de Rennes, 263 Avenue Général Leclerc, 35700 Rennes

b. IFP Energies nouvelles, 1-4 avenue de Bois-Préau, 92500 Rueil-Malmaison, France

c. IFP Energies nouvelles, Rond-point de l'échangeur de Solaize BP3, 69360 Solaize, France

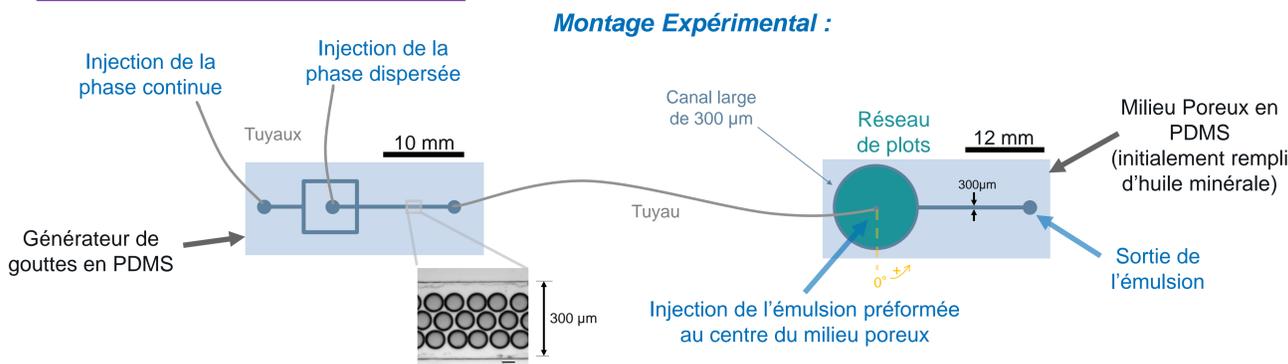
d. MINES ParisTech, PSL-Research University, CMM, 77305 Fontainebleau, France

Contexte & Objectifs

Lorsque des fluides circulent dans un milieu poreux, des dispersions peuvent se former selon les conditions d'écoulement. Ces phénomènes sont largement étudiés car ils touchent d'innombrables applications dans tous les domaines (énergie, environnement, etc.). Cependant, de multiples interrogations demeurent notamment sur l'effet du confinement et de la perméabilité du milieu poreux sur la formation, le transport et la stabilité des dispersions.

Nous étudions dans ces travaux l'influence de la géométrie microscopique sur le transport des dispersions à l'échelle macroscopique, notamment en matière des hétérogénéités de perméabilité des géométries, ainsi que son effet sur la stabilité de la dispersion. Nous abordons ces problématiques par une approche expérimentale avec des milieux poreux simplifiés : les micromodèles.

Système Expérimental



Système de fluides :

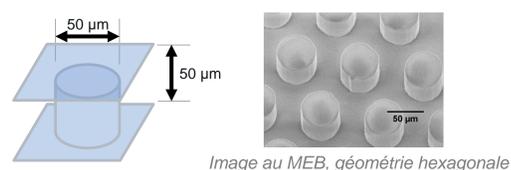
Etude émulsion eau-dans-huile :

Fluide	Phase Continue	Phase Dispersée
	Huile minérale + SPAN 80 (1wt% ≈ 60xCMC [1])	Eau distillée + bleu méthylène (1 g/L)
Débit	10 μL/min	8 μL/min
Masse Volumique	0,841 g/cm ³	1 g/cm ³
Tension Interfaciale		5,2 mN/m

$$\text{Nombre Capillaire, } Ca = \frac{\mu U}{\gamma} \approx 0.05$$

$$\text{Nombre Reynolds, } Re = \frac{\rho U L}{\mu} \approx 0.1$$

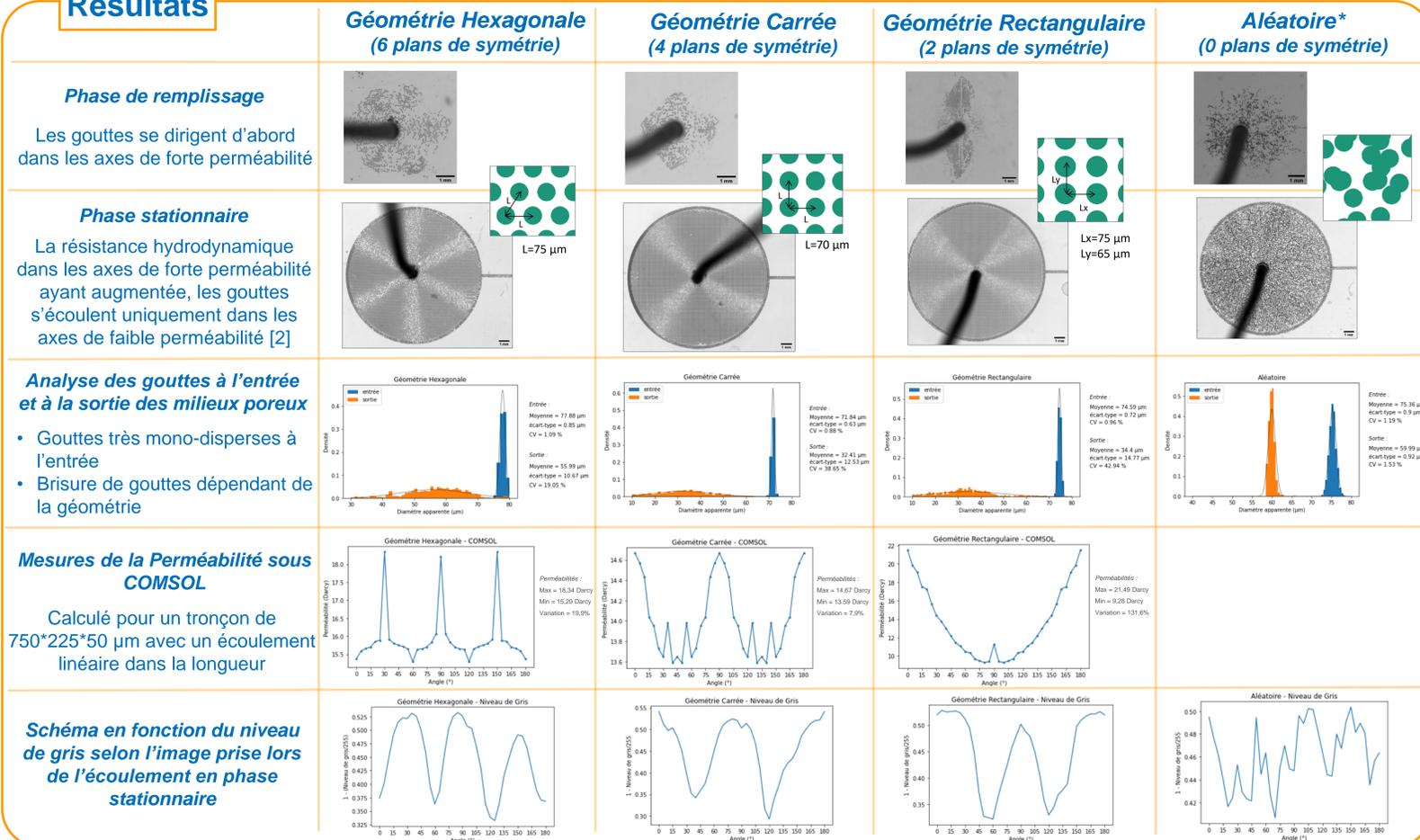
Milieux Poreux Modèles :



Milieux poreux modèles en polydiméthylsiloxane (PDMS), lithographie douce avec différents réseaux réguliers de plots cylindriques.

Symétrie	Porosité (%)	Espacement Minimal entre les plots
Hexagonale	59,7	25 μm
Carré	59,7	20 μm
Rectangulaire	59,7	15 μm
Aléatoire	63,7	0 μm

Résultats



Conclusion & Perspectives

Nous avons observé l'écoulement d'une émulsion eau-dans-huile au travers de milieux poreux radiaux consistant en des réseaux réguliers de plots circulaires et fabriqués en PDMS. Après une phase transitoire pendant laquelle l'émulsion s'écoule principalement dans les axes de forte perméabilité, cet écoulement devient stationnaire et les gouttes d'eau ne s'écoulent que dans les axes de faible perméabilité. L'orientation de ces axes dépend du réseau de plots qui influence également la taille des gouttes en sortie des milieux poreux. Par ailleurs, durant les écoulements stationnaires nous retrouvons à l'échelle macroscopique le même nombre de symétries que dans les géométries des plots à l'échelle microscopique.

Par la suite nous recherchons un descripteur géométrique pour faire le lien entre les propriétés de l'écoulement, l'organisation des plots, et la distribution de la taille des gouttes en sortie des milieux poreux. Nous cherchons également à coupler ces observations avec des simulations de type Lattice Boltzmann.

Références

[1] Eva Santini, Libero Liggieri, Linda Sacca, Daniele Clauss, Francesca Ravera, Interfacial rheology of Span 80 adsorbed layers at paraffin oil-water interface and correlation with the corresponding emulsion properties, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, Vol. 309, 2007, 270-279.
 [2] Ma, Kun; Lontas, Rachel; Conn, Charles A.; Hirasaki, George J.; Biswal, Sibani Lisa (2012) Visualization of improved sweep with foam in heterogeneous porous media using microfluidics. In : *Soft Matter*, vol. 8, n° 41, p. 10669.
 [3] Jeulin D., *Morphological Models of Random Structures*. Springer International Publishing, *Interdisciplinary Applied Mathematics* Vol. 53, 2021.

* Généré à partir d'un schéma Booléen [3] de cylindre, chevauchements possibles, et porosité contrôlée (similaire aux autres symétries).