

Proposition de stage

Parcours Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé »

Responsables : Dr. Fabien JOUX (SU) / Pr. Cécile BERNARD (MNHN)

Madame, Monsieur,

Le parcours de Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé » est une formation proposée au sein du Master de Sorbonne Université « Biologie Moléculaire et Cellulaire » parcours « Microbiologie » et du Master du MNHN « Evolution Patrimoine Naturel et Sociétés » spécialité « Mécanismes du Vivant et Environnement ».

Cette formation orientée à la fois recherche et professionnelle vise à répondre aux demandes grandissantes des laboratoires académiques et des entreprises dans des domaines variés comme la recherche fondamentale en écologie microbienne, la valorisation des microorganismes dans l'industrie, les écotecnologies, l'évaluation du risque sanitaire dans l'environnement, le diagnostic environnemental, l'analyse de l'anthropisation des milieux ...

Cette deuxième année de master se déroule en deux parties : un enseignement théorique et pratique de septembre à mi janvier et la réalisation d'un **stage en laboratoire ou dans une entreprise de mi-janvier à mi-juin 2020**. Le stage de Master 2 doit permettre aux étudiants de se familiariser avec une démarche scientifique (faire un bilan des connaissances, identifier les problèmes à résoudre, élaborer des hypothèses, définir un plan d'expérience, mettre en œuvre un protocole, interpréter et discuter des résultats) et de favoriser leur insertion professionnelle.

La durée totale du stage ne doit pas excéder 6 mois. Les étudiants sont gratifiés sur la durée totale de leur stage suivant les règles en vigueur (3,75 € par heure de présence effective en 2019).

L'étudiant aura à réaliser durant la première partie de son enseignement une étude bibliographique en lien avec son projet de stage (thème défini en concertation avec le responsable du stage) ainsi qu'un échéancier des expériences à réaliser pour mener à bien son projet. C'est pour cette raison qu'il est nécessaire que vous nous transmettiez vos propositions de stage le plus tôt possible.

A l'issue du stage, les étudiants auront à rédiger un rapport (d'une trentaine de pages) et à présenter oralement leur travail lors d'une soutenance, confidentielle ou non, prévue fin juin.

Merci par avance pour votre aide à la formation de nos étudiants et pour vos propositions de stages.

Cécile Bernard & Fabien Joux
Responsables du parcours Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé » (SU-MNHN)

Les propositions de stage sont à renvoyer par e-mail aux adresses suivantes :

Fabien Joux : fabien.joux@obs-banyuls.fr

Cécile Bernard : cecile.bernard@mnhn.fr

1. Laboratoire / Entreprise d'accueil :

Intitulé : Laboratoire Phycotoxines, Ifremer

Adresse : Rue de l'île d'Yeu – 44311 Nantes

Responsable du Laboratoire / Entreprise : Zouher AMZIL

Responsable de l'encadrement : Enora BRIAND

Téléphone : 02.40.37.42.94

E-mail : enora.briand@ifremer.fr

Co-encadrants : Damien REVEILLON (Laboratoire Phycotoxines, Ifremer), Cyril NOEL (Service bioinformatique, Ifremer), Raffaele SIANO (Laboratoire Pelagos, Ifremer)

2. Description du stage (2 pages maximum) :

Titre : Approche multi-omique pour la compréhension des interactions entre *Alexandrium* et son microbiome

Mots clés : metabarcoding, métabolomique, bioinformatique, biostatistique, écologie microbienne, phytoplancton toxique

Contexte et objectifs généraux :

Les proliférations phytoplanctoniques et les risques toxiques associés constituent un problème majeur à la fois pour la santé des écosystèmes et pour la santé publique. S'il est désormais bien établi que l'excès de nutriments et les conditions climatiques jouent un rôle majeur dans le déterminisme de ces phénomènes, de nombreux facteurs et processus encore mal compris interviennent dans le développement des proliférations de microalgues et la production de toxines. C'est le cas par exemple **du rôle des interactions entre microalgues et bactéries**. Au sein de cette phycosphère, les microalgues et bactéries qui co-existent ont co-évolué pour engager des interactions biotiques de différentes natures (allant du mutualisme à la compétition),^{1,2,3} gouvernées par des échanges de métabolites (nutriments, vitamines, fer...) et de production de molécules signalisatrices (allélopathiques, toxiques, quorum sensing). Avec l'émergence des outils moléculaires, des changements de composition des communautés bactériennes (CB) en fonction des espèces phytoplanctoniques présentes ou des différentes phases de développement d'un bloom ont été mis en évidence, suggérant que **l'état physiologique et métabolique des microalgues auraient une influence sur la structuration des CB associées**.^{4,5,6}

Afin de tester cette hypothèse, des expérimentations ont été réalisées sur une culture toxique d'*Alexandrium minutum* (productrice de saxitoxines) et son microbiome. Des prélèvements ont été réalisés tout au long de la croissance de la microalgue jusqu'à la sénescence afin de suivre (i) des paramètres physiologiques tels que la croissance de la microalgue (compteur à particules et PhytoPam) et des bactéries (cytométrie) ; (ii) l'évolution de la diversité structurelle des CB associées (séquençage de l'ADNr 16S) ; la production de toxines et autres métabolites intra- et extracellulaires (LC-MS/MS et LC-HRMS) et enfin les concentrations de nutriments (C, N, P) présents dans le milieu. D'autre part, afin de **tester le rôle des bactéries sur la physiologie, la production et le devenir des métabolites algaux (dont les toxines)**, une seconde expérimentation a été réalisée sur la même culture d'*Alexandrium minutum* rendue axénique. Des suivis de croissance, d'activité photosynthétique, de production de métabolites intra- et extracellulaires et de concentrations en nutriment du milieu ont également été réalisés tout au long de la croissance de la microalgue.

Projet de stage :

Le/la candidat(e) réalisera une analyse multi-omiques en couplant l'analyse de données issues du séquençage d'ADNr 16S et de spectrométrie de masse haute résolution^{7,8}. En collaboration avec le service bioinformatique de l'Ifremer Brest, le/la stagiaire utilisera les pipelines récents d'analyse des données de metabarcoding et de métabolomique et étudiera ces données pour les analyses statistiques (construction de réseaux de corrélation) en écologie microbienne et écologie chimique.

Les objectifs de ce stage M2 sont :

Les objectifs de ce stage sont (i) d'explorer les changements de communautés bactériennes en réponse aux changements physiologiques et métaboliques d'*Alexandrium minutum* ; et (ii) d'évaluer l'impact des bactéries sur la physiologie et la production de métabolites d'*A. minutum*.

Bibliographie :

- ¹Amin, S.A. *et al.* (2012) Interactions between diatoms and bacteria. *Microb. Mol Biol Rev.* 76:667-684
- ²Buchan, A. *et al.* (2014) Master recyclers: features and functions of bacteria associated with phytoplankton blooms. *Nature* 12: 686-698.
- ³Cirri, E. and Pohnert, G. (2019) Algae-bacteria interactions that balance the planktonic microbiome. *New Phytologist* 223: 100-106.
- ⁴Sison-Mangus, M.P. *et al.* (2016) Phytoplankton-associated bacterial community composition and succession during toxic diatoms bloom and non-bloom events. *Front. Microb.* 7: 1433.
- ⁵Hattenrath-Lehmann, T.K. and Gobler, C.J. (2017) Identification of unique microbiomes associated with harmful algal blooms caused by *Alexandrium fundyense* and *Dinophysis acuminata*. *Harmful Algae* 68: 17-30.
- ⁶Zheng, Q. *et al.* (2018) Dynamics of heterotrophic bacterial assemblages within *Synechococcus* cultures. *Appl. Env. Microbiol.* 84 : e01517-17.
- ⁷Briand, J-F. *et al.* (2018) Metabarcoding and metabolomics offer complementarity in deciphering marine eukaryotic biofouling community shifts. *Biofouling* 34: 657-672.
- ⁸Paix, B. *et al.* (2019) Temporal covariation of epibacterial community and surface metabolome in the Mediterranean seaweed holobiont *Taonia atomaria*. *Env. Mic.* doi:10.1111/1462-2920.14617.

Sélection d'autres publications de l'équipe sur le sujet:

- Garcia-Alcega, S., Nasir, Z. A., Ferguson, R., Noel, C., *et al.* (2018) Can chemical and molecular biomarkers help discriminate between industrial, rural and urban environments? *Science of the Total Environment* 631-632: 1059-1069.
- Briand, E. *et al.* (2016) Role of bacteria in the production and degradation of *Microcystis* cyanopeptides. *MicrobiologyOpen* 5: 469-478.
- Réveillon, D. *et al.* (2019) Exploring the chemodiversity of tropical microalgae for the discovery of natural antifouling compounds. *Journal of Applied Phycology* 31: 319-333.

Ce stage peut-il se poursuivre par une thèse ? : non