

Actionneurs microfluidiques à base d'hydrogels thermo-stimulables

L'idée générale du projet est d'exploiter le potentiel des actionneurs microfluidiques à base d'hydrogels thermo-stimulables. Nous avons montré qu'un gel de polymère stimuable intégré dans un canal microfluidique peut avoir une fonction de vanne qui ouvre/ferme le microcanal ou une fonction de piège réversible contrôlable par la température.

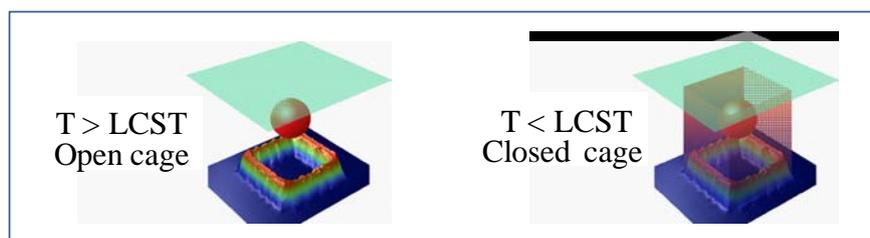
Ainsi, des micro-patterns d'hydrogels thermo-stimulables (par exemple à base de PNIPAM) de chimie bien contrôlée sont intégrés dans les microsystèmes fermés. Les gels patternés sont des réseaux chimiques de polymères greffés par liaison covalente sur la paroi de façon à assurer leur stabilité et durabilité. Les propriétés stimulables sont remarquables. Sous l'effet de la température, les films d'hydrogels gonflent et dégonflent en absorbant ou expulsant l'eau. L'effet est rapide (inférieur à la seconde), la transition abrupte (quelques degrés autour de la température de transition) et l'amplitude de déformation peut être très grande (gonflement de 400% et plus).

Nous avons montré qu'il est possible *d'activer les hydrogels pour fermer/ouvrir des micro-compartiments*, micro-cages de haute densité pour réaliser diverses opérations biologiques (encapsulation de cellules uniques, amplification isotherme d'ADN...). Ces actionneurs hydrogels constituent un véritable levier technologique pour la microfluidique, en termes de miniaturisation et de variété de fonctionnalités, et ce à moindre coût.

L'objectif est de développer une variété *d'hydrogels greffés thermo-stimulables à propriétés LCST/UCST* (Lower/Upper Critical Solution Temperature) avec des températures de transition ajustables pour optimiser l'adaptation des actionneurs hydrogels aux applications biologiques.

Le travail du stagiaire consiste à :

- synthétiser les polymères LCST/UCST fonctionnalisés par polymérisation radicalaire
- optimiser les procédés de dépôt pour l'élaboration de patterns d'hydrogels
- caractériser les propriétés de gonflement et stimulables avec la température
- intégrer les patterns d'hydrogels dans les microsystèmes



Le stage sera effectué au laboratoire de Sciences et Ingénierie de la Matière Molle (SIMM) de l'ESPCI en collaboration avec le laboratoire Microfluidique, MEMS et Nanostructures (MMN) et une start-up à l'Institut Pierre-Gilles de Gennes (IPGG).

Ce stage pourra être poursuivi en thèse.

Responsables : Yvette Tran, Hubert Geisler, Patrick Tabeling

Contact : yvette.tran@espci.fr

Techniques utilisées : Polymérisation radicalaire ; Spectroscopie RMN ¹H ; Chromatographie GPC ; Spin-coating ; Ellipsométrie ; Microfabrication ; Photolithographie ; Microscopie à fluorescence

Références

Beebe, D. J.; Moore, J. S.; Bauer, J. M.; Yu, Q.; Liu, R. H.; Devadoss, C.; Jo, B. H. Functional hydrogel structures for autonomous flow control inside microfluidic channels. *Nature* **2000**, 404, 588-90.

Li, M.; Bresson, B.; Fretigny, C.; Cousin, F.; Tran, Y. Submicrometric films of surface-attached polymer networks: temperature-responsive properties. *Langmuir*, **2015**, 31, 11516-11524.

Chollet, B.; D'Eramo, L.; Martwong, E.; Li, M.; Macron J.; Mai, T. Q.; Tabeling, P.; Tran, Y. Tailoring patterns of surface-attached multiresponsive polymer networks. *ACS Appl. Mat. Interfaces*, **2016**, 8, 24870-24879.

D'Eramo, L.; Chollet, B.; Leman, M.; Martwong, E.; Li, M.; Geisler, H.; Dupire, J.; Kerdraon, M.; Vergne, C.; Monti, F.; Tran, Y.; Patrick, T. Microfluidic actuators based on temperature-responsive hydrogels. *Nature Micro Nano* **2017**.

Qualités du candidat requises : goût pour les projets multidisciplinaires et collaboratifs, compétences requises en physico-chimie des polymères

Rémunération éventuelle du stage : oui

Possibilité de poursuivre en thèse ? oui