

Sujet de Master 2

Rôle des propriétés mécaniques et de l'énergie interfaciale de films de polymères sur l'adhésion bactérienne

Description du projet

La colonisation de surfaces par des biofilms bactériens est un problème majeur dans de nombreux domaines d'activités comme la santé ou encore le secteur du nautisme. L'adhésion de bactéries, première étape dans la formation d'un biofilm, est un processus complexe qui dépend à la fois de la nature des bactéries et des propriétés physico-chimiques de la surface colonisée. Il existe deux stratégies pour empêcher toute contamination de surface par des microorganismes : une stratégie dite « bioactive » qui consiste à détruire les microorganismes par l'action de biocides et une stratégie dite « antiadhésive » qui consiste à limiter l'adhésion bactérienne. Actuellement, c'est cette dernière stratégie qui est principalement développée dans l'industrie de peintures antifouling en raison de son coût mais aussi pour des raisons écologiques puisque le relargage des biocides dans l'environnement impacte l'écosystème et contribue à augmenter l'anti-biorésistance. Parmi les revêtements antiadhésifs, on retrouve les revêtements dits « fouling release » (FRC), dotés d'une faible énergie libre de surface et d'une grande élasticité de sorte que les organismes marins peuvent être facilement éliminés par la force de cisaillement de l'eau.

La compréhension des mécanismes de l'adhésion visant à prévenir ou limiter le biofouling est primordiale pour développer des matériaux FRC. Parmi ces derniers, on peut citer la nature chimique des matériaux utilisés, l'énergie de surface, la topographie et ou encore les propriétés mécaniques. Si de nombreuses études se sont intéressées au lien entre l'adhésion bactérienne et les énergies de surface ou la topographie des revêtements, peu d'études se sont encore concentrées sur le rôle précis des propriétés mécaniques des surfaces. A ce jour, le modèle de Baier [1] fait référence dans la recherche de nouveaux matériaux aux propriétés antifouling. Il relie l'adhésion relative bactérienne à l'énergie interfaciale et montre que des surfaces présentant des énergies interfaciales comprises entre 15 et 30 mN/m, comme les silicones, sont les plus appropriées pour des revêtements FRC. Une proposition d'évolution de ce modèle a été proposée en 2010 par Brady et Singer [2] qui ont associé à l'énergie interfaciale le module d'Young des matériaux. Si ce dernier modèle met en évidence l'importance des propriétés mécaniques du revêtement sur l'adhésion, il reste incomplet et parfois non-vérifié pour certains biopolymères comme les polyhydroxyalcanoates (PHA) [3]. De plus, cette étude ne précise pas les conditions d'adhésion des organismes (mode statique ou dynamique, aspect cinétique) ou encore la nature des bactéries ou des organismes étudiés. L'objectif du projet est donc de compléter le modèle de Brady et Singer par une approche expérimentale permettant d'élargir le spectre d'organismes d'intérêts (bactérie à Gram+, bactérie à Gram-, microalgues), de vérifier la cohérence du modèle selon les conditions d'adhésion via une étude plus précise des cinétiques d'adhésion (adhésion en mode statique et/ou dynamique). Ce projet proposera une étude complète visant à l'élaboration de surfaces de différents polymères de références comme les silicones, les polymères fluorés, le polyéthylène ou le polystyrène mais aussi des polymères d'avenir, biocompatibles et biodégradables, comme les PHA. La caractérisation de leurs propriétés physico-chimiques se fera à l'aide d'appareil de mesures récents (AFM, ellipsométrie). Non seulement la résolution de ces appareils s'est nettement améliorée depuis l'étude de Baier au milieu des années 70 mais il est maintenant possible de mesurer le module d'Young en tout point de la surface du revêtement (PeakForce QNM). Enfin les études dynamiques de l'adhésion des microorganismes se fera par des techniques couplées de microscopie confocale et de microbalance à Quartz (QCM). Cette étude participera à consolider les données disponibles, compléter cette courbe avec certains biopolymères et enfin vérifier le rôle des paramètres comme l'énergie interfaciale et le module d'élasticité, entre autres, dans l'adhésion de microorganismes sur des surfaces. La collaboration entre l'IRD L spécialisée dans la conception/caractérisation de films de polymère et le LBCM reconnu pour sa recherche sur l'antifouling est un atout majeur dans le bon déroulement de ce projet.

Compétences requises des candidats

- Intérêt marqué pour l'expérimentation
- Capacité à préparer des échantillons avec précaution
- Bonne capacité d'analyse et de communication
- Master en chimie, physico-chimie, à l'interface chimie/biologie.

Mots clés

Antifouling – Adhésion bactérienne – Elaboration et caractérisation de revêtements à base de polymères – Balance à quartz – AFM – tension de surface

Encadrants

- Eric Balnois (LBCM) eric.balnois@univ-brest.fr
- Guillaume VIGNAUD (IRDL) guillaume.vignaud@univ-ubs.fr

Lien du stage: Lorient LBCM et IRDL

Début du stage : Janvier 2022

Durée du stage: 6 mois

Gratification : oui selon la convention Isblue.

References

- 1 - Baier R. E., Surface properties influencing biological adhesion, Chapter 2 in "Adhesion in Biological Systems," edited by R. S. Manley (Academic Press New York, 1970) pp. 15–48
2. Brady R.F., Singer I.L., Mechanical factors favouring release from fouling release coatings *Biofouling* (2000) 15, 1-3, 73-81
3. Guennec A., Brelle, L., Balnois, E., Linossier I., Renard E., Langlois V., Faÿ F., Chen G.Q., Simon-Colin C., Vallée-Réhel K., Antifouling properties of amphiphilic poly(3-hydroxyalcanoate): an *environmentally-friendly coating*, *Biofouling* (2021), *in press*