Conception d'une surface dite « intelligente » pour l'auto-construction spontanée de nanofilms de polymères

DIRECTEUR DE THESE : DR FOUZIA BOULMEDAIS
INSTITUT CHARLES SADRON 23 RUE DU LOESS, 67034 STRASBOURG CEDEX 2
TEL : 03 88 41 41 60 ; E-MAIL : FOUZIA.BOULMEDAIS@ICS-CNRS.UNISTRA.FR

A l'exception des monocouches auto-assemblées (SAMs), les structures auto-organisées obtenues en mélangeant des espèces en interaction sont principalement générées en solution. Obtenir des auto-assemblages qui se déroulent exclusivement sur des surfaces et qui conduisent à des films de dimensions nanométriques représente un véritable challenge. La principale difficultée rencontrée est l'interaction spontanée et rapide entre les entitées constituantes en solution. Récemment, nous sommes parvenus à auto-construire des nanofilms en appliquant un potentiel électrique. La croissance du film, totalement contrôlée par le potentiel électrique, a été déclenchée par la génération d'ions au niveau du substrat [1]. Cette nouvelle approche est inspirée du developpement morphogénique de tissus biologiques (embryogénèse).

L'objectif du sujet de thèse proposé est d'accéder à un dégré de compléxité supérieure en concevant une surface dite « intelligente » capable de générer et contôler elle-même la construction de son propre revêtement (film), sans l'intervention de stimuli extérieurs, et ce, exclusivement en surface (Figure 1). Dans ce but, nous utiliserons une surface enzymatiquement active (pré-film), obtenu par construction d'un film de polyélectrolytes contenant des enzymes [2]. Ces enzymes doivent permettre de transformer un polymère neutre en polyanion. En présence de polymères polycationniques déjà présents dans le milieu, l'auto-construction du film s'amorcera uniquement à la surface du pré-film grâce à l'adsorption de complexes electrostatique de polycations et de polyanions nouvellement générés [3]. La diffusion de l'enzyme à travers le film assurera la continuité du processus.

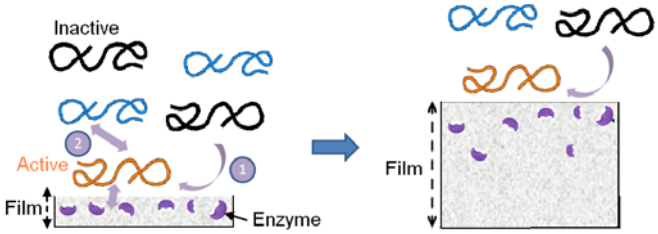

Figure 1 : Représentation schématique de l'auto-construction d'un film par activation enzymatique d'un polymère. La solution au contact du film contient des polycations (bleus) et des polymères neutres (noirs). Lors de son contact avec le film, le polymère neutre (forme inactive) est transformé en polyanion (rouge, forme active) et sera ainsi adsorbé à la surface du film (chargé positivement).

Le sujet pluridisciplinaire comportera de la synthèse et caractérisaton de polymère ainsi que des mesures physico-chimiques des films par microbalance à cristal de quartz (suivi *in situ* de l'évolution d'épaisseur) et par microscopie à force atomique (topographie des films). Des expériences seront aussi réalisées par microscopie confocale de fluorescence en utilisant des enzymes et des polymères marquées par un fluorophore. Ce sujet s'adresse à des étudiants ayant des bases solides en chimie/physico-chimie des polymères, des surfaces ou des matériaux. Un gout prononcé pour l'expérimentation et le travail en équipe est requis. Aucune connaissance n'est requise en biologie.

[1] Rydzek, G.; Jierry, L.; Parat, A.; Thomann, J.-S.; Voegel, J.-C.; Senger, B.; Hemmerlé, J.; Ponche, A.; Frisch, B.; Schaaf, P.; Boulmedais, F. Angew. Chem. Int. Ed., **50**, 4374 (2011)
[2] Mertz D., Vogt C., Hemmerle J., Mutterer J., Ball V.,. Voegel J. C, Schaaf P., Lavalle P., Nat. Mater., **8**, 731. (2009)
[3] Lefort, M.; Popa, G.; Seyrek, E.; Szamocki, R.; Felix, O.; Hemmerlé, J.; Vidal, L.; Voegel, J.-C.; Boulmedais, F.; Decher, G.; Schaaf, P., Angew. Chem. Int. Ed, **49**, 10110-10113 (2010)