

## Formation du biofouling sur les structures EMR : étude de la diversité des espèces et des paramètres physiques impactants

N/Ref: FEM-2019-295

Thèse France Energies Marines (FEM)/MAPIEM (Université de Toulon)

### Offre de thèse

Le biofouling se définit comme la colonisation des surfaces immergées en milieu marin par des micro- et macroorganismes (micro- et macrofouling). Ce processus naturel complexe intervient globalement selon une séquence chronologique liée à la fois aux densités relatives des organismes planctoniques présents dans le milieu mais également à leurs capacités fonctionnelles et aux conditions environnementales spécifiques aux sites d'immersion. Généralement, après la mise en place d'un film primaire (processus abiotique qui consiste essentiellement en l'adsorption de macromolécules organiques et/ou inorganiques présentes dans le milieu), on observe une colonisation par des taxa bactériens spécifiques et la formation de biofilms, structures tridimensionnelles liées à la production de polymères extra-cellulaires (EPS) puis la diversification rapide des communautés avec de nombreux autres microorganismes marins (eucaryotes unicellulaires autotrophes et hétérotrophes). Enfin, le recrutement de larves d'invertébrés ou de spores de macroalgues conduit au développement d'eucaryotes multicellulaires, qui correspond au stade de colonisation appelé « macrofouling » (Salta *et al.*, 2013). Avec les propriétés du substrat (nature, rugosité, hydrophobie, etc.) et les paramètres environnementaux (température, salinité, nutriments, profondeur, hydrodynamique, polluants, etc.), la diversité des populations planctoniques présentes dans la colonne d'eau et d'autres facteurs ou processus biologiques (ex. prédation, compétition) conditionnent quantitativement et qualitativement la colonisation des surfaces, ce qui explique que les processus et la vitesse de colonisation diffèrent en fonction des zones géographiques et des saisons (Briand *et al.*, 2017, 2018 ; Pollet *et al.*, 2018 ; Dang & Lovell, 2016 ; Debroas *et al.*, 2017 ; Zhang *et al.*, 2019).

Ce processus est à l'origine de nombreux effets néfastes sur les navires, les équipements océanographiques (bouées, capteurs et équipements de mesure), les plateformes offshore ou les structures EMR [énergies marines renouvelables : éoliennes offshore, hydroliennes, systèmes houlomoteurs, échangeurs pour la valorisation de l'énergie thermique marine (ETM)] immergés en milieu marin. Globalement, le biofouling entraîne une hausse importante des coûts de maintenance et d'opération pour l'industrie maritime (Compère, 1999). En particulier, les effets et l'ampleur de la biocolonisation sur les systèmes EMR sont méconnus (Quillien *et al.*, 2018) et pris en compte uniquement par le biais de coefficients de sécurité dans les calculs de dimensionnement : incidence sur la corrosion, modification du comportement hydrodynamique des différents composants (structures, ancrages) et de leur performance en production. Pour l'éolien offshore, et plus particulièrement l'éolien flottant, outre les problématiques de maintenance, la biocolonisation représente un défi pour les ingénieurs lors des phases de conception ; et l'absence d'informations sur la biocolonisation dans ce contexte peut conduire à un surdimensionnement des structures EMR. Si ce problème a été abordé pour des applications en offshore pétrolier et gazier, il n'a pas été approfondi car les besoins en optimisation étaient moindres. De plus, il est maintenant connu que des données d'entrées sont nécessaires pour la modélisation et l'estimation de ces coûts. La difficulté majeure est que ces données sont « site-spécifiques » et, au niveau de chaque site, souvent « surface-spécifiques »

(ex. : composition et pourcentage de couverture des différentes espèces colonisatrices, pourcentage total de couverture, masse et épaisseur des bio-salissures...). Dans le cadre du projet ABIOP+ (CoReD 2018, FEM/Investissements d'Avenir), l'objectif de cette thèse sera de mieux comprendre les mécanismes de colonisation spécifiques aux sites éoliens offshore. Pour cela, différents objectifs scientifiques seront fixés :

↳ Développer des approches moléculaires destinées à la caractérisation de la diversité des communautés eucaryotes du biofouling,

↳ Evaluer la variabilité spatiale et temporelle spécifique de la biocolonisation sur 6 sites EMR offshore et instrumentés en mer Méditerranée et dans l'océan Atlantique. Cette étude sera menée en couplant plusieurs approches complémentaires : analyse(s) moléculaire(s), observations macroscopiques, détermination du biovolume, étude par vidéo...

↳ Etudier l'effet du biofouling sur les câbles/chaînes (lignes d'ancrage, câbles d'export, ...) des structures EMR,

↳ Etudier plus spécifiquement le rôle des paramètres hydrodynamiques et de la profondeur dans les relations biofilms-macrofouling sur le site d'essais MISTRAL (Bouée FEM instrumentée au large de Marseille en mer Méditerranée) en utilisant un couplage multi-omiques (metabarcoding procaryotes-eucaryotes/métabolomique). Cette approche originale, déjà développée au laboratoire MAPIEM pour d'autres systèmes, permet d'aborder les fonctions associées aux communautés de biofilms et du biofouling (Briand *et al.*, 2018 ; Paix *et al.*, 2019).

## Moyens de réalisation

Cette thèse s'intégrera au projet ABIOP+, projet collaboratif coordonné par France Energies Marines et l'Université de Nantes avec les partenaires suivants : Corrodys, EDF renouvelables, Engie Green, France Energies Marines, Ifremer, Naval Energies, Rte, Université de Bretagne Sud, Université de Nantes, Université de Toulon. Le/la doctorant.e sera amené.e à travailler en équipe en particulier au sein du laboratoire MAPIEM de l'Université de Toulon et en interaction directe avec l'équipe dédiée à l'Intégration Environnementale des EMR de France Energies Marines.

## Encadrement de la thèse

Dr. Jean-François Briand (MC MAPIEM, Université de Toulon) / [briand@univ-tln.fr](mailto:briand@univ-tln.fr)

Dr. Nolwenn Quillien (FEM, Brest) / [Nolwenn.Quillien@ite-fem.org](mailto:Nolwenn.Quillien@ite-fem.org)

Dr. Gérald Culioli (MC-HDR MAPIEM, Université de Toulon) / [culioli@univ-tln.fr](mailto:culioli@univ-tln.fr)

## Compétences recherchées

- Ecologie (microbienne) marine,
- biologie moléculaire,
- analyses statistiques,
- rigueur scientifique,
- goût pour les missions de terrain et les analyses de laboratoire

## Informations pratiques

La.e doctorant sera inscrit.e à l'Université de Toulon et sera salarié.e de France Energies Marines.



FRANCE  
ENERGIES  
MARINES

LABORATOIRE  
MAPIEM

UNIVERSITÉ  
DE TOULON

Démarrage de la thèse : octobre 2019, pour une durée de 3 ans (CDD) au laboratoire MAPIEM :

Laboratoire MAPIEM-EA 4323-"Biofilms & Antifouling"

Université de Toulon

CS 60584

83041 TOULON CEDEX 9

France

Des déplacements à France Energies Marines (Bâtiment Cap'Océan, 525 Avenue Alexis de Rochon, 29280 Plouzané) sont prévus au cours de la thèse.

## Candidature

Un CV (incluant références du maître de stage de M2 et éventuellement M1) et une lettre de motivation sont à **envoyer avant le 18 juillet** aux adresses suivantes : [contact@ite-fem.org](mailto:contact@ite-fem.org) et [jean-francois.briand@univ-tln.fr](mailto:jean-francois.briand@univ-tln.fr).

## Références bibliographiques

- Briand J.-F., Pochon X., Wood S.A., 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
- 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 Microb. Ecol.* 94 : fiy083
- Briand J.-F., Barani A., Garnier C., Réhel K., Urvois F., Le Poupon C., Bouchez A., Debroas D. & Bressy C. (2017). Spatio-temporal variations of marine biofilm communities colonizing artificial substrata including antifouling coatings in contrasted coastal environments. *Microb. Ecol.* 74:585-598
- Compère C. (1999). Biofilms en milieu marin. *Techniques Sciences Méthodes*, 11, 48–54.
- Paix B., Othmani A., Debroas D., Culioli G. & Briand J.-F. (2019). Temporal covariation of epibacterial community and surface metabolome in the Mediterranean seaweed holobiont *Taonia atomaria*. *Environ. Microbiol.* in press
- Quillien N., Lejart M., Damblans G. (2018). Atlas bibliographique du biofouling des façades maritimes françaises dans un contexte d'énergies marines renouvelables. Plouzané : France Energies Marines, 776pp.
- Salta M., Wharton J., Blache Y, Stokes K. & Briand J.-F. (2013). Marine biofilms on man-made surfaces: structure and dynamics. *Env. Microbiol.* 15(11) 2879-2893