

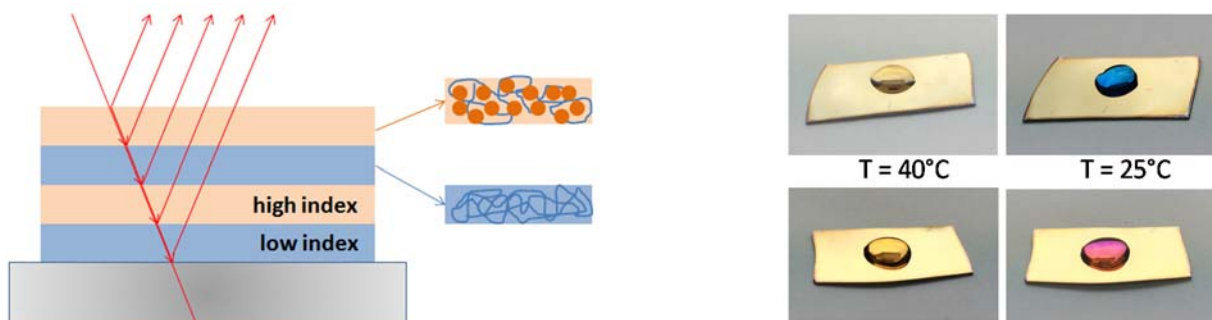
## Miroirs de Bragg à base d'hydrogels stimulables

Nous nous intéressons aux propriétés fonctionnelles de films minces d'hydrogels de chimie bien contrôlée et dont l'épaisseur peut varier du nanomètre aux micromètres. Ils sont formés de réseaux chimiques de polymères greffés sur substrat solide, ce qui assure la stabilité et la durabilité de tels revêtements.

Ces films ont des propriétés remarquables. Sous l'effet d'un stimulus (ici 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 également possible de varier à façon l'architecture interne des films d'hydrogels : multicouches, réseaux interpénétrés, réseaux hybrides, patterns...

Nous proposons d'exploiter les propriétés optiques de ces films d'hydrogels activables à architecture multiple, et notamment pour développer des **miroirs de Bragg à forte modulation spectroscopique**. Ces miroirs de Bragg sont constitués de multicouches périodiques alternées de gel inorganique à fort indice de réfraction (oxyde de titane) et de réseaux de polymères thermo-stimulables (par exemple le pNIPAM) avec une chimie bien contrôlée. La plage de longueur d'onde de réflexion totale est déterminée par l'épaisseur des couches et le décalage spectroscopique est obtenu avec l'amplitude de déformation de la couche stimulable. De part et d'autre de la température de transition, le revêtement est transparent (sur toute la gamme spectroscopique) et réfléchissant (par exemple en infrarouge). 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. Ils sont transparents à la lumière diurne et sont réfléchissants pour l'infrarouge nocturne, ce qui permet de conserver la chaleur dans les climats froids. Inversement, ils peuvent être réfléchissants pour l'infrarouge diurne afin de réduire le transfert de chaleur pour les climats chauds.

Un exemple d'application optique est donné ci-dessous avec une bicouche pNIPAM/or (film de pNIPAM greffé sur un substrat solide sous une couche d'or). La goutte d'eau déposée apparaît incolore à 40°C (au-dessus de la LCST, le film de pNIPAM est dégonflé). La goutte d'eau apparaît bleue ou rose à 25°C (en-dessous de la LCST, le film de pNIPAM est gonflé). La couleur correspondant aux teintes de Newton dépend de l'épaisseur de la couche de pNIPAM thermo-stimulable.



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 gels inorganiques de TiO<sub>2</sub>
- fabriquer les multicouches alternées stimulables/TiO<sub>2</sub>
- étudier leurs propriétés optiques par spectrométrie UV-visible-IR

Une discussion est en cours pour un financement par Saint-Gobain Recherche.

**Responsables** : Yvette Tran, Christian Fretigny, Nicolas Lequeux

**Contact** : [yvette.tran@espci.fr](mailto:yvette.tran@espci.fr)

**Techniques utilisées** : Procédé sol-gel ; Polymérisation radicalaire ; Ellipsométrie ; Microscopie à Force Atomique ; Microscopie électronique à balayage ; Diffusion de la lumière ; Spectrométrie d'absorption UV-visible ; Spectroscopie Infrarouge

### Références

Tokarev, I.; Minko, S. *Soft Matter*, **2009**, *5*, 511-524.

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

Li, M.; Bresson, B.; Fretigny, C.; Cousin, F.; Tran, Y. *Langmuir*, **2015**, *31*, 11516-11524.

Chollet, B.; Li, M.; Martwong, E.; Bresson, B.; Fretigny, C.; Tabeling, P.; Tran, Y. *ACS Appl. Mat. Interfaces*, **2016**, *8*, 11729-11738.

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

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

**Rémunération éventuelle du stage** : oui

**Possibilité de poursuivre en thèse ?** oui