

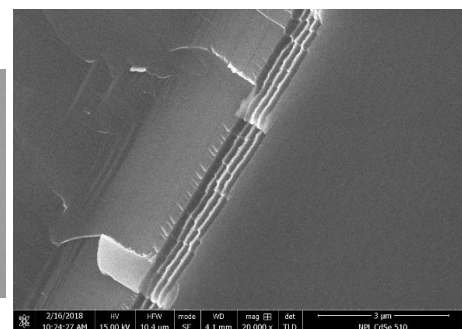
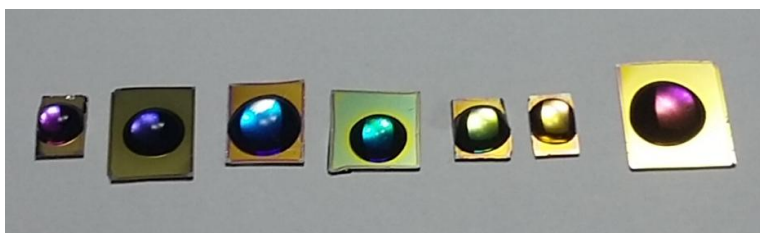
Stage de recherche au laboratoire SIMM – ESPCI Paris

Films d'hydrogels stimulables pour une optique modulable

Les films minces d'hydrogels stimulables de chimie contrôlée et dont l'épaisseur peut varier du nanomètre à plusieurs micromètres ont des propriétés fonctionnelles 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). Ces couches d'hydrogels présentent aussi l'avantage d'une architecture façonnable : réseaux en multicouches, réseaux interpénétrés, réseaux hybrides.

Ces films d'hydrogels thermo-activables sont d'excellents candidats pour le développement de nouveaux capteurs et actionneurs optiques. Nous avons réalisé un démonstrateur de capteur optique avec un film d'hydrogel de PNIPAM (dont la température de transition de phase est autour de 32°C) greffé sur un substrat solide couvert sous une couche d'or. La goutte d'eau déposée est incolore à 40°C (le film d'hydrogel est dégonflé) et apparaît colorée à 25°C (l'hydrogel est gonflé). La couleur (violet, bleu, vert jaune ou rose) en accord avec l'échelle des teintes de Newton, dépend de l'épaisseur du film d'hydrogel thermo-stimulable.

Nous innovons avec la réalisation de miroirs diélectriques de Bragg à forte modulation spectroscopique. Les miroirs de Bragg sont obtenus en ajustant finement l'architecture de multicouches alternées d'hydrogels stimulables et de couches inorganiques (or métallique ou oxydeTiO₂). De part et d'autre de la température de transition, le revêtement est transparent (sur toute la gamme spectroscopique) et réfléchissant (dans une gamme ciblée comme le visible ou l'infrarouge thermique par exemple). Ces miroirs de Bragg modulables inédits ont un fort potentiel d'applications dans le domaine du vitrage isolant thermique pour l'habitat ou les serres agricoles. De manière générale, ce projet peut avoir un réel impact scientifique dans le domaine des couches minces de polymère pour l'optique.



L'objectif du stage est de développer les miroirs de Bragg activables et d'étudier les paramètres qui pilotent la qualité du miroir (porosité, homogénéité, stabilité, épaisseur et gonflement des couches...).

Le travail du stagiaire consiste à :

- synthétiser les polymères thermo-stimulables
- synthétiser les solutions colloïdales d'or
- synthétiser les gels inorganiques de TiO₂
- réaliser les dépôts de multicouches alternées hydrogels stimulables/couches inorganiques
- caractériser les propriétés optiques réflexion/transmission par spectrométrie UV-visible-IR

Encadrement : Guillaume Votte, Christian Fretigny, Yvette Tran

Contact : guillaume.votte@espci.fr, yvette.tran@espci.fr

Lieu du stage : Laboratoire Sciences et Ingénierie de la Matière Molle (SIMM). ESPCI Paris.
10, rue Vauquelin. 75005 Paris

Techniques utilisées : Synthèses de polymères ; Synthèses inorganiques ; Spin-coating ; Microscopie à Force Atomique ; Microscopie Electronique à Balayage ; Spectrométries de réflexion et d'absorption UV-visible

Références

Wang, T.; Cohen, R.; Rubner, M. *Adv. Mater.*, **2002**, *14*, 1534-1537.

Lova, P.; Manfredi, G.; Boarino, L.; Comite, A.; Laus, M.; Patrini, M.; Marabelli, F.; Soci, C.; Comoretto, D. Polymer distributed Bragg reflectors for vapor sensing. *ACS Photonics* **2015**, *2*, 537-543.

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.; Li, M.; Martwong, E.; Bresson, B.; Fretigny, C.; Tabeling, P.; Tran, Y. Multiscale surface-attached hydrogel thin films with tailored architecture. *ACS Appl. Mat. Interfaces*, **2016**, *8*, 11729-11738.

D'Eramo, L.; Chollet, B.; Leman, M.; Martwong, E.; Li, M.; Geisler, H.; Dupire, J.; Kerdraon, M.; Vergne, C.; Monti, F.; Tran, Y.; Tabeling, P. Microfluidic actuators based on temperature-responsive hydrogels *Nature Micro. Nano.* **2018**, *4*, 17069.

Qualités du candidat requises : goût pour l'expérience, synthèse inorganique, physico-chimie des polymères