



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

SIReNa



**Laboratoire: Research Unit on “Animal and Functionalities of Animal Products” (UR AFPA)**

**PhD supervisor et Co-supervisor:** Pascal FONTAINE (advisor) and Frédérique CHANGEY (co-advisor, Laboratory of Physical Chemistry and Microbiology for the Environment - LCPME)

**Pôle scientifique :** A2F

**Nature de la Bourse :** MESRI

### **Thesis title**

Is the fish diversity a tool to manage the planktonic and sessile microbial communities in recirculated aquaculture systems?

### **Description of the project (1 page maximum):**

Aquaculture is undergoing rapid development worldwide, but the sustainability of aquaculture systems is more and more questioned in view of the many changes taking place (climate, animal welfare, antibiotic resistance, etc.). The mobilisation of agroecological principles in fish production is increasingly recommended, particularly with a goal of exploiting biodiversity (i.e. planned and associated biodiversity) within farming systems. Such approaches remain to be explored in artificial systems such as Recirculated Aquaculture Systems (RAS). At the same time, integrated animal health management is highly recommended (no pesticides or antibiotics). The functioning of RAS is highly dependent on the equilibrium between the various biological communities present, particularly fish (polyculture) and microbial communities (ex: biofilter, associated biodiversity), and in some cases plant community (in the case of aquaponics).

Fish show a very high biological diversity in their morpho-anatomical organization, particularly in their digestive tract, due to the existence of very varied diets (herbivorous, omnivorous and carnivorous species). These characteristics influence the microbiota present in the digestive tract of fish and could therefore affect the microbial communities present in the RAS. The microorganisms present in the RAS inputs (water, food, material, farmer ...) could also influence the microbial communities. In parallel, the production of mucus (bactericidal

properties) on the skin of fish is more or less abundant according to species and could also influence the microbial communities.

Within the framework of an experimental approach that will be based on the equipment of the Aquaculture Experimental Platform (PEA) of the AFPA research unit (structure affiliated with the European AQUAEXCEL network and labelled LUE INFRA+), the objectives of the thesis will be (i) to characterize the effects of fish diversity (monoculture vs. polyculture) and microbial inputs in closed circuits on fixed and circulating microbial diversity within the framework of a dynamic approach, and (ii) to test the hypothesis that biomanipulation of the fish compartment (species association) allows for regulation of microbial communities in closed circuits. The impact on microbial communities related to the purification capacity of fish effluents and the prevention of the emergence of fish pathologies will be analysed, as well as the permissiveness of the systems.

Expected skills: The candidate should be motivated, autonomous and have a solid experience in microbiology (Pasteurian microbiology) and molecular biology (New Generation Sequencing, qPCR, metabarcoding). Complementary knowledge in biostatistics, fish immunology and physiology would be a great advantage. The applicant should be able to write, read and speak fluently in English, and will train for a degree in animal experimentation. A stay of several months in a foreign English-speaking laboratory will be strongly encouraged.

**Keywords:** Fish diversity, microbial ecology, transfers of microbial communities, agro-ecology, biocontrol, aquaculture, antibiotic resistance

Applications: Files (CV + motivation letter + 2 personal references) must be sent by 31/05/22 to [p.fontaine@univ-lorraine.fr](mailto:p.fontaine@univ-lorraine.fr) and [frederique.changey@univ-lorraine.fr](mailto:frederique.changey@univ-lorraine.fr)



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

SIReNa



**Laboratoire(s) d'accueil : Unité de Recherche Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (UR AFPA)**

**Encadrants :** Pascal FONTAINE (directeur) and Frédérique CHANGEY (co-directrice, LCPME)

La thèse sera co-pilotée avec le laboratoire de Chimie Physique et Microbiologie pour les Matériaux et l'Environnement (LCPME, localisé à Vandœuvre-lès-Nancy)

**Pôle scientifique : Agronomie, Agro-Alimentaire, Forêt (A2F)**

**Nature de la Bourse :** MESRI

### **Titre de la thèse**

La diversité ichthyologique peut-elle être un outil pour la gestion des communautés microbiennes fixées et circulantes dans les élevages aquacoles en circuit fermé

### **Description du projet (1 page maximum):**

A l'échelle mondiale, on observe un développement très rapide de l'aquaculture, mais la durabilité des systèmes de production aquacole est de plus en plus questionnée du fait de nombreux changements en cours (climat, bien-être animal, résistance aux antibiotiques, etc.). La mobilisation des principes de l'agroécologie dans le domaine de la pisciculture est de plus en plus recommandée, en s'appuyant notamment sur une exploitation de la biodiversité disponible dans les systèmes d'élevage (biodiversité planifiée ou associée). De telles approches ont été très peu étudiées dans des environnements artificiels tels que des systèmes de production en circuit fermé (eau recyclée). En parallèle, une gestion intégrée de la santé des animaux est aussi de plus en plus recherchée (réduction de l'usage des pesticides et des antibiotiques). Le fonctionnement d'un circuit fermé dépend étroitement des équilibres existant entre les différentes communautés biologiques présentes dans le système, en particulier les communautés ichthyologiques (polyculture) et microbiennes (ex : biofiltres, biodiversité associée), incluant également dans certains cas les communautés végétales (aquaponie).

Les poissons présentent une très forte diversité biologique dans leur organisation morpho-anatomique, en particulier au niveau de leur tractus digestif du fait de la diversité des régimes alimentaires rencontrés (espèces herbivores, omnivores et carnivores). Ces caractéristiques influencent les microbiotes présents dans les tubes digestifs des poissons et pourrait en conséquence influencer les communautés microbiennes présentes dans les circuits fermés. Par ailleurs, ces communautés microbiennes pourraient également être sous l'influence de divers intrants (eau, aliments, matériels, hommes ...). Enfin, la production de mucus aux propriétés bactéricides par la peau des poissons, qui est plus ou moins abondante selon les espèces, pourrait aussi influencer les communautés microbiennes.

Dans le cadre d'une approche expérimentale qui s'appuiera sur les équipements de la Plateforme Expérimentale en Aquaculture PEA de l'UR AFPA (structure affiliée au réseau européen AQUAEXCEL et labellisée LUE INFRA+), les objectifs de la thèse seront (i) d'une part de caractériser les effets de la diversité ichtyologique (monoculture vs polyculture) et des intrants microbiens dans les circuits fermés sur les diversités microbiennes fixées et circulantes dans le cadre d'une approche dynamique, et (ii) d'autre part de tester l'hypothèse qu'une biomanipulation du compartiment poisson (association d'espèces) permet une régulation des communautés microbiennes des circuits fermés. L'impact sur les communautés microbiennes liées à la capacité d'épuration des effluents piscicoles et à la prévention de l'émergence de pathologies pour les poissons sera analysé, ainsi que la permissivité des systèmes.

Compétences souhaitées : le(la) candidat(e) devra être motivée, autonome et avoir des bases solides en microbiologie pasteurienne et en biologie moléculaire (séquençage à haut débit, qPCR, metabarcoding). Des compétences complémentaires en biostatistiques, immunologie et physiologie des poissons sont vivement souhaitées. Le(la) candidat(e) devra avoir un bon niveau d'anglais avec une réelle capacité de lecture, de rédaction et d'élocution. Il devra être suivre une formation dans le domaine de l'expérimentation animale. Au cours de la thèse, un séjour dans un laboratoire étranger anglophone sera fortement encouragé.

Mots clés : Diversité ichtyologique, écologie microbienne, transferts de communautés microbiennes, agroécologie, biocontrôle, aquaculture, antibio-résistance

Documents à adresser et personnes à contacter : un CV + une lettre de motivation + 2 lettres de recommandation devront être adressés avant le 31/05/2022 à [p.fontaine@univ-lorraine.fr](mailto:p.fontaine@univ-lorraine.fr)  
ET [frederique.changey@univ-lorraine.fr](mailto:frederique.changey@univ-lorraine.fr)

Liste des publications :

- Attramadal, K. J., Truong, T. M. H., Bakke, I., Skjermo, J., Olsen, Y., & Vadstein, O. (2014).** RAS and microbial maturation as tools for K-selection of microbial communities improve survival in cod larvae. *Aquaculture*, 432, 483-490.
- Bolnick, D. I., Snowberg, L. K., Hirsch, P. E., Lauber, C. L., Knight, R., Caporaso, J. G., & Svanbäck, R. (2014).** Individuals' diet diversity influences gut microbial diversity in two freshwater fish (threespine stickleback and Eurasian perch). *Ecology letters*, 17(8), 979-987.
- Dumont, B., PUILLET, L., Martin, G., Saviotto, D., Aubin, J., Ingrand, S., Niderkorn, V., Steinmetz, L., Thomas, M., 2020.** Incorporating diversity into animal production systems can increase their performance and strengthen their resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4 (109), 1-15.
- Eck, M., Sare, A. R., Massart, S., Schmautz, Z., Junge, R., Smits, T. H., & Jijakli, M. H. (2019).** Exploring bacterial communities in aquaponic systems. *Water*, 11(2), 260.
- Gerzova, L., Videnska, P., Faldynova, M., Sedlar, K., Provaznik, I., Cizek, A., & Rychlik, I. (2014).** Characterization of microbiota composition and presence of selected antibiotic resistance genes in carriage water of ornamental fish. *PLoS One*, 9(8).
- Fu, J., Yang, D., Jin, M., Liu, W., Zhao, X., Li, C., ... & Li, J. W. (2017).** Aquatic animals promote antibiotic resistance gene dissemination in water via conjugation: role of different regions within the zebra fish intestinal tract, and impact on fish intestinal microbiota. *Molecular ecology*, 26(19), 5318-5333.
- Khalil, S., Panda, P., Ghadamgahi, F., Rosberg, A., & Vetukuri, R. R. (2021).** Comparison of two commercial recirculated aquacultural systems and their microbial potential in plant disease suppression. *BMC microbiology*, 21(1), 1-19.
- Larsen, A. M., Mohammed, H. H., & Arias, C. R. (2014).** Characterization of the gut microbiota of three commercially valuable warmwater fish species. *Journal of applied microbiology*, 116(6), 1396-1404.
- Larsen, A., Tao, Z., Bullard, S. A., & Arias, C. R. (2013).** Diversity of the skin microbiota of fishes: evidence for host species specificity. *FEMS microbiology ecology*, 85(3), 483-494.
- Martins, P., Cleary, D. F., Pires, A. C., Rodrigues, A. M., Quintino, V., Calado, R., & Gomes, N. C. (2013).** Molecular analysis of bacterial communities and detection of potential pathogens in a recirculating aquaculture system for *Scophthalmus maximus* and *Solea senegalensis*. *PLoS one*, 8(11), e80847.
- Mori, J. & Smith, R. Transmission of waterborne fish and plant pathogens in aquaponics and their control with physical disinfection and filtration: A systematized review. *Aquaculture* 504, 380–395 (2019).
- Porsby, C. H., Nielsen, K. F., & Gram, L. (2008).** Phaeobacter and Ruegeria species of the Roseobacter clade colonize separate niches in a Danish turbot (*Scophthalmus maximus*)-rearing farm and antagonize *Vibrio anguillarum* under different growth conditions. *Applied and environmental microbiology*, 74(23), 7356-7364.
- Sugita, H., Nakamura, H., & Shimada, T. (2005).** Microbial communities associated with filter materials in recirculating aquaculture systems of freshwater fish. *Aquaculture*, 243(1-4), 403-409.