

## SUJET DE CONTRAT DOCTORAL

### **Laboratoire**

UMR LIENSs, La Rochelle  
UMR EPOC, Bordeaux

**Lieu principal d'activité** : La Rochelle

### **École doctorale**

École Doctoral Sciences pour l'Environnement Gay  
Lussac

### **Sujet de thèse**

#### **Intitulé scientifique**

Réponses bioénergétiques et comportementales des organismes aquatiques aux vagues de chaleur et à la contamination aux filtres UV: applications en bio-monitoring de la qualité du milieu aquatique.

#### **Intitulé vulgarisé**

Conséquences sur les organismes côtiers de l'augmentation de température et de l'exposition aux filtres UV contenus dans les produits solaires.

#### **Mots clés :**

Stress environnementaux, métabolisme, comportement, bivalves, poissons

### **Direction de la thèse**

Christel Lefrançois, MCF HDR (75%) et Damien Tran, CR CNRS HDR (25%)  
Co-encadrement T. Milinkovitch post doc CNRS

### **Descriptif du sujet**

Les événements climatiques extrêmes, telles que les vagues de chaleurs, contribuent à augmenter les activités de loisirs sur le littoral et, de ce fait, sont enclin à accroître la quantité de filtres UV libérés dans le milieu marin par les utilisateurs de crèmes solaires (et autres produits cosmétiques). Les filtres UV sont détectés à des concentrations élevées dans les écosystèmes aquatiques, bio-accumulés et bio-amplifiés dans la chaîne alimentaire; toutefois, leur toxicité est à l'heure actuelle très mal évaluée. En effet, bien que des recherches aient été menées sur la toxicité de ces composés dans les écosystèmes dulçaquicoles, peu se sont intéressées aux écosystèmes marins. En parallèle de la contamination aux filtres UV, les vagues de chaleurs provoquent des augmentations drastiques de la température de l'eau (Cf. la canicule chronique de Juillet 2019 en France). Si peu d'études se sont consacrées à l'impact des filtres UV, aucune ne concerne les effets combinés des ces 2 facteurs (contamination aux filtres UV et augmentation de température) sur les organismes marins.

Ce projet de thèse sera organisé en 2 actions principales. L'action 1 consistera à évaluer au travers d'approches expérimentales en conditions contrôlées les impacts de la contamination aux filtres UV et de l'augmentation de température de l'eau sur le métabolisme et le comportement de 2 espèces côtières : le mulot *Liza aurata* et la moule *Mytilus edulis*. L'action 2 visera à valider en conditions semi-contrôlées (mésocosmes outdoors) les réponses comportementales obtenues en Action 1 et explorer leur pertinence en tant que bio-indicateurs in situ et précoces de la qualité de l'eau.

En parallèle de cette thèse, (a) la relation avec la pression liée aux activités récréatives côtières sera explorée par collaboration avec des spécialistes en Sciences Humaines et Sociales (SHS), et (b) des prélèvements seront effectués in situ afin d'évaluer le niveau de contamination sur les sites de La Rochelle, Arcachon et Palavas. Le doctorant sera amené à collaborer avec les partenaires SHS et chimistes du projet CUTE, projet de rattachement du présent sujet de thèse (cf ci-après).

### **Retombées sociétales :**

Cette thèse rendra possible l'exploration des réponses comportementales chez les organismes aquatiques en tant qu'indicateurs de la qualité de leur milieu, et donc du risque sanitaire associé en cas de dégradation. L'ouverture de nouvelles perspectives dans les systèmes de surveillance et de contrôle, basés sur une détection en temps réel et non invasives (car ne nécessitant pas de prélèvement sur les organismes) contribuera à un déclenchement plus rapide et donc plus efficace des actions opérationnelles (sensibilisation du publique, fermeture ou réduction de canalisation charriant les effluents, régulation des rejets de stations d'épuration, ...) ; ce projet s'inscrit par conséquent dans une démarche 'one health', et de croissance bleue.

### **Travail demandé au doctorant**

**Action 1**- Effets sur le comportement et la bioénergétique du mulot et de la moule exposés aux filtres UV et canicules.

Le niveau de contamination de l'eau sera choisi en fonction des données chimiques obtenues *in situ* pendant des campagnes de terrain qui se dérouleront au cours des périodes caniculaires et qui consisteront à prélever de l'eau, des sédiments et des organismes marins. Au cours de l'approche expérimentale qui en découlera, les animaux seront d'abord exposés à de l'eau contaminée en considérant un traitement de contrôle et 2 niveaux contaminés (1x, 10x avec x comme condition de référence *in situ*). Ensuite, ces groupes d'organismes contaminés seront exposés à une température stable ou variable (challenge thermique, cycle journalier,...) selon les données observées sur le terrain.

La bioénergétique des organismes sera étudiée par l'évaluation du registre métabolique aérobie (AMS) en utilisant des méthodes de respirométrie. L'AMS, c'est-à-dire la différence entre le taux métabolique maximal et le taux métabolique standard, estime l'apport aérobie instantané qu'un organisme peut allouer pour soutenir ses activités, comme la croissance, la digestion... L'AMS est un indicateur pertinent de la condition physiologique individuelle et devrait diminuer chez les individus contaminés en raison des processus de désintoxication coûteux en énergie. L'AMS sera mesuré par consommation d'oxygène sur les espèces ciblées qui seront placés individuellement dans des respiromètres adaptés. L'estimation du métabolisme sera couplée à l'estimation de l'activité nataoire chez les poissons, et à des mesures de valvométrie chez les moules.

Les approches comportementales seront ciblées sur les poissons et les bivalves. La distribution de groupes de poissons sera explorée dans des structures expérimentales spécifiques permettant de les exposer à des gradients de facteurs environnementaux. Cela permettra d'évaluer le seuil de détection des contaminants par les poissons. Parallèlement, l'activité de nage chez des individus isolés ou en banc sera évaluée puisqu'il a déjà été démontré que des conditions défavorables pouvaient engendrer une modification de leur vitesse de nage (incluant une activité ou immobilité excessive), ainsi que de la structure de banc. Cette tâche fournira des informations fondamentales pour la tâche décrite ci-dessous, puisqu'elle permettra d'identifier des réponses comportementales clés représentatives de la baisse de la qualité de l'eau. Au niveau des bivalves, le comportement sera étudié par valvométrie. En réponse à l'exposition aux filtres UV, conjointement ou non au stress thermique, les modifications du comportement valvaires seront analysées. De plus, par une analyse chronobiologique, il sera étudié l'impact sur les rythmes biologiques comportementaux.

En parallèle, le stress oxydant sera mesuré au travers de la concentration d'un métabolite, le malondialdéhyde, dans un organe cible des contaminants (le foie) mais également dans les organes impliqués dans les processus comportementaux et métaboliques (cerveau, muscles, branchies). Ces mesures permettront de lier l'impact sub-individuel du stress oxydant avec les répercussions observées sur le comportement et le métabolisme au niveau de l'individu.

**Action 2-** Potentialité d'utilisation des réponses comportementales en tant que *proxi in situ* d'alerte précoce d'une qualité de l'eau en déclin.

Les travaux menés dans cette action seront les plus ambitieux ; cette dernière étant l'étape indispensable à la transposition *in situ* des bio-indicateurs identifiés expérimentalement, et donc de leur validation. La plupart des études impliquant des bio-indicateurs permettent de révéler a posteriori l'exposition à des stress environnementaux. Jusqu'à maintenant peu de travaux ont été dédiés au développement de bio-indicateurs nous informant en temps réel des modifications de la qualité environnementale, et de leurs conséquences. Par ailleurs, ces bio-indicateurs non précoces consistent le plus souvent en des réponses au niveau cellulaire, voire sub-cellulaire, dont les conséquences sur l'individu ne sont pas forcément établies, et d'autant moins au niveau écologique. L'objectif principal sera donc d'établir une solide base de connaissances pour le développement successif de systèmes opérationnels pour l'acquisition, au niveau de l'individu en entier et en temps réel, d'indicateurs comportementaux.

Les actions seront dans un premier temps menées sur des mulots et des moules transférés en mésocosmes hors sol. Ces derniers permettent un contrôle fin des paramètres environnementaux dans des volumes permettant l'expression quasi-naturelle du comportement. En seconde phase, des tests seront conduits sur des individus encagés dans des structures flottantes placées pour les poissons ou placés sur un support pour les moules, en mésocosmes semi-naturels reproduisant des conditions encore plus réalistes. Ces mésocosmes sont des bassins typiques des marais salants atlantiques, détenus par le laboratoire LIENSs, dont l'hydrodynamisme dépend des marées et est régulé via un système d'écluses. Une observation vidéo sous-marine sera requise ; elle sera développée en coordination avec SUBSEATECH dans le cadre de la collaboration établie dans le projet ERA-NET-marTERA Biosys. Un focus particulier sera fait sur l'activité de nage et la cohésion des groupes d'individus. A niveau du comportement valvaire, l'activité comportementale des moules sera suivie à distance et en directe via le réseau de téléphonie mobile.

Des algorithmes d'analyse d'images seront développés dans ce projet européen Biosys. Une collaboration pourra être engagée avec le L3i (Laboratoire Informatique, Image, Interaction- Univ. La Rochelle); le doctorant participera secondairement à ce développement d'algorithmes, mais sera en

tous les cas associé aux discussions relatives à sa réalisation.

### **Accompagnement du doctorant**

Le/a doctorant/e sera co-dirigé/e par Christel Lefrançois (MC HDR, LIENSs) et Damien Tran (CR CNRS, EPOC), ainsi que co-encadré/e par T. Milinkovitch (post doctorat, LIENSs).

Ces travaux s'inscrivent dans un projet ANR Contaminants Environnement Santé ayant débuté en janvier 2019 et étant financé pour une durée de 36 mois. Ce projet réunit 3 partenaires (LIENSs, EPOC Bordeaux et Cedre Brest) et s'intitule CUTE- Coastal UV-filters contamination as a consequence of recreational pressure during extreme Thermal events: behavior and bioenergetics to assess the Effects and to identify early warning bioindicators.

Par ailleurs, les approches développées in situ seront particulièrement soutenu par un projet européen ERANET- MarTERA ayant reçu son financement en décembre 2017, pour un démarrage en 2018 et ce, pour une période de 4 ans.

Le/a doctorant/e sera encouragé/e à participer activement à la valorisation de ses résultats dans des congrès nationaux et internationaux durant sa thèse. Le/a doctorant/e sera également accompagné/e dans la valorisation de ses travaux sous forme écrite dans des publications de rang A, mais aussi encouragé/e à participer à des actions de vulgarisation (Sciences en fête, Ma thèse en 180 secondes, ...) ou des journées portes-ouvertes afin d'expliquer au grand public les travaux menés dans le cadre de ce projet.

## **PROFIL RECHERCHÉ**

### **Formation**

Ecophysiologie/ Biologie des organismes et populations/ Ecologie comportementale

### **Compétences requises**

- expérimentation au laboratoire
- bonnes compétences en statistiques et en analyse de données
- anglais lu, écrit et parlé
- bonne capacité de rédaction
- rigueur, capacité à communiquer et travailler en équipe, autonomie, initiative.

## **CANDIDATURE**

### **Dossier**

Envoyer un CV, une lettre de motivation, le diplôme de Master, les relevés de notes (Licence & Master), 2 lettres de recommandation à :

Christel Lefrançois : [clefranc@univ-lr.fr](mailto:clefranc@univ-lr.fr)

Thomas Milinkovitch : [thomas.milinkovitch01@univ-lr.fr](mailto:thomas.milinkovitch01@univ-lr.fr)

### **Date limite**

Les dossiers sont à envoyer au plus tard le 13 septembre 2019 et les entretiens des candidats sélectionnés se dérouleront les 24 et 25 septembre 2019.

**NB : merci d'envoyer le tout dans un seul fichier au format pdf.**

### **Références:**

- **Milinkovitch T.**, Lucas J., **Le Floch S.**, Thomas-Guyon H, **Lefrançois C.** 2012. Effect of dispersed crude oil exposure upon the aerobic metabolic scope in juvenile golden grey mullet (*Liza aurata*). Mar. Pol. Bull. 64: 865-871. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2012.01.023](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.01.023)
- Lucas J., Percelay I., Larcher T., **Lefrançois C.** (2016). Effects of pyrolytic and petrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons on swimming and metabolic performance of zebrafish contaminated by ingestion. Ecotox. Env. Saf. 132 : 145-152. <http://dx.doi.org/biblioplanets.gate.inist.fr/10.1016/j.ecoenv.2016.05.035>
- Claireaux G. and **Lefrançois C.** 2007. Linking environmental variability and fish performance : integration through the concept of scope for activity. *Philosophical Transaction of the Royal Society.* 362 (1487): 2031-2041. DOI : [10.1098/rstb.2007.2099](https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2099).
- Andrade, H., Massabuau, J-C., Cochrane, S., **Tran, D.**, Ciret, P., Sow, M., Camus, L. (2016) High frequency non-invasive (HFNI) bio-sensors as a potential tool for marine monitoring and assessments. Front. Mar. Sci. 3:187. doi:10.3389/fmars.2016.00187.
- **Tran D.**, H. Haberkorn, P. Soudant, P. Ciret, and J.-C. Massabuau. (2010) Behavioral responses of *Crassostrea gigas* exposed to the harmful algae *Alexandrium minutum*. Aquaculture, 298: 338-345.