

Laboratoire Colloïdes et Matériaux Divisés

Thèse :

*Déplacement de liquides par osmose étudié en microfluidique :
application à la récupération du pétrole*

L'existence d'un contraste de concentration en solutés entre des compartiments séparés par une membrane perméable et sélective, empêchant le passage de certaines molécules en solution, induit un transport du solvant afin d'équilibrer son potentiel chimique. Ce phénomène se rencontre dans la nature, il est par exemple impliqué dans le déplacement du sucre dans les plantes [1], ou bien dans des applications industriels comme le dessalement, l'ultrafiltration ou bien la conversion énergétique [2]. Si la membrane est constituée d'un fluide immiscible, mais pour lequel la solubilité du premier liquide est généralement non nulle, alors le flux du solvant entraîne une réorganisation de la distribution spatiale des différentes phases.

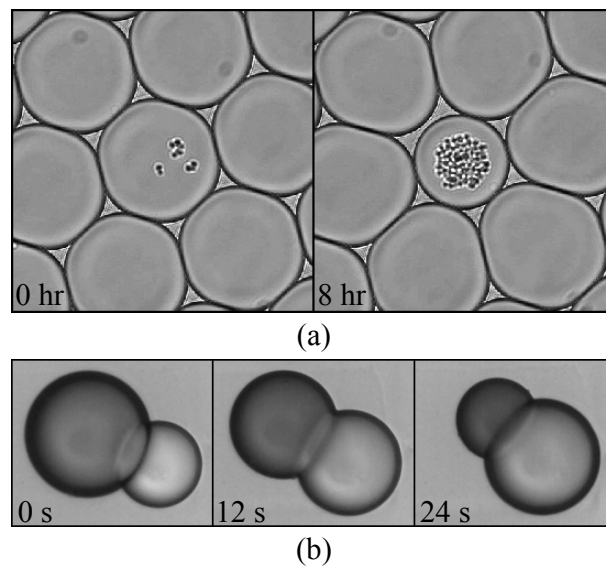


FIGURE 1 – (a) Croissance de levures dans une goutte d'eau entraînant un transfert d'eau vers les gouttes voisines. La taille des gouttes est initialement de $50 \mu\text{m}$. (b) Transport d'eau entre deux gouttes adhésives de concentrations en sel différentes.

Nous avons récemment tiré partie de ce phénomène pour étudier le métabolisme de levures compartimentées dans des gouttes. En effet, la transformation du glucose par les microorganismes entraîne un transport d'eau vers des gouttes ne contenant pas de cellules et donc une modification du volume des gouttes liée au développement des cellules (Fig. 1 (a)) [3]. Nous avons aussi exploité ce phénomène pour quantifier la perméabilité de

bicouches phospholipidiques séparant des gouttes d'eau adhésives de différentes salinités (Fig. 1 (b)) [4]. Un agencement ingénieux de plusieurs gouttes de compositions différentes peut induire un mouvement macroscopique [5], à l'instar du mouvement de plantes pour lesquelles les parois des compartiments sont déformables [6].

Le projet de thèse se place dans un contexte industriel concernant la récupération assistée du pétrole. Il a été observé que l'injection d'eau peu salée pouvait conduire à une augmentation de la production de puits de pétrole. Le mécanisme sous-jacent est toujours débattu mais une des hypothèses implique un déplacement d'huile, par osmose, hors des pores de la roche ou du milieu sableux dans lequel sont piégées de l'huile et de l'eau très salée. L'objectif de la thèse est d'étudier ce phénomène de mûrissement dans des poreux modèles à l'aide de l'outil microfluidique. Cela implique également de corrélérer le déplacement macroscopique des liquides avec les propriétés interfaciales, notamment en jouant sur les conditions de mouillage des phases liquides sur les parois solides. L'extension de ce travail vers un actuateur osmotique est également envisagé.

Ce projet est réalisé en partenariat avec la société Total dans le cadre d'une convention CIFRE. Nous sommes à la recherche d'un candidat motivé pour mener à bien ce projet à l'interface entre la recherche appliquée et la recherche fondamentale. Le candidat doit posséder un Master 2 recherche en physique ou bien en physicochimie possédant des connaissances en mécanique des fluides et physicochimie des systèmes dispersés.

Contact :

Envoyer une lettre de motivation et un CV à Nicolas Bremond (nicolas.bremond@espci.fr).
Pour plus de renseignements : 01 40 79 52 34.

Références

- [1] Jensen, K. H., Lee, J., Bohr, T., Bruus, H., Holbrook, N. M., and Zwieniecki, M. A. Optimality of the munch mechanism for translocation of sugars in plants. *J. R. Soc. Interface* **8**(61), 1155–1165, August (2011).
- [2] Cath, T. Y., Childress, A. E., and Elimelech, M. Forward osmosis : Principles, applications, and recent developments. *J. Membr. Sci.* **281**(1-2), 70–87, September (2006).
- [3] Boitard, L., Cottinet, D., Kleinschmitt, C., Bremond, N., Baudry, J., Yvert, G., and Bibette, J. Monitoring single-cell bioenergetics via the coarsening of emulsion droplets. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **109**(19), 7181–7186 (2012).
- [4] Thiam, A. R., Bremond, N., and Bibette, J. From stability to permeability of adhesive emulsion bilayers. *Langmuir* **28**(15), 6291–6298, March (2012).
- [5] Villar, G., Graham, A. D., and Bayley, H. A tissue-like printed material. *Science* **340**(6128), 48–52, April (2013).
- [6] Dumais, J. and Forterre, Y. "vegetable dynamicks" : The role of water in plant movements. *Annu. Rev. Fluid Mech.* **44**, 453–478 (2012).