

## Sujet de stage de Master 2

### Identification de revêtements et composés antifoulings durables et caractérisation de leurs mécanismes d'action

#### Encadrement :

Raphaël Lami, MCF Sorbonne Université  
Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologies Microbiennes  
Observatoire Océanologique de Banyuls

Lydie Ploux, CRCN CNRS  
Laboratoire Biomatériaux Bioingénierie INSERM/Université de Strasbourg UMR \_S 1121

Lionel Nicole, MCF Sorbonne Université  
Laboratoire de Chimie de la Matière Condensée de Paris

#### Contact stage: Raphaël Lami: [raphael.lami@obs-banyuls.fr](mailto:raphael.lami@obs-banyuls.fr)

*Pour postuler: envoyer CV, lettre de motivation, notes L2, L3, M1*

*Le stage aura principalement lieu à l'Observatoire Océanologique de Banyuls, qui dispose de chambres individuelles pour l'accueil des étudiants ainsi que d'un restaurant universitaire. Une cuisine est également accessible aux étudiants. Le stage sera indemnisé au tarif légal. Durée du stage Janvier-Juin (ou septembre) 2020.*

Les biofilms sont des communautés complexes de microorganismes en contact avec une surface et incluses dans une matrice qu'elles sécrètent. Bien que bénéfiques dans de nombreux environnements, ces biofilms microbiens sont à l'origine de nombreux problèmes pour les activités marines, industrielles ou de plaisance. Ainsi, la lutte contre le développement des biofilms constitue actuellement un défi majeur dans de nombreuses industries, telles que la production d'électricité sous-marine, la construction de bateaux, le transport naval, la désalinisation d'eau de mer et bien d'autres. Le coût de la corrosion induite représente ainsi entre 3 à 4% du PIB dans les pays occidentaux. Ces biofilms sont aussi des réservoirs d'organismes pathogènes et ils participent à la résistance aux antibiotiques: la lutte contre leur développement constitue dans certains contextes (biomédical, agro-alimentaire) un enjeu sanitaire majeur.

La plupart des composés antifouling utilisés sont des biocides particulièrement toxiques qui sont appliqués en grande quantité sur les coques de navires mais aussi sur les aménagements de type hydroliennes, canalisations, ouvrages portuaires, dans les circuits de refroidissement des centrales côtières, etc. Ils ont un impact important sur l'environnement naturel car ils sont rejetés dans l'eau de mer et s'accumulent tout au long de la chaîne alimentaire, entraînant une concentration élevée de substances toxiques chez les mammifères marins et organismes filtreurs. A l'heure actuelle, aucune alternative durable et respectueuse de l'environnement n'a été développée à grande échelle pour résoudre ce problème environnemental majeur, par manque de composés identifiés présentant une faible écotoxicité.

Dans le cadre de cette étude collaborative, nous développons des surfaces et des substances antifoulings prometteuses mais qui doivent être plus largement testées. Par ailleurs, les mécanismes d'actions de ces composés restent inconnus. Il est pourtant essentiel de distinguer les composés à effet biocide, de composés inhibant des mécanismes clefs dans la formation de biofilms, comme le quorum sensing de type 1 ou 2, les mécanismes d'attachement aux surfaces, la synthèse de matrice, etc. Il s'agirait ainsi de distinguer les composés limitant la croissance des biofilms de ceux présentant uniquement une action biocide à large spectre, potentiellement plus dangereux pour l'environnement.

L'objectif de ce stage est de tester une série de composés/revêtements disponibles dans nos laboratoires pour leur propriété antifouling, et d'identifier les composés les plus prometteurs en termes d'activité anti-biofilm, mais aux effets biocides limités. L'étudiant testera ainsi une série de composés et revêtements produits par le LCMCP (Dr. Lionel Nicole) :

- (i) Par des biotests de court terme, à l'aide de dispositifs en milli-fluidique couplés à la microscopie, notamment confocale, et qui permettront en particulier d'identifier les propriétés anti-adhésion et biocides des substances/revêtements. Ces dispositifs seront conçus avec le soutien du laboratoire Biomat (Dr. Lydie Ploux), qui dispose d'une expertise reconnue pour tester le potentiel de colonisation de souches microbiennes sur différents matériaux.
- (ii) Par des tests de moyens termes en aquarium d'eau de mer. Ce dispositif permettra d'immerger les coupons de matériaux produits par le LCMCP. La colonisation sera évaluée par un couplage entre des approches de microscopie (microscopie confocale, électronique) et de biologie moléculaire (analyse de la composition microbienne des biofilms) selon des méthodologies bien en place au laboratoire.
- (iii) Par des biotests mécanistiques (anti-quorum, anti-c-di-GMP, etc.). Ces tests permettront de caractériser les mécanismes d'action de ces composés, afin de distinguer les composés limitant la croissance des biofilms de ceux à activité biocide et spectre large.

Quelques références récentes des équipes partenaires :

Romani, M., Carrion, C., Fernandez, F., Intertaglia, L., Pecqueur, D., Lebaron, P., **Lami, R.** (2019). High bacterial diversity in pioneer biofilms colonizing ceramic roof tiles. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 144, 104745.

**Lami, R.** (2019). Quorum sensing in marine biofilms and environments. *Quorum Sensing* (pp. 55-96). Academic Press

Prévost, V., Anselme, K., Gallet, O., Hindié, M., Petithory, T., Valentin, J., Veuillet, M., **Ploux, L.** (2019). Real-time imaging of bacteria/osteoblast dynamic coculture on bone implant material in an in vitro postoperative contamination model. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 5(7), 3260–3269

Alliance Matériaux Sorbonne Université

<https://www.sorbonne-universite.fr/presse/signature-de-lalliance-materiaux>