

Rôle des biofilms dans la séquestration des métaux en milieu marin

CONTEXTE ET OBJECTIF :

Les biofilms correspondent aux communautés microbiennes procaryotes et eucaryotes qui colonisent les surfaces biotiques et abiotiques, en particulier en milieu marin. Ce processus naturel et universel de développement de biomasse mène à l'installation d'une communauté microbienne diversifiée (Pollet *et al.*, 2018) qui produit une matrice d'exopolymères (polysaccharides, protéines, ADN extracellulaire, ...) qui l'entoure et contrôle en partie ses échanges avec le milieu naturel marin (Casillo *et al.*, 2018). Ces biofilms sont essentiels pour plusieurs grandes questions sociétales de gestion de l'environnement marin comme (i) la pollution par les plastiques en milieu marin qui est devenue un enjeu environnemental majeur depuis quelques années (Jacquin *et al.*, 2019, Amaral-Zettler *et al.*, 2020), (ii) l'utilisation des revêtements antifouling sur les coques des navires et les risques afférents, aussi bien en termes de pollutions chimiques que d'impacts économiques (Briand *et al.*, 2017, Briand *et al.*, 2018, Catão *et al.*, 2019), (iii) le développement des énergies marines renouvelables, ou encore, au regard de la protection de la biodiversité marine (Macleod *et al.*, 2016), (iv) le rôle des communautés microbiennes épiphytes dans la fitness des macroalgues marines (Egan *et al.*, 2013, Paix *et al.*, 2020).

Si l'adsorption des polluants organiques comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques ou les polychlorobiphényles dans les biofilms sur les substrats plastiques est déjà décrite dans la littérature depuis quelques années (Lee *et al.*, 2014), celle des éléments traces métalliques (ETM) n'a en revanche été que peu étudiée. La bioaccumulation des polluants dans les biofilms semble principalement liée à la présence de sites de complexation présents dans la matrice exopolymérique qui varient selon les communautés et l'environnement. La compréhension de la bioaccumulation des ETM par les biofilms serait nécessaire pour mieux appréhender à la fois le risque potentiel de transport/diffusion de ces polluants métalliques via les microplastiques ainsi que le risque de toxicité, spécifiquement associé aux ETM accumulés, pour les animaux qui ingèrent ces microplastiques. Répondre à ces questions permettra aussi d'évaluer le potentiel de ces communautés de biofilms comme outil de bioindication de pollution du milieu. En effet, même s'il existe quelques publications décrivant les communautés de biofilms marins *in situ*, peu d'études ont été réalisées dans ce milieu alors que les biofilms épilithiques ont été beaucoup étudiés et utilisés en rivière ou dans les lacs comme bio-indicateurs de la qualité de l'eau (Rimet & Bouchez, 2012, Desrosiers *et al.*, 2013, Pandey *et al.*, 2018, Chonova *et al.*, 2019).

L'objectif de ce stage sera donc d'essayer d'établir des liens entre les microbiotes de biofilms, les caractéristiques des matrices exopolymériques et les types/concentrations de polluants métalliques bioaccumulés afin de mieux comprendre ces mécanismes et de pouvoir évaluer la capacité des biofilms à être utilisés comme outils de bioindication et de bioaccumulation de ces polluants en milieu marin côtier.

METHODOLOGIES

Ce stage repose sur des expérimentations de colonisation de substrats artificiels plastiques en laboratoire en conditions contrôlées, mais avec de l'eau de mer naturelle prélevée dans la rade de Toulon, et destinées à mieux comprendre les interactions biofilms-métaux :

- Analyse de la structure des communautés microbiennes :

Les mécanismes d'adsorption de polluants sur les plastiques sont souvent abordés sans caractérisation du biofilm qui colonise par définition systématiquement ces substrats en milieu naturel. Outre l'utilisation d'une approche classique de metabarcoding portant sur le séquençage

massif du gène de l'ARNr 16S pour les procaryotes, nous avons aussi adapté au laboratoire MAPIEM une méthodologie d'identification des communautés de diatomées par une approche de *metabarcoding* correspondant au gène *rbcl* (Illumina Miseq).

--Analyse de la capacité de bioaccumulation des polluants des biofilms :

Nous aborderons notamment la question de la sélectivité et de la compétition potentielle entre métaux (cuivre, zinc, cadmium et plomb) dans la bioaccumulation des contaminants métalliques en fonction des caractéristiques des biofilms (Collab. V. Lenoble, MIO UTLN).

--Analyse de la composition biochimique des biofilms :

Comme mentionné dans le paragraphe précédent, la bioaccumulation des polluants dans les biofilms semble principalement liée à la présence d'une matrice d'exopolymères dont la nature et la composition varient selon les communautés et l'environnement. Bien qu'elle reste très complexe à caractériser et qu'il n'existe que très peu d'informations à son sujet dans la littérature pour des biofilms complexes naturels, nous avons développé au laboratoire MAPIEM plusieurs approches complémentaires (Microscopie confocale, HP-GPC, dosages biochimiques, ATR-IR) destinées à caractériser cette matrice exopolymérique (A. Ortalo-Magné, MAPIEM, UTLN).

L'étudiant de master 2 pourrait poursuivre en doctorat à partir de septembre 2021 dans la mesure où ce stage s'insère dans un projet financé par l'Agence de l'eau RMC et couplé à la campagne IFREMER RINBIO 2021. Il sera d'ailleurs possible de participer à l'échantillonnage RINBIO fin juin qui permettra de disposer d'échantillons de biofilms marins issus de cinquante sites d'immersion en méditerranée avec pour objectif de poursuivre le questionnement sur la capacité de ces biofilms à être de bons indicateurs de la pollution en milieu méditerranéen côtier. L'ensemble des analyses de ces échantillons sera effectué dans le cadre de la thèse.

PROFIL DU -DE LA- CANDIDAT -E :

Nous recherchons un.e étudiant.e de Master 2 fortement concerné.e par l'écologie et/ou l'écotoxicologie microbienne avec un intérêt marqué pour des approches multidisciplinaires en chimie-biochimie.

Merci d'envoyer un CV, une lettre de motivation et une lettre de recommandation du responsable du stage de M1.

Briand Jean-François, Maître de conférences

Laboratoire MAPIEM-EA 4323-"Biofilms & Antifouling"
Université de Toulon
CS 60584
83041 Toulon CEDEX 9

E-mail : briand@univ-tln.fr

Tél.: 04 94 14 67 60 ou 06 32 72 40 39

<http://mapiem.univ-tln.fr/>

RÉFÉRENCES:

- Amaral-Zettler LA, Zettler ER & Mincer TJ (2020) Ecology of the plastisphere. *Nat Rev Microbiol* **18**: 139-151.
- Briand J-F, Barani A, Garnier C, Réhel K, Urvois F, LePoupon C, Bouchez A, Debroas D & Bressy C (2017) Spatio-temporal variations of marine biofilm communities colonizing artificial substrata including antifouling coatings in contrasted French coastal environments. *Microb Ecol* **74**: 585-598.
- Briand J-F, Pochon X, Wood SA, Bressy C, Garnier C, Réhel K, Urvois F, Culioli G & Zaiko A (2018) Metabarcoding and metabolomics offer complementarity in deciphering marine eukaryotic biofouling community shifts. *Biofouling* **34**: 657-672.
- Casillo A, Lanzetta R, Parrilli M & Corsaro MM (2018) Exopolysaccharides from marine and marine extremophilic bacteria: structures, properties, ecological roles and applications. *Mar Drugs* **16**: 69.
- Catão ECP, Pollet T, Misson B, Garnier C, Ghiglione J-F, Barry-Martinet R, Maintenay M, Bressy C & Briand J-F (2019) Shear stress as a major driver of marine biofilm communities in the NW Mediterranean Sea. *Frontiers in Microbiology* **10**: 1768.
- Chonova T, Kurmayer R, Rimet F, Labanowski J, Vasselon V, Keck F, Illmer P & Bouchez A (2019) Benthic diatom communities in an Alpine river impacted by waste water treatment effluents as revealed using DNA metabarcoding. *Frontiers in Microbiology* **10**: 653.
- Desrosiers C, Leflaive J, Eulin A & Ten-Hage L (2013) Bioindicators in marine waters: Benthic diatoms as a tool to assess water quality from eutrophic to oligotrophic coastal ecosystems. *Ecological Indicators* **32**: 25-34.
- Egan S, Harder T, Burke C, Steinberg P, Kjelleberg S & Thomas T (2013) The seaweed holobiont: understanding seaweed-bacteria interactions. *FEMS Microbiology Reviews* **37**: 462-476.
- Jacquin J, Cheng J, Odobel C, Pandin C, Conan P, Pujo-Pay M, Barbe V, Meistertzheim A-L & Ghiglione J-F (2019) Microbial ecotoxicology of marine plastic debris: A review on colonization and biodegradation by the "plastisphere". *Frontiers in Microbiology* **10**: 865.
- Lee H, Shim WJ & Kwon J-H (2014) Sorption capacity of plastic debris for hydrophobic organic chemicals. *Sci Total Environ* **470-471**: 1545-1552.
- Macleod AK, Stanley MS, Day JG & Cook EJ (2016) Biofouling community composition across a range of environmental conditions and geographical locations suitable for floating marine renewable energy generation. *Biofouling* **32**: 261-276.
- Paix B, Carriot N, Barry-Martinet R, Greff S, Misson B, Briand J-F & Culioli G (2020) A multi-omics analysis suggests links between the differentiated surface metabolome and epiphytic microbiota along the thallus of a Mediterranean seaweed holobiont. *Frontiers in Microbiology* **11**: 494.
- Pandey LK, Lavoie I, Morin S, Park J, Lyu J, Choi S, Lee H & Han T (2018) River water quality assessment based on a multi-descriptor approach including chemistry, diatom assemblage structure, and non-taxonomical diatom metrics. *Ecological Indicators* **84**: 140-151.
- Pollet T, Berdjeb L, Garnier C, Durrieu G, Le Poupon C, Misson B & Briand J-F (2018) Prokaryotic community successions and interactions in marine biofilms: the key role of Flavobacteriia *FEMS Microbiol Ecol* **94**: fiy083.
- Rimet F & Bouchez A (2012) Biomonitoring river diatoms: Implications of taxonomic resolution. *Ecological Indicators* **15**: 92-99.