

Diversité microbienne eucaryote et procaryote associée aux cultures de la microalgue *Tetraselmis suecica* en biofilm

Sujet du stage

Les microalgues sont des organismes d'intérêt pour l'industrie de par leur cycle de développement et leur capacité adaptative rapide. Elles sont capables de synthétiser 10 à 30 % de leur poids sec en lipides et sont riches en vitamines et protéines, constituant ainsi la base de l'alimentation des animaux d'élevages aquacoles^{1,2}. La production industrielle monospécifique de microalgues peut être effectuée de façon planctonique dans des systèmes ouverts ou fermés (e.g. photobioréacteurs, raceways) ou bien par la production de biofilms sur support rotatif³. Ce type de culture monospécifique à grande échelle comprend la microalgue de culture en prédominance et d'autres microorganismes vivant en association avec la culture (e.g. protistes, bactéries)^{4,5}. Les biofilms sont soumis à une multitude d'interactions intra- ou inter-taxons telles que la communication cellule-cellule (i.e. quorum sensing), la coopération métabolique (e.g. échanges de métabolites) ou la compétition (e.g. inhibition de la croissance/adhésion, compétition pour les nutriments)⁶⁻⁸. Une telle diversité d'interactions peut jouer un rôle important dans le développement, le maintien de la structure de la communauté et sa résilience face aux perturbations externes⁹⁻¹¹. On sait encore peu de choses sur la composition des communautés microbiennes eucaryotes et procaryotes des cultures de microalgues monospécifiques et leurs fluctuations face aux perturbations externes au biofilm.

La microalgue marine *Tetraselmis suecica* possède une forte capacité d'adaptation, elle peut se développer sous forme planctonique ou en biofilm, aussi bien dans des photobioréacteurs ouverts que fermés et résiste à de fortes salinités^{12,13}. Elle est généralement utilisée comme complément alimentaire en aquaculture pour sa production en vitamine E importante, quel que soit l'apport en lumière¹⁴. Cette microalgue d'intérêt majeur est la principale microalgue cultivée par l'entreprise INALVE et des études préalables ont démontré que le biofilm de *T. suecica* est résistant aux contaminations biologiques majeures pendant plus de dix mois. Ces travaux ont également montré que le biofilm inhibait la croissance de bactéries pathogènes de l'aquaculture (F. Guihéneuf, comm. pers.). Cependant, la composition des communautés microbiennes eucaryotes et procaryotes de ces biofilms et leurs variations avec les conditions environnementales ne sont pas encore connues. Dans le cadre du projet ANR Photobiofilm explorer (PBex), INALVE a cultivé *T. suecica* sur un textile baigné dans un milieu inoculé de ces microalgues. Afin de suivre les communautés microbiennes au cours du développement du biofilm, des prélèvements de biofilm et d'eau ont été échantillonnés depuis l'inoculation jusqu'à la phase mature du biofilm. L'ADN environnemental de ces échantillons a ensuite été extrait pour une approche metabarcoding ciblant les microorganismes procaryotes (ADNr 16S) et eucaryotes (ADNr 18S). En parallèle, des paramètres contextuels (e.g. salinité, pH, nitrates, température, productivité en biomasse) ont été mesurés et seront utilisés pour tenter d'expliquer les patrons écologiques des communautés microbiennes.

Objectif du stage : Identifier les communautés de microorganismes procaryotes et eucaryotes vivant dans le biofilm de *T. suecica* et leurs fluctuations au cours du temps et en fonction des conditions environnementales. Identifier le « core microbiote » du biofilm, probablement résistant aux invasions d'organismes contaminants et responsable de la résilience du biofilm.

Approche méthodologique : L'approche moléculaire du metabarcoding a été effectuée en amont et les données de séquençage sont maintenant disponibles. L'étudiant.e aura pour mission d'utiliser des outils statistiques pour : (i) identifier les patrons de diversité des communautés microbiennes procaryotes et eucaryotes du biofilm et (ii) lier les patrons écologiques obtenus aux données environnementales.

Proposition de stage M2 – Année universitaire 2023-24

Le sujet de stage s'inscrit dans le projet ANR PBex qui réunit des équipes reconnues pour leur expertise: interactions algue-bactérie (MARBEC), physiologie des microalgues (LOV), caractérisation 3D multi-spécifique des biofilms (INRAE & CS), modélisation mathématique (INRIA & CS), ingénierie des bioprocédés (CS), culture industrielle de biofilms (INALVE). L'étudiant.e aura l'occasion de présenter ses travaux lors de réunions avec les partenaires de l'ANR PBex et lors de séminaires internes à l'UMR MARBEC.

Mots-clés: metabarcoding, ADN environnemental, biofilm, écologie microbienne, microalgue

Publications en lien avec le sujet

1. Rawat, I., Ranjith Kumar, R., Mutanda, T. & Bux, F. Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy* 88, 3411–3424 (2011).
2. Guedes, A. C. & Malcata, F. X. Nutritional Value and Uses of Microalgae in Aquaculture. in *Aquaculture* (ed. Muchlisin, Z.). doi:10.5772/30576.
3. Morales, M., Bonnefond, H. & Bernard, O. Rotating algal biofilm versus planktonic cultivation: LCA perspective. *Journal of Cleaner Production* 257, 120547 (2020).
4. Flemming, H. C. & Wuertz, S. Bacteria and archaea on Earth and their abundance in biofilms. *Nature Reviews Microbiology* 17, 247–260 (2019).
5. Roeselers, G., Loosdrecht, M. C. M. V. & Muyzer, G. Phototrophic biofilms and their potential applications. *Journal of Applied Phycology* 20, 227–235 (2008).
6. Elias, S. & Banin, E. Multi-species biofilms: Living with friendly neighbors. *FEMS Microbiology Reviews* 36, 990–1004 (2012).
7. Rendueles, O. & Ghigo, J. M. Multi-species biofilms: How to avoid unfriendly neighbors. *FEMS Microbiology Reviews* 36, 972–989 (2012).
8. Jouault, A. et al. Alterocin, an Antibiofilm Protein Secreted by *Pseudoalteromonas* sp. Strain 3J6. *Appl Environ Microbiol* 86, e00893-20 (2020).
9. Girvan, M., Campbell, C., Killham, K., Prosser, J. & Glover, L. Species diversity improves the efficiency of mercury-reducing biofilms under changing environmental conditions. *Environmental Microbiology* 7, 301–313 (2005).
10. Roeselers, G., Van Loosdrecht, M. C. M. & Muyzer, G. Heterotrophic pioneers facilitate phototrophic biofilm development. *Microbial Ecology* 54, 578–585 (2007).
11. Weerman, E. et al. Ciliates as engineers of phototrophic biofilms.pdf. *Freshwater Biology* 56, 1358–1369 (2011).
12. Fabregas, J., Abalde, J., Herrero, C., Cabezas, B. & Veiga, M. Growth of the marine microalga *Tetraselmis suecica* in batch cultures with different salinities and nutrient concentrations. *Aquaculture* 42, 207–215 (1984).
13. Michels, M. H. A., Vaskoska, M., Vermuë, M. H. & Wijffels, R. H. Growth of *Tetraselmis suecica* in a tubular photobioreactor on wastewater from a fish farm. *Water Research* 65, 290–296 (2014).
14. Carballo-Cárdenas, E. C., Tuan, P. M., Janssen, M. & Wijffels, R. H. Vitamin E (α -tocopherol) production by the marine microalgae *Dunaliella tertiolecta* and *Tetraselmis suecica* in batch cultivation. *Biomol. Engineering* 20, 139–147 (2003).

Laboratoire d'accueil

UMR MARBEC, Station Ifremer, Site de Sète.

Encadrant.es

Angélique Gobet Tel : 04.99.57.32.50 ; email : angelique.gobet@ifremer.fr, <https://umr-marbec.fr/membre/angelique-gobet/>

Christine Felix Tel : 04.99.57.32.78 ; email : christine.felix@umontpellier.fr, <https://umr-marbec.fr/membre/christine-felix/>

Durée du stage

6 mois entre Janvier et Juillet 2024.

Profil recherché et candidature

Étudiant.e en M2 maîtrisant le langage de programmation R. De bonnes connaissances en biologie moléculaire et/ou en écologie marine seraient un plus. Motivé.e, rigoureux.se, consciencieux.se et autonome. **Les candidatures seront acceptées jusqu'à ce que le stage soit attribué. Le CV et la lettre de motivation doivent être envoyés par email aux 2 encadrantes.**