

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement : ARED - ISblue - ETABLISSEMENTS - ...

Identification du projet

Acronyme du projet (8 caractères *maximum*) : **BCoTra**

Intitulé du projet en langue française : Trajectoires temporelles des structures taxinomiques et fonctionnelles des communautés de macrofaune benthique en réponse aux contraintes du milieu : vers une meilleure compréhension des dynamiques en zone côtière

Intitulé du projet en langue anglaise : Benthic macrofauna Communities taxonomic and functional temporal Trajectories under environmental constraints: towards a better understanding of coastal zone dynamics

Domaine d'innovation stratégique (DIS) du projet

Cocher le DIS prioritaire au sein duquel le projet de thèse s'intègre.

- DIS 1 : Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative
- DIS 2 : Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité
- DIS 3 : Activités maritimes pour une croissance bleue
- DIS 4 : Technologies pour la société numérique
- DIS 5 : Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie
- DIS 6 : Technologies de pointe pour les applications industrielles
- DIS 7 : Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

- « Projet Blanc »

Préciser le sous-domaine correspondant :

7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des écosystèmes et de leurs interactions

Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)

Établissement porteur du projet : Université de Bretagne Occidentale (UBO)

Ecole Doctorale : Ecole Doctorale des Sciences de la Mer et du Littoral (EDSML)

Identification du-de la responsable du projet (futur-e directeur-trice de thèse)

Nom du laboratoire d'accueil : LEMAR – Laboratoire des sciences de l'environnement marin

Code du laboratoire : UMR 6539

Directeur du Laboratoire : Luis Tito de Morais

Nom de l'équipe de recherche : DISCOVERY

Nombre HDR dans le laboratoire : 48

Nombre de thèses en cours : 47

Nombre de post-docs en cours : 12

Nom et prénom du directeur de thèse (HDR), porteur du projet : CAM, EMMANUELLE (PR UBO)

- **Courriel :** emmanuelle.cam@univ-brest.fr

- **Téléphone :** +33 (0)2 98 49 88 79

- **Publications récentes du directeur-trice de thèse** (nb total et 5 références max au cours des 5 dernières années) :

Nombre total – 45

1. Gimenez, O., **Cam, E.** & Gaillard, J.M. 2017. Individual heterogeneity and capture-mark-recapture models : what, why and how ? *Oikos* DOI : 10.1111/oik.04532
2. Authier, M., Aubry, L.M. & **Cam, E.** 2017. Wolf in Sheep's Clothing : Model Misspecification Undermines Tests of The Neutral Theory for Life Histories. *Ecology and Evolution*. DOI : 10.1002/ece3.2874
3. Acker, P., Besnard, A., Monnat, J.-Y. & **Cam, E.** 2017. Habitat selection accross spatial scales : is grass always greener on the other side ? *Ecology* DOI : 10.1002/ecy.1962
4. **Cam, E.**, Aubry, L. M., & Authier, M. 2016. The Conundrum of Heterogeneities in Life History Studies. *Trends in Ecology & Evolution*. 31 : 872-886.
5. Mills, J. A., Teplitsky, C., Arroyo, B., Charmantier, A., Becker, P. H., Birkhead, T. R., ... **Cam, E.**, ... *et al.* 2015. Archiving Primary Data: Solutions for Long-Term Studies. *Trends in Ecology & Evolution* 30: 581-589.

- **Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

1. **Sébastien Roques**. 2017-présent. Université Toulouse III (co-encadrement à 20% avec Roger Pradel 80%, Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier) *Threshold effects in the triggering of biological phenomena —reproduction, migration*. Bourse de l'École Doctorale SEVAB, Université Toulouse III.
2. **Paul Acker**. 2013–2017. Université Toulouse III, France. (co-encadrement avec Dr. A. Besnard). *Evolution of coloniality in larids: habitat selection mechanisms in unpredictable environments*. Bourse de l'École Doctorale SEVAB, Université Toulouse III. *Statut actuel, Post-doctorat à l'université d'Aberdeen, Écosse*.
3. **Frédéric Touzalin**. 2013-2017. Université Toulouse III, France. (co-encadrement avec Dr. E. Sirot, Université Bretagne Sud) *Evolutionary demography of a partial migrant shorebird species*. École Doctorale SEVAB, Université Toulouse III. Étudiant salarié à mi-temps : vétérinaire. *Statut actuel, Post-doctorat en Irlande: UCD Laboratory of mammalian evolution and molecular phylogenetics*.

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : GAUTHIER, Olivier (MCF NON HDR)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** : LEMAR UMR6539

- **Courriel** : olivier.gauthier@univ-brest.fr

- **Téléphone** : +33 (0)2 90 91 55 62

- **Expériences d'encadrement et co-encadrement de doctorants (passées et en cours)**

1. **Anaïs Médiou**. En cours 2018-2021. *Sujet* : Origine, déterminants et modélisation statistique des concentrations en méthylmercure dans les thons à l'échelle globale. *Co-encadrement* 20%. *Financement* : UBO/Région Bretagne.
2. **Aurélien Boyé**. *Soutenu en 2018*. *Sujet* : Diversité taxinomique et fonctionnelle des habitats benthiques dans l'espace et dans le temps : une perspective régionale et décennale. *Financement* : LabexMer/Région Bretagne. *Co-encadrement* - 50%. *Situation Professionnelle* : Post-Doctorat.

Autres collaborations :

Jacques Grall, IR UBO, LEMAR UMR6539 et UMS 3113

Miquel De Cáceres Ainsa, Chercheur, Centre Tecnologic Forestal de Catalunya, Espagne

Pierre Legendre, Professeur Titulaire, Département de sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal (Québec), Canada.

Présentation du projet

Résumé du projet : Dans le contexte actuel de changements globaux et d'accroissement des pressions d'origine anthropique sur les écosystèmes marins, ce projet de thèse propose de poursuivre la valorisation scientifique des données d'observation et de suivi d'une gamme d'habitats marins caractéristiques des côtes bretonnes et de leurs biocénoses associées acquises dans le cadre du **Rebent** Bretagne depuis 2003 (15 ans de données). Cette thèse cherchera d'abord à approfondir notre compréhension de la diversité fonctionnelle dans les habitats benthiques côtiers, notamment en entendant la base de données de traits d'histoire de vie de manière à prendre un compte les variations fonctionnelles sur une plus grande longueur de temps, avec une plus grande fréquence d'observation et en tenant compte d'une plus grande partie de la communauté. Elle permettra aussi d'évaluer la congruence des trajectoires temporelles des communautés, et de déterminer les processus sous-jacents pouvant être invoqués pour expliquer des trajectoires non congruentes. En s'appuyant sur une méthodologie nouvelle permettant de comparer directement les trajectoires temporelles, nous pourrons effectuer des comparaisons inter-habitat, inter-compartiment (endofaune/épifaune), ou encore inter-descripteurs (taxonomie/traits, communauté/environnement) malgré les différences liées aux protocoles d'observation et à la nature des données. Finalement, cette thèse cherchera à évaluer à quel point et de quelles manières les analyses que nous menons sur les données issues de séries d'observation peuvent être impactées par les données manquantes. Un dispositif de suivi des communautés de macrobenthos tel que le Rebent est en effet vulnérable à l'absence ponctuelle d'observations initialement prévues et il est nécessaire d'en mesurer les potentiels effets afin d'améliorer le dispositif et de mieux utiliser les données disponibles. Ce projet permettra non seulement de répondre à des questions d'écologie fondamentale sur le fonctionnement des communautés à l'échelle régionale, mais permettra aussi des avancées sur le plan méthodologique. Ces résultats auront, de plus, des retombées sociétales directes car ils mèneront à une meilleure compréhension et de meilleurs moyens pour caractériser l'état écologique des habitats et permettront de proposer des améliorations aux programmes de suivi et de surveillance en place (DCE, DCSMM). Les objectifs de cette recherche s'intègrent parfaitement dans le paysage régional (Zone Atelier Brest-Iroise, EUR ISblue). La réalisation des travaux s'appuiera sur un réseau de collaboration régional (Stations biologiques de Roscoff et de Concarneau), national (RESOMAR) et international (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer, collaborateurs Espagne et Canada).

Présentation détaillée du projet :

1 - Hypothèse et questions posées, identification des points de blocages scientifiques

Depuis 2003, le **Réseau Benthique (Rebent)** coordonne l'acquisition et la bancarisation de données relatives aux habitats, et biocénoses benthiques associées, dans la zone côtière. Dans ce cadre, l'**IUEM** et les **stations biologiques de Roscoff et de Concarneau** mènent des observations sur plusieurs habitats côtiers sédimentaires et rocheux (herbiers de zostères, sables fins inter et subtidiaux, habitats rocheux inter et subtidiaux, bancs de maërl) sur l'ensemble du littoral Breton. A chaque sites, la structure des communautés benthiques, ainsi qu'un ensemble de variables environnementales sont mesurées annuellement en trois points. Au sein de la **Zone Atelier Brest-Iroise (ZABrI)**, cet échantillonnage hivernal est complété par un échantillonnage d'automne.

Nous disposons aujourd'hui de 15 ans de données sur 7 habitats différents observés dans 60 stations réparties autour de la Bretagne. Ce jeu de données conséquent a fait l'objet d'une première thèse soutenue en décembre 2018 et qui s'est concentrée sur quatre habitats, deux intertidaux et deux subtidiaux, se distinguant par la présence d'une espèce fondatrice : les plages et les herbiers intertidaux d'une part, et les banc de maërl et les sédiments meubles subtidiaux d'autre part. Ce travail a permis de faire progresser notre compréhension du fonctionnement de cette zone particulière. Il a, entre autre, fait largement progresser notre compréhension de l'effet stabilisateur à grande échelle spatiale des espèces fondatrices s'exerçant à travers les dynamiques temporelles des communautés et leurs capacités de réponse aux variations des conditions environnementales. Il a aussi fait apparaître le rôle essentiel des sédiments nus dans le maintien de la diversité et du fonctionnement régional. Ceci a été rendu possible, entre autres, par une approche basée sur les traits de vie et le développement d'une base de traits d'histoire de vie (ou *traits fonctionnels*) permettant de décrire les variations spatiales et temporelles du fonctionnement des communautés. Cette base de données porte uniquement sur une fraction des espèces de vers polychètes des habitats benthiques de Bretagne et nous souhaitons la faire progresser afin de répondre à de nouvelles questions. De nombreuses questions d'ordre écologique et méthodologique subsistent donc ou ont été soulevées et le présent projet a pour objectifs principaux :

1) *D'approfondir notre compréhension de la diversité fonctionnelle dans les habitats benthiques côtiers.* Les premiers résultats obtenus dans le cadre du REBENT concernant la diversité fonctionnelle sont-ils généralisables à d'autres échelles temporelles, et aux autres groupes taxinomiques ? Étant donné les contraintes d'une recherche doctorale, ces

analyses ne portent aujourd'hui que sur 3 années d'observation (2007, 2010, 2013) et les seuls polychètes. Bien que le recours aux seuls polychètes soit justifiable (diversité de traits d'histoire de vie et de niche écologiques, importance dans les communautés), il demeure nécessaire d'évaluer la cohérence des variations observées chez les autres groupes. Nous souhaitons aussi étendre l'emprise temporelle et modéliser les variations interannuelles. Il sera donc nécessaire d'étendre la base de données de traits biologiques.

2) *D'évaluer la congruence des trajectoires temporelles des communautés, et de déterminer les processus sous-jacents pouvant être invoqués pour expliquer des trajectoires non congruentes.* L'atteinte de cet objectif reposera sur l'analyse explicite des trajectoires temporelles à l'aide d'une méthode récemment proposée. L'estimation de la similarité des trajectoires réalisées par les différents sites et de la contribution de chaque site à la diversité des trajectoires, permet d'identifier des sites exceptionnels dans le temps. Ceci peut être fait en faisant fi des différences taxinomique ou fonctionnelles inhérentes entre les communautés afin de se concentrer sur l'unique dynamique de leur variation temporelle, et permet donc une approche novatrice de comparaisons inter-habitat, inter-compartiment (endofaune/épifaune), ou encore inter-descripteurs (taxonomie/traits, communauté/environnement). Dans un programme de suivi à long terme, il sera possible d'identifier les sites ayant subi des transformations majeures, des sites en phase de retour à un équilibre, des sites sujet à un changement de phase.

3) *D'évaluer à quel point et de quelles manières les analyses que nous menons sur les données issues de séries d'observation sont impactés par les données manquantes.* Un dispositif de suivi des communautés de macrobenthos tel que le Rebent est en effet vulnérable à l'absence ponctuelle d'observations initialement prévues. Les conditions météorologiques peuvent obliger à repousser l'échantillonnage de plusieurs mois. Une variable de l'environnement biotique ou abiotique peut parfois ne pas avoir été enregistrée, un prélèvement biologique peut parfois être perdu, ou, pire, pour des contraintes météorologiques, un bris d'équipement ou tout autre raison l'ensemble des prélèvements prévus sur un site une année donnée peuvent manquer à l'appel. La sensibilité des méthodes proposées utilisées dans le cadre de cette thèse (Analyses canoniques, mesure de la diversité taxinomique et fonctionnelle, évaluation, quantification et comparaison des trajectoires) seront évaluées à l'aide de simulation.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Les données de suivi des habitats et de la macrofaune benthique ont été acquises selon les protocoles décrits sur le site du Rebent (<http://www.rebent.org>). Pour l'essentiel, à chaque site des données sont acquises en trois points (répétitions). La base de données des traits d'histoire de vie et des caractéristiques morphologiques, trophiques et éthologiques des espèces observées sera étendue à d'autres groupes taxinomique et son envergure spatiale et temporelle augmenté à l'aide de la méthodologie développée à l'observatoire. D'autre part, les données environnementales du Rebent seront complétées par des sorties de modèles océanographiques (PREVIMER), des observations météorologiques de proximité (MétéoFrance) ainsi que les variations de grands systèmes météorologiques s'exprimant à l'échelle suprarégionale (NAO, EAP, AR, BLK ...). Certaines de ces données environnementales sont déjà acquises. Les analyses de la diversité beta taxinomique et fonctionnelle sera abordée du point de vue de la modélisation et de la partition de la variation de matrices *sites x espèces* (ou *sites x traits biologiques*) en fonction de l'espace, du temps, et des contraintes environnementales. Les contraintes spatiales et temporelles seront modélisées à l'aide de carte de vecteurs propres de Moran. Le recours à l'approche par trajectoires, récemment proposée, permettra de se distancier des caractéristiques des communautés propres au site où à l'habitat afin de concentrer l'analyse sur la synergie des changements à l'échelle de la région. De manière générale, le travail utilisera la boîte à outils de l'écologie numérique (analyse en composantes principales, analyse canonique de redondance [partielle], ...).

3 - Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, national et international :

Ce projet de thèse s'inscrit naturellement dans le contexte scientifique régional. Chacun des habitats suivis par le **Rebent Bretagne** est présent dans le périmètre de la **Zone Atelier Brest-Iroise (ZABrI)**. L'atteinte des objectifs du présent projet permettra de mieux comprendre comment la dynamique temporelle des communautés de macrofaune benthique peut varier en fonction d'un gradient d'anthropisation, et contribuera donc au thème 2 de la ZABrI. Ce projet sera conduit en collaboration avec nos partenaires régionaux de **la Station Biologique de Roscoff** et de la **Station de Concarneau**. Ces travaux rejoignent les objectifs généraux et les thématiques de mise au point d'indicateurs de l'état écologique des habitats marins (et au-delà, de l'environnement marin en général) que nous abordons avec nos partenaires nationaux au sein du **Réseau des Stations et Observatoires Marins (RESOMAR)**, en particulier au **LECOB** et à **EPOC**. Ce partenariat a déjà donné lieu à de nombreuses collaborations, notamment l'**ANR BenthOVAL** (O. Gauthier), et le **projet IMPECAPE** (J. Grall). Nous abordons aussi ces thématiques avec des partenaires internationaux par notre participation au **Benthic Ecology Working Group de l'ICES (BEWG)**.

4 - Pour la région Bretagne: adéquation du projet au regard du DIS de rattachement

La faisabilité de ce projet repose sur l'existence d'une expertise régionale et d'un réseau d'observation et de surveillance bien implanté en Bretagne (le **Rebent Bretagne**). Elle s'appuiera sur les fruits des investissements qui ont permis l'acquisition et le stockage d'information de haute qualité sur l'environnement d'une gamme d'habitats caractéristiques des eaux côtières bretonnes et de leur biocénose. Elle bénéficiera donc des structures d'observation et de surveillance existantes, et, en retour, leur apportera une plus-value, en valorisant scientifiquement les données acquises. En outre, elle permettra de poursuivre les collaborations entre instituts et organismes de recherche bretons en mettant directement à contribution un réseau d'acteurs œuvrant au sein des stations marines bretonnes dont 2 des 3 Observatoires des Sciences de l'Univers (**OSU**) qui y sont implantés (Brest et Roscoff).

8 - Le cas échéant, précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue

- x l'océan vivant et les services écosystémiques
- x les systèmes d'observation à long terme

Pour mener à bien ce projet de recherche le candidat devra naviguer à l'interface entre l'écologie et les statistiques multidimensionnelles. Il devra être en mesure de formuler clairement son questionnement écologique, mais aussi de mettre en œuvre des méthodes quantitatives de pointe. Il devra maîtriser les outils mathématiques et informatiques nécessaires. Par ailleurs, les résultats ne pourront être interprétés et valorisés qu'avec de fortes compétences en écologie des espèces et des communautés. Cette formation alliant expertises écologique et statistique, donnera au futur docteur des perspectives d'insertion intéressantes dans le monde académique, comme dans les instances responsables de la mise en œuvre et de la valorisation des services d'observation, ou encore auprès des bureaux d'étude menant des expertises sur les communautés naturelles.

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Réseau Benthique (Rebent) coordonne l'acquisition et la bancarisation de données relatives aux habitats, et biocénoses benthiques associées, dans la zone côtière, et l'**observatoire de l'IUEM** ainsi que les **stations biologiques de Roscoff et de Concarneau** travaillent de concert à l'atteinte de ces objectifs. A chacun des sites, la structure des communautés benthiques, ainsi qu'un ensemble de variables environnementales sont mesurées annuellement en trois points. Au sein de la **Zone Atelier Brest-Iroise (ZABrI)**, cet échantillonnage hivernal est complété par un échantillonnage d'automne. La réalisation des travaux s'appuiera sur ce réseau de collaboration régional, mais aussi sur nos collaborations nationales (RESOMAR) et internationales (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer, collaborateurs Espagne et Canada). Ce projet de thèse permettra de répondre à des questions méthodologiques et d'écologie fondamentale et contribuera à améliorer notre capacité à répondre aux directives cadres européennes concernant l'atteinte et le maintien de la qualité écologique des habitats (DCE, DHFF, DCSMM).

10 - Si projet de co-tutelle, internationale, précisez le pays et l'établissement

11 - Financements Région Bretagne acquis par le porteur au cours des 3 dernières années (titre, montant)

2016. 1/2 Bourse thèse ; Sujet : Rhizaria: an unexpected role in the silica cycle?

12 - Si projet cofinancé, nom du cofinancier (sollicité et ou acquis)

ARED région Bretagne ; Allocation doctorale UBO ; Allocation doctorale ISblue

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Allocation doctorale UBO

Le – la candidat.e

Profil souhaité du candidat :

Le candidat devra posséder une formation de base et une expérience solide en écologie des communautés de macrofaune benthique en milieu côtier. Il devra, de plus, maîtriser les outils de l'écologie numérique, notamment les méthodes nécessaires à la description et à la modélisation statistique des tableaux multidimensionnels. Il devra être capable i) de produire des modèles statistiques des patrons spatio-temporels de diversité, et, ii) de départager les effets des forçages environnementaux de ceux des processus neutres dans la structuration des communautés. Il devra maîtriser la conduite de ces analyses dans l'environnement R. Il devra faire preuve de créativité et être en mesure de développer de nouveaux outils statistiques de traitement de données adaptés à l'analyse des données de suivi.

Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale (oui/non) : NON

Financement du projet de thèse

Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet :

Financement Région 100 %

Financement Région 50 % (préconisé)

En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié (oui/non) : OUI

Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) :

Allocation doctorale UBO ; Allocation doctorale ISblue

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier :

En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) : OUI