

Sujet de thèse mis au concours de l'Ecole Doctorale BISE de l'Université de Caen Normandie

Evaluation des effets des anodes sacrificielles en aluminium chez les mollusques : répartition et transfert dans les différents compartiments (eau, sédiment, biote) et évaluation des effets biologiques.

1. Présentation de l'Unité de recherche d'accueil

UMR BOREA (Biologie des ORganismes et Ecosystèmes Aquatiques) (Dir. : Dr. S. Dufour)
MNHN, CNRS 7208, UPMC, IRD 207, UNICAEN, UA
<http://www.borea.mnhn.fr>

Site Caennais : Université de Caen Normandie, Esplanade de la Paix, 14000 Caen, France
Responsable du Laboratoire : Pr. Pascal Sourdain (Caen)

Groupe Ecotoxicologie : Pr. J.-M. LEBEL (02.31.56.56.62, jean-marc.lebel@unicaen.fr)

Directeurs de thèse: Dr Antoine SERPENTINI / Dr Christelle CAPLAT

Téléphone : 02.31.56.56.13 / 02.33.01.83.43

E-mail : antoine.serpentini@unicaen.fr / christelle.caplat@unicaen.fr

Les recherches menées au sein de l'Unité Mixte de Recherche BOREA ont pour objectif « l'étude de la biologie évolutive et l'écologie des organismes aquatiques ». Les travaux menés au sein de l'UMR visent à comprendre, par des approches multidisciplinaires et intégratives, l'origine, le rôle et les mécanismes de l'évolution de la biodiversité aquatique afin de contribuer à prédire ses réponses vis-à-vis des changements globaux, anthropiques et climatiques.

L'UMR qui comporte 7 équipes est une unité multi-sites avec une implantation à l'Université de Caen Normandie où se dérouleront les travaux de la thèse. Ce site regroupe des enseignants chercheurs (23 EC) de 3 équipes dont les membres de l'équipe 1 (équipe d'accueil pour le financement demandé). L'un des thèmes développés au sein de l'équipe 1 concerne l'étude des réponses physiologiques des mollusques marins aux contraintes environnementales, notamment l'exposition chronique aux contaminants d'origine anthropique. Nos travaux visent à analyser la façon dont les organismes marins (mollusques) peuvent développer des stratégies d'acclimatation dans un environnement (écosystèmes côtiers) soumis à une influence anthropique croissante (changement global et/ou locaux) à l'origine d'un milieu de vie de plus en plus fluctuant et "stressant". Cette thématique écotoxicologique sera élargie aux impacts sur les populations, communautés et les réseaux trophiques dans les écosystèmes et ceci dans un contexte de changement climatique global.

L'une des originalités de nos travaux consiste à associer largement les approches *in situ* (caging) - en milieu contrôlé - *in vitro* (cultures primaires d'hémocytes). Par ailleurs, afin d'évaluer les effets potentiels des contaminants, nous tentons de diversifier nos approches tant du point de vue a- du [Tapez ici]



niveau d'études [moléculaire, cellulaire, organisme] que de b celui des stades de vie (adultes mais également stade larvaire/embryon), ou c du niveau fonctionnel (détoxification, stress oxydatif, génotoxicité, cycle cellulaire, etc...).

Le sujet de thèse proposé a été sélectionné pour le concours de l'EDN BISE école Doctorale Normande Biologie Intégrative, Santé, Environnement.

2. Contexte scientifique :

Les écosystèmes côtiers sont des espaces soumis à une pression importante du fait de leur anthropisation et sont devenus particulièrement vulnérables. Bien que la contamination du milieu marin aux contaminants soit relativement faible en comparaison à d'autres écosystèmes ; elle est cependant constante et les espèces y sont exposées de façon chronique.

Dans ce contexte d'anthropisation des écosystèmes, la mise en place de projets off-shores, l'accroissement de l'urbanisation côtière, les aménagements du littoral et l'exploitation des ressources naturelles correspondent à des pressions de plus en plus prégnantes sur les milieux littoraux. Parmi les anthropo-constructions affectant la biodiversité, le fonctionnement et la résilience des écosystèmes côtiers, les constructions offshore suscitent un intérêt particulier.

L'une des questions concerne la biocorrosion. Plusieurs techniques de protection contre la corrosion existent, la plus répandue étant l'utilisation d'anodes sacrificielles. Les anodes en aluminium (93,2% minimum) sont largement utilisées pour protéger les structures exposées à l'eau de mer. Parmi elles figurent les éoliennes offshore dont 6500 seront installées en mer du Nord d'ici 2020 (75 au large de Courseulles-sur-Mer). L'oxydation de l'anode entraîne une diffusion d'éléments métalliques dans le milieu. Si l'aluminium est un constituant majeur de la croûte terrestre, sa biodisponibilité et sa toxicité dans les différents compartiments de l'environnement dépendent de sa spéciation chimique. La Directive-Cadre sur l'Eau (2008/56/CE) n'intègre pas l'aluminium dans les substances prioritaires. Toutefois, sa concentration dans l'eau de mer sans effet prévisible pour l'environnement (PNEC) est estimée à 6 ngL⁻¹. Afin d'appréhender ces impacts potentiels, au-delà de cette concentration, il convient de développer une approche interdisciplinaire.

3. Description du projet :

L'objectif des travaux de thèse sera d'étudier les effets de la dissolution des anodes sacrificielles en aluminium sur l'environnement marin (eau, sédiment et biote). Les travaux seront basés sur des essais menés en laboratoire grâce à un pilote expérimental permettant de contrôler la dissolution des anodes en eau de mer naturelle. Ce mésocosme particulièrement original nous a permis d'analyser les effets d'un autre métal (le zinc) chez les mollusques (cf Mottin et al, Mar Pollut Bull 2012 ; Caplat et al, Arch Environ Contam Toxicol 2012). Les tests d'exposition *in-vitro* et *in-vivo* seront menés sur des espèces marines d'intérêt économique (huître, moule et ormeau) à différents stades de leur vie, pour estimer la bioaccumulation au sein des individus exposés et évaluer la toxicité potentielle des eaux contaminées. L'évaluation des effets chroniques sera centrée sur les mécanismes moléculaires et cellulaires associées à la défense des organismes (immunotoxicité) ainsi que sur les perturbations de fonctions physiologiques clés telles que la reproduction, le développement embryo-larvaire et la métamorphose. Une exposition des espèces en milieu naturel par la méthode de caging est également envisagée. Le modèle original de culture primaire d'hémocytes développé par notre groupe permettra de s'intéresser aux modes d'action du contaminant grâce à l'approche *in vitro*.

[Tapez ici]



Approches développées

- Approches classiques en biochimie (génomique, activités enzymatiques), biologie cellulaire (cultures primaires), et analyses chimiques pour le dosage des métaux.
- Pour les approches techniques, le doctorant pourra bénéficier des plateformes techniques de la Structure Fédérative 4206 ICORE (Interactions Cellules, Organismes, Environnement) de l'Université de Caen Normandie, notamment pour l'approche cytométrie en flux.

4. Financement

Cette thématique s'inscrit dans l'un des axes prioritaires du contrat quinquennal de l'UMR BOREA. Par ailleurs, une demande ANR dans le cadre du réseau France Energie Marine (FEM) sera déposée courant avril 2017 (3^{ème} AAP ITE EMR). Un projet Agence de l'Eau Seine Normandie relatif à cette thématique est également en cours de dépôt.

5. Expérience et formation souhaitées du candidat :

Le/la candidat(e) devra être titulaire d'un Master 2 Recherche en Sciences biologiques et posséder des connaissances en biologie marine et écologie (y compris en traitement des données). De plus, des compétences en écotoxicologie seront grandement appréciées. Il/elle devra pouvoir mener des travaux aussi bien en laboratoire (biochimie, biologie cellulaire, analyses chimiques...) qu'*in situ* (échantillonnages et suivis des paramètres de l'environnement). Le/la candidat(e) devra être capable de communiquer en anglais.

6. Dossier de candidature

Le dossier de candidature comportera un CV, une lettre de motivation, les relevés de notes de Licence 3, Master 1 et Master 2, et une lettre de recommandation d'un encadrant de stage (M1 ou M2 si possible). Le dossier est à adresser à Antoine Serpentine et Christelle Caplat : antoine.serpentine@unicaen.fr, christelle.caplat@unicaen.fr.

Les dossiers sont à retourner **le plus tôt possible à partir de début mai 2017**. Les personnes dont le dossier sera retenu seront convoquées pour un entretien avec l'équipe encadrante courant juin 2017.

Dernières publications du groupe (2014-2016) relatives aux effets des contaminants

Letullier A., Minguez L., Costil K., Halm-Lemeille M.P., Lebel J.M., **Serpentine A.** (2014). In vitro effects of five pharmaceuticals on the viability of the European abalone hemocytes, *Haliotis tuberculata*. *Journal of Xenobiotics*, 4: 4900, 78-80.

Minguez L., Farcy E., Ballandonne C., Lepailleur A., **Serpentine A.**, Lebel J.M., Bureau R., Halm-Lemeille M.P. (2014) Acute toxicity of 8 antidepressants : what are their modes of action ? *Chemosphere*, 108, 314-319.

Minguez L., Halm-Lemeille M.P., Costil K., Bureau R., Lebel J.M., **Serpentine A.** (2014) Assessment of cytotoxic and immunomodulatory properties of four antidepressants on primary cultures of abalone hemocytes (*Haliotis tuberculata*). *Aquatic Toxicology*, 153, 3-11.

Minguez L., Di Poi C., Farcy E., Ballandonne C., Benchouala A., Bojic C., Cossu-Leguille C., Costil K., **Serpentine A.**, Lebel J.-M., Halm-Lemeille M.-P. (2014). Comparison of the sensitivity of seven marine and freshwater bioassays as regards antidepressant toxicity assessment. *Ecotoxicology* 23: 1744-1754.

Mottier A., Kientz-Bouchard V., Dubreule C., **Serpentine A.**, Lebel J.M., Costil K. (2014) Effects of acute exposures to mecoprop, mecoprop-p and their biodegradation product (2-MCP) on the larval stages of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquatic Toxicology*, 146, 165-175.

[Tapez ici]



Mottier A., Séguin A., Devos A., Le Pabic C., Voiseux C, Lebel J.-M., **Serpentini A.**, Fievet B., Costil K. 2015. Effects of subchronic exposure to glyphosate in juvenile oysters (*Crassostrea gigas*): from molecular to individual levels. *Marine Pollution Bulletin*, 95, 665-677.

Ladhar-Chaabouni R., Machreki-Ajmi M., **Serpentini A.**, Lebel J.-M., Hamza-Chaffai A. (2015) Does a short-term exposure to cadmium chloride affects haemocyte parameters of the marine gastropod *Haliotis tuberculata*. *Environmental Sciences and Pollution Research*, Vol. 22, Issue 22, pp. 17343-17349.

Di Poi C., Evariste L., Seguin A., Mottier A., Pedelucq J., Lebel J.M., **Serpentini A.**, Budzinski H., Costil K. (2016) Sub-chronic exposure to fluoxetine in juvenile oysters (*Crassostrea gigas*) : uptake and biological effects *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 23- Issue 6, pp. 5002-5016.

Seguin A., Caplat C., **Serpentini A.**, Lebel J.M., Menet-Nedelec F., Costil K. (2016) Metal bioaccumulation and physiological condition of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) reared in two shellfish basins and a marina in Normandy (northwest France). *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 106, Issues 1-2, pp 202-214.

Ladhar-Chabounii R., Houel T., **Serpentini A.**, Karray S., Lebel J.-M., Hamza-Chaffai A. (2016). Responses of primary cultured haemocytes derived from the marine gastropod *Haliotis tuberculata* to an industrial effluent exposure. *Cytotechnology*, doi: 10.1007/s10616-016-0050-7.

Seguin A., Mottier A., Perron C., Lebel J.-M., **Serpentini A.**, Costil K. (2017) Sub-lethal effects of a glyphosate-based commercial formulation and adjuvants on juvenile oysters (*Crassostrea gigas*) exposed for 35 days. *Marine Pollution Bulletin* – <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.028>

[Tapez ici]

