

C. Ybert et O. Vincent
Institut Lumière Matière
Campus LyonTech – La Doua, Bât. Brillouin
6, rue Ada Byron – 69622 Villeurbanne Cedex
Tél. : 04 72 44 82 53 / 80 70
christophe.ybert@univ-lyon1.fr,
olivier.vincent@univ-lyon1.fr

A.-L. Vayssade et E. Couttenier
Saint-Gobain Research Paris
39 Quai Lucien Lefranc, B.P. 135
93303 Aubervilliers Cedex
Tél. : 01 48 39 57 47 / 50 14
Anne-Laure.Vayssade@saint-gobain.com,
elodie.couttenier@saint-gobain.com

Stage à l'Institut Lumière Matière en collaboration avec Saint-Gobain Research Paris

*Développement d'outils microfluidiques pour l'étude du transport de la
vapeur dans des membranes hygro-régulantes*

Descriptif de la mission

Le contrôle et la caractérisation des flux de vapeur d'eau dans des matériaux complexes est un enjeu majeur dans différents domaines technologiques (isolation des bâtiments, séparation chimique, textiles respirants, alimentation, etc.), qui pose des questions fondamentales sur le couplage entre transport, adsorption, mécanique de la structure etc. Ces couplages complexes entraînent des réponses fortement non-linéaires, par exemple du flux de vapeur en fonction de l'état d'hydratation ou du gradient d'humidité, qu'il est difficile de caractériser et de prendre en compte en l'état actuel des outils d'analyse. Dans ce contexte, le développement de la microfluidique ouvre des perspectives originales liées à la réduction des échelles spatiales et temporelles du système : il devient possible d'accéder à des flux très faibles sur des temps courts.

L'objectif du stage est ainsi de développer une approche expérimentale originale de mesure de flux de vapeur dans des membranes, fondée sur des micro-systèmes fluidiques couplés à une solution osmotique. Une étude préliminaire réalisée en 2020 a permis de valider le principe de la mesure et d'identifier et contourner certaines difficultés techniques. Le stage proposé ici vise à développer un système fonctionnel pour établir quantitativement les performances et possibilités de cette nouvelle méthode microfluidique, et à utiliser les systèmes fabriqués pour caractériser de manière précise des membranes développées par la société Saint-Gobain.

Le stage consistera en une phase d'élaboration-réalisation de la cellule expérimentale, et de son couplage avec une enceinte à environnement contrôlé (température et humidité). Cette première phase mettra en jeu des techniques de micro-fabrication en salle blanche ainsi que des aspects de thermodynamique et de transition de phase pour le contrôle environnemental. La seconde phase consistera à étudier le transport de vapeur entre l'enceinte et le micro-système et la mesure des flux associés. Cette mesure mettra notamment en œuvre des phénomènes d'évaporation-condensation en systèmes confinés, qui seront étudiés à l'aide de techniques d'imagerie optique. La description fine des phénomènes observés pour un accès quantitatif au flux de vapeur, et une optimisation pour un accès aux flux minimes traversant des membranes mettront en jeu différents domaines liés au transport et aux transitions de phase en milieux confinés [1-5]. Ces problèmes comprennent notamment les processus de diffusion-convection en milieu confiné, des phénomènes capillaires (ancrage de ligne de contact, pression de Laplace etc.), les propriétés d'évaporation-condensation de l'eau, et différents effets liés à la présence de soluté (transitions de phase de cristallisation/déliquescence, phénomènes colligatifs, etc.).

Le stage se déroulera à l'Institut Lumière Matière dans l'équipe Liquides et Interfaces, dans le cadre d'un partenariat industriel avec l'entreprise Saint-Gobain.

Profil recherché

Stagiaire de Master M2 ou de 3^{ème} année d'école d'ingénieur, ayant des connaissances en physique, particulièrement hydrodynamique, transport diffusif, thermodynamique avec un goût prononcé pour l'expérimentation.

Durée souhaitée

4-6 mois, 1^{er} semestre 2022 (à partir de janvier-mars 2022).

Références

- [1] Vincent, O., Szenicer, A. & Stroock, A. D. Capillarity-driven flows at the continuum limit. *Soft Matter* 12, 6656–6661 (2016).
- [2] Vincent, O., Zhang, J., Choi, E., Zhu, S. & Stroock, A. D. How Solutes Modify the Thermodynamics and Dynamics of Filling and Emptying in Extreme Ink-Bottle Pores. *Langmuir* 35, 2934–2947 (2019).
- [3] Selva, B., Daubersies, L. & Salmon, J.-B. Solutal Convection in Confined Geometries: Enhancement of Colloidal Transport. *Physical Review Letters* 108, 198303 (2012).
- [4] Lee C, Cottin-Bizonne C, Biance A-L, Joseph P, Bocquet L, Ybert C. Osmotic Flow through Fully Permeable Nanochannels. *Phys Rev Lett* 112: 244501 (2014).
- [5] Abecassis B, Cottin-Bizonne C, Ybert C, Ajdari A, Bocquet L. Boosting migration of large particles by solute contrasts. *Nat Mater* 7: 785–789 (2008).

A PROPOS DE SAINT-GOBAIN

Saint-Gobain conçoit, produit et distribue des matériaux et des solutions au service des marchés de la construction, de la mobilité, de la santé et autres applications industrielles. Développés dans une dynamique d'innovation permanente, ils se trouvent partout dans notre habitat et notre vie quotidienne, apportant confort, performance et sécurité, tout en relevant les défis de la construction durable, de la gestion efficace des ressources et de la lutte contre le changement climatique. Cette stratégie de développement responsable est guidée par la raison d'être de Saint-Gobain « MAKING THE WORLD A BETTER HOME », qui répond à l'ambition partagée de l'ensemble des collaborateurs du Groupe d'agir chaque jour pour faire du monde une maison commune plus belle et plus durable : www.saint-gobain.com 38,1 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2020. Plus de 167 000 collaborateurs, présents dans 70 pays.

Engagé à atteindre la Neutralité Carbone à 2050

Saint-Gobain Research Paris, est l'un des 8 grands centres de recherche de Saint-Gobain : www.sgr-paris.saint-gobain.com