

## Proposition de stage

### Parcours Master 2 « Microbiologie, Environnement, Santé »

#### 1. Laboratoire / Entreprise d'accueil :

Intitulé : MARBEC (UMR 9190) : Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation

Adresse :

CC 93 Place Eugène Bataillon

34095 Montpellier Cedex 5

France

Responsable du Laboratoire / Entreprise : Laurent DAGORN (IRD)

Responsable de l'encadrement : Arthur Escalas

Téléphone : 0467144093

E-mail : [arthur.escalas@umontpellier.fr](mailto:arthur.escalas@umontpellier.fr)

Co-encadrant éventuel : Marc Troussellier ([marc.troussellier@umontpellier.fr](mailto:marc.troussellier@umontpellier.fr))

#### 2. Description du stage (2 pages maximum) :

**Titre** : Rôle des poissons dans le maintien de la diversité fonctionnelle des micro-organismes en milieu marin

**Mots clés** : Microbiome intestinal, poissons, diversité fonctionnelle des microorganismes, rareté fonctionnelle

#### Contexte et objectifs généraux :

Un nombre croissant d'études démontrent l'importance de la biosphère rare dans la dynamique des communautés microbiennes, la réalisation des processus microbiens ainsi que leur résilience face aux changements globaux et aux perturbations anthropiques. Cependant, la grande majorité de ces études sont basées sur l'analyse taxinomique de ces communautés et la diversité fonctionnelle de la biosphère rare reste encore largement méconnue. Mieux comprendre le rôle écologique des organismes rares constitue une nouvelle frontière en écologie microbienne, qui passe notamment par l'évaluation de leurs capacités fonctionnelles.

Les interactions entre micro-organismes et macro-organismes sont souvent vues sous l'angle des bénéfices potentiels que le microbiome peut fournir à son hôte. Une facette peu explorée de ces interactions est l'effet que les macro-organismes ont sur les communautés microbiennes de l'environnement. Nous avons récemment proposé l'hypothèse que les macro-organismes aquatiques, et notamment les poissons, participent au maintien de la biodiversité microbienne, au travers de leur double rôle de réacteur microbien favorisant les micro-organismes rares dans l'environnement et de vecteur de dispersion des organismes composant leur microbiome (Troussellier et al., 2017). Là encore, cette hypothèse est basée sur des données taxinomiques et le pendant fonctionnel de cette hypothèse est encore largement méconnu.

Dans un tel contexte, nous pouvons poser l'hypothèse que **le tube digestif des poissons constitue un réacteur microbien favorable au développement de micro-organismes rares dans l'environnement et ainsi favorise le maintien des fonctions portées par la biosphère rare.**

Pour tester l'hypothèse ci-dessus, les objectifs de ce stage sont les suivants :

- caractériser la distribution des gènes fonctionnels microbiens dans les différents compartiments d'un écosystème lagunaire (eau, sédiment, poissons) à l'aide de modèles rang-abondance
- déterminer les fonctions portées par les gènes microbiens le long d'un gradient allant de la rareté à la prévalence afin d'estimer le niveau de redondance fonctionnelle entre la biosphère rare et les micro-organismes dominants
- comparer les fonctions rares et abondantes dans les différents compartiments afin de déterminer si les poissons contribuent au maintien de fonctions rares dans l'environnement

### **Projet de stage :**

Le caractère innovant de ce projet émane de la considération conjointe de plusieurs facteurs, jusqu'ici considérés de manière séparée. Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la notion de rareté fonctionnelle, un concept récemment défini pour les macro-organismes mais qui n'a encore jamais été approché chez les micro-organismes. Nous proposons d'analyser les distributions des gènes fonctionnels au sein des communautés microbiennes afin de déterminer la manière dont le potentiel fonctionnel des micro-organismes se distribue le long d'un gradient allant de la rareté à la prévalence. Ceci nous permettra d'estimer le niveau de redondance fonctionnelle entre la biosphère rare et les micro-organismes dominants. Dans un second temps, nous considérerons le rôle, largement sous-étudié, des macro-organismes dans le maintien de la diversité fonctionnelle des communautés microbiennes de l'environnement, ce qui permettra de déterminer leur influence sur le fonctionnement des systèmes microbiens en milieu marin.

Le stage proposé repose sur des données déjà acquises mais non valorisées, ce qui limite les risques tout en assurant une réelle originalité du projet de stage. Ces données ont été obtenues à l'aide de puces à ADN fonctionnelles et représentent l'abondance relative de plus de 67000 gènes fonctionnels dans des communautés microbiennes issues des tubes digestifs de 13 espèces de poissons de la lagune de Terminos (Mexique) ainsi que de plusieurs échantillons de sédiment et d'eau. Les fonctions portées par ces gènes correspondent aux grands cycles biogéochimiques (C, N, P, S) ainsi que divers gènes de résistance aux stress ou de dégradation des polluants organiques. L'équipe encadrant dispose de l'expérience et des compétences nécessaires à l'analyse de telles données (Escalas et al. 2017).

### **Les objectifs de ce stage M2 sont :**

L'étudiant(e), de préférence titulaire d'un M1 en écologie ou microbiologie, devra avoir des connaissances en écologie des poissons et/ou des microorganismes. Un intérêt prononcé pour l'analyse numérique de donnée est absolument nécessaire, accompagné d'une connaissance et/ou un intérêt pour l'analyse de données sous R ainsi que la mise en place d'une démarche de recherche reproductible. La curiosité, la rigueur, de bonnes qualités rédactionnelles et la maîtrise de l'anglais scientifique sont requises pour cette étude.

### **L'étudiant(e) sera formé(e) à :**

- **la manipulation de jeux de données complexes (puces à ADN fonctionnelles) avec le logiciel de programmation R**
- **la modélisation de la biodiversité et l'analyse de données de métagénomique : calcul d'indices de diversité et de dissimilarité, ordinations, modèles mixtes, modèles null**
- **la mise en place d'analyses reproductibles via l'utilisation de logiciels de versioning (e.g. Git)**
- **la rédaction d'un rapport de recherche et d'une publication scientifique**

### **Bibliographie :**

**Escalas, A., Troussellier, M., Yuan, T., Bouvier, T., Bouvier, C., Mouchet, M.A., Flores Hernandez, D., Ramos Miranda, J., Zhou, J., Mouillot, D., 2017. Functional diversity and redundancy across fish gut, sediment and water bacterial communities. Environ. Microbiol. 19, 3268–3282. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13822>**

**Troussellier, M., Escalas, A., Bouvier, T., Mouillot, D., 2017. Sustaining rare marine microorganisms: Macroorganisms as repositories and dispersal agents of microbial diversity. Front. Microbiol. 8, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00947>**

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

**Escalas A, Hale L, Voordeckers JW, Yang Y, Firestone MK, Alvarez-Cohen L, Zhou J (2019). Microbial Functional Diversity: From Concepts to Applications. *Ecology and Evolution*.**

**Ce stage peut-il se poursuivre par une thèse ? : *Oui, sur des thématiques en lien avec le microbiome des organismes marins***