

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2015**

- **Date de la demande** (17/03/2015) :

**1- Identification du projet (en langue française)**

- **Acronyme du projet** (8 caractères *maximum*) : DiNHaMIC

- **Intitulé du projet** (en langue française) :

Diversité taxoNomique et fonctionnelle des Habitats benthiques du littoral breton : Modélisation de l'Importance des Contraintes environnementales, des processus spatiaux temporels et des échelles locales et régionales de variation, basée sur une décennie d'observation.

**2- Domaine d'innovation stratégique (DIS) du projet**

- **Cocher le DIS prioritaire** au sein duquel le projet de thèse s'intègre. Vous pouvez cocher un DIS secondaire (à préciser en ce cas, point 6 de la présentation du projet). Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

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

- **Préciser le sous-domaine correspondant :**

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

Pour une plus ample présentation des DIS et des sous-domaines, merci de vous référer au Schéma régional de l'enseignement supérieur et de la recherche disponible à l'adresse suivante : [http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2013-11/sresr\\_version\\_finale.pdf](http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2013-11/sresr_version_finale.pdf)

**3- Présentation de l'établissement porteur (bénéficiaire de l'aide régionale)**

- **Établissement porteur du projet** (implantation obligatoire sur le territoire régional) :

Université Européenne de Bretagne (UEB-UBO)

- **Ecole Doctorale** : École Doctorale des Sciences de la Mer (EDSM)

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

- **Nom et prénom** : Clavier, Jacques

- **Genre du-de la responsable du projet** (F/H) : H

- **e-mail** : Jacques.Clavier@univ-brest.fr

- **Téléphone** : 02.98.49.87.85

- **Equipe de recherche encadrante** (JE/EA/...) : Laboratoire des sciences de l'Environnement MARin (LEMAR), Olivier Gauthier (MCF) et Observatoire IUEM, UMS3113, IUEM, UBO, Jacques Grall (IR UBO).

- **Unité** (U/UMR/USR /...) : LEMAR UMR 6539

- Nombre HDR dans l'équipe d'accueil : 36

- Nombre de thèses en cours : 44

- Nombre de post-docs en cours : 25

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2015**

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

39 publications dans des revues de rang A, dont 10 depuis janvier 2010, parmi lesquelles :

- Clavier, J.**, L. Chauvaud, E. Amice, P. Lazure, M. Van der Geest, P. Labrosse, A. Diagne, A. Carlier, et S. Chauvaud (2014). Benthic metabolism in shallow coastal ecosystems of the Banc d'Arguin, Mauritania. *Marine Ecology Progress Series*, **501**:11–23. I.F. = 2,64 ; Q1.
- L'Helguen, S., L. Chauvaud, P. Cuet, P. Frouin, J.-F. Maguer, et **J. Clavier** (2014). A novel approach using the N-15 tracer technique and benthic chambers to determine ammonium fluxes at the sediment-water interface and its application in a back-reef zone on Reunion Island (Indian Ocean). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **452**:143–151. I.F. = 2,48 ; Q1.
- Tagliarolo, M., **J. Clavier**, L. Chauvaud, et J. Grall (2013). Carbon emission associated with respiration and calcification of nine gastropod species from the intertidal rocky shore of Western Europe. *Marine Biology*, **160**:2891–2901. I.F. = 2,39 ; Q1.
- Chauvaud, L., Y. Patry, A. Jolivet, E. Cam, C. Le Goff, O. Strand, G. Charrier, J. Thébault, P. Lazure, K. Gotthard, et **J. Clavier** (2012). Variation in Size and Growth of the Great Scallop *Pecten maximus* along a Latitudinal Gradient. *Plos One*, **7**:e37717. I.F. = 3,05 ; Q1.
- Carlier, A., B. Ritt. C.F. Rodrigues, J. Sarrazin, K. Olu, J. Grall et **J. Clavier** (2010). Heterogeneous energetic pathways and carbon sources on deep eastern Mediterranean cold seep communities. *Marine Biology*, **157**:2545–2565. I.F. = 2,39 ; Q1.

**- Co-directeur-trice de thèse (éventuellement)** Legendre, Pierre

**- Equipe de recherche co-encadrante (JE/EA/...)** : P. Legendre (Professeur Titulaire), Département de sciences biologiques, Université de Montréal, Montréal (Québec), Canada.

**5- Présentation du projet (en langue française, 2 à 3 pages)**

**- Résumé du projet (15 lignes) :**

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 valoriser scientifiquement les 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 Rebet Bretagne depuis 2003 (10 ans de données). En plus de dresser un portrait objectif de la dynamique de la structure de ces communautés de macrofaune benthique, ce projet permettra de répondre à des questions d'écologie fondamentale portant sur l'importance relative des processus neutres et des forçages environnementaux pour expliquer ces variations dans l'espace et dans le temps. L'analyse de la diversité fonctionnelle des communautés permettra de mieux comprendre leur fonctionnement, leur état de santé, et, de manière plus générale, d'explorer les relations pouvant exister entre diversité et stabilité dans ces écosystèmes. 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, LabexMer). 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 et P. Legendre à l'Université de Montréal).

**- Présentation détaillée du projet :**

*1-Contexte scientifique et socio-économique du projet :*

Depuis 2003, le **Réseau Benthique (Rebet)** coordonne l'acquisition et la banarisation de données relatives aux habitats, et biocénoses benthiques associées, dans la zone côtière. Ces données d'observation ont, entre autres, pour vocation de mener à une meilleure connaissance de l'état de ces communautés et de mieux comprendre leur dynamique spatiale et temporelle. Dans ce cadre, l'**observatoire de l'IUEM** et les **stations biologiques de Roscoff et de Concarneau** mènent des observations sur une large gamme d'habitats côtiers sédimentaires et rocheux (herbiers de zostères, sables fins inter et subtidiaux, habitats rocheux inter et subtidiaux, bancs de maërl) répartis sur l'ensemble du littoral Breton. A chacun des sites, la structure des communautés de macrofaune et de macroflore benthique, ainsi qu'un ensemble de variables environnementales sont mesurées annuellement en trois

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2015**

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 10 ans de données sur un ensemble de 60 stations réparties sur 7 habitats différents autour de la Bretagne. Ce jeu de données conséquent nous permettra tout d'abord de tirer des enseignements sur les dynamiques de ces communautés, mais aussi de l'ensemble du littoral breton, face aux variations de l'environnement à moyen terme. Nous serons par la suite en mesure de mieux comprendre la réponse et le devenir des zones côtières face aux changements globaux.

Ce projet de thèse permettra donc de répondre à des questions scientifiques pressantes sur l'état, le fonctionnement et le devenir des communautés biologiques. Les réponses qu'il apportera trouveront des applications sociétales dans la mesure où elles nous permettront de mieux répondre aux directives cadres européennes concernant l'atteinte et le maintien de la qualité écologique des habitats (DCE, DHFF, DCSMM). Il constituera ainsi une opportunité de valorisation scientifique non négligeable du travail d'observation mené à l'échelle de la région au cours de la dernière décennie.

*2-Hypothèses et questions posées, identification des points de blocages scientifiques que le travail de thèse se propose de lever :*

Dans le contexte actuel de changements globaux et de variations des pressions d'origine anthropique, et donc d'utilisation du territoire, et disposant de 10 années d'observation, le présent projet de thèse vise à dégager les patrons spatio-temporels de la variation des communautés de macrofaune à l'échelle de chacun des habitats suivis, mais également à celle de l'écorégion Bretagne. Afin d'appréhender les processus en cause, cette recherche ira au delà d'une analyse de la diversité taxonomique et s'appuiera sur une étude de la diversité dite fonctionnelle, s'intéressant donc aux variations des traits d'histoire de vie et des caractéristiques morphologiques, trophiques et éthologiques des individus composant les communautés. Il apparaît aujourd'hui essentiel de savoir comment les variations de la distribution de ces traits peuvent être liées à celles des conditions environnementales, biotiques et abiotiques, dans l'espace et dans le temps pour être en mesure de comprendre le fonctionnement des écosystèmes. Ce sont ces traits biologiques, plus que l'appartenance des individus à telle ou telle espèce, qui peuvent être invoqués pour expliquer la productivité, la résistance et la résilience des écosystèmes face aux variations de l'environnement.

Il s'agira donc ici d'obtenir une vision claire de la variabilité à moyen terme des communautés, étape déterminante pour permettre la prédiction du devenir à long terme de ces écosystèmes faisant face aux changements globaux. Les données d'observation décennale offrent la perspective exceptionnelle de mener une analyse intégrée des variations d'un ensemble de communautés de macrofaune benthique sur le moyen terme. D'une part nous serons, en mesure de dresser un portrait objectif de la dynamique de la structure des communautés de faune benthique dans ces habitats caractéristiques des côtes bretonnes au cours des 10 dernières années. D'autre part cette thèse permettra, en s'appuyant sur des approches statistiques innovantes, de répondre à des questions d'écologie fondamentale :

1. De quelle manière les paramètres structuraux des communautés varient-ils dans l'espace et dans le temps ?
2. Quelle est l'origine des variations observées : interne (dynamique naturelle des communautés, processus neutres) et/ou externe (conditions physico-chimiques, climat, événements météorologiques, pressions anthropiques) ?
3. Les communautés des différents habitats exhibent-elles des patrons homogènes au niveau de la sous région marine, ou est-ce que chacune répond à sa manière propre ?
4. Les différences spatiales entre les communautés d'un même type d'habitat sont-elles uniquement taxonomiques où ces différences sous-tendent-elles des différences fonctionnelles significatives ?
5. Qu'est-ce qu'une communauté en bon état écologique pour un habitat donné ? Quel est son fonctionnement ?
6. Existe-il alors une relation entre la diversité taxonomique totale d'une communauté et sa stabilité fonctionnelle ?

*3-Approche méthodologique et technique envisagée :*

Les données de suivi des habitats et de la macrofaune benthique ont été acquises selon les protocoles décrits sur le site du Rebut (<http://www.rebut.org>). Pour l'essentiel, à chaque site des données sont acquises en trois points (répétitions). Une base de données des traits d'histoire de vie et des caractéristiques morphologiques, trophiques et éthologiques des espèces observées sera construite à l'aide de la littérature et de bases de données en libre accès (OBIS, WoRMs, Polytraits, BIOTIC). D'autre part, les données environnementales du Rebut 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 ...).

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2015**

Nous nous intéressons donc, d'une part, aux variations de l'abondance relative des espèces et à leur remplacement (« turnover ») dans l'espace, le temps, et le long de gradients écologiques, et, d'autre part, aux variations de l'importance relative des traits biologiques et à leur apparition et disparition le long de ces mêmes dimensions, spatiale, temporelle et écologique. L'analyse de cette diversité taxonomique (diversité beta) et fonctionnelle, peut donc être abordée comme un problème de modélisation et de partition de la variance de la matrice *sites x espèces* (ou *sites x traits biologiques*). L'importance des forçages environnementaux et celui des processus neutres liés aux communautés et populations elles mêmes sera donc quantifiée par le biais de modèles statistiques spatialement et temporellement explicites de la diversité taxonomique et fonctionnelle, notamment l'analyse canonique de redondance et l'analyse canonique de redondance partielle. L'analyse de vecteurs propres spatiaux et temporels permettra de modéliser ces patrons à différentes échelles et d'investiguer l'existence d'interaction espace-temps permettant d'expliquer ces patrons.

*4-Profil du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :*

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 parfaitement 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.

*5-Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, et le cas échéant, 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 : Éric Thiebaut, de **la Station Biologique de Roscoff**, apportera son soutien à l'étude des habitats de sables fins subtidaux, et les acteurs de la **Station de Concarneau** apporteront leur expertise sur l'étude des habitats rocheux subtidaux.

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 Céline Labrune (**LECOB**) et Antoine Grémare (**EPOC**). Ce partenariat a déjà donné lieu à de nombreuses collaborations, notamment l'**ANR BenthOVAL** (O. Gauthier), et le **projet IMPECAPE** (J. Grall) financé par l'**Agence des Aires Marines Protégées**. Nous abordons aussi ces thématiques avec des partenaires internationaux par notre participation au **Benthic Ecology Working Group de l'ICES (BEWG)**.

Bien qu'il ne s'agisse pas d'une thèse en co-tutelle internationale *stricto sensu*, l'encadrement du candidat sera co-assuré par une équipe internationale. Récipiendaire de nombreux prix et distinctions d'excellence de niveau international, **Pierre Legendre** œuvre dans le domaine de l'écologie numérique depuis plus de 40 ans. Pionnier de l'analyse des patrons spatiaux et temporels de diversité, les travaux effectués dans son laboratoire sont parmi les plus cités dans le domaine. Il confirmera donc dans l'équipe d'encadrement l'expertise et le recul nécessaire à la bonne définition et mise en œuvre des analyses numériques. Il est prévu que le candidat effectue un séjour à Montréal à l'automne 2015 afin de pouvoir suivre le cours BIO 6077: Analyse quantitative des données biologiques, donné par Pierre Legendre aux étudiants de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycles universitaires. Des mobilités de courtes durées seront par la suite effectuées, tant par le candidat que par les membres de l'équipe d'encadrement. Cette thèse permettra ainsi de poursuivre et de renforcer la collaboration existant entre les laboratoires brestois et le laboratoire de Pierre Legendre à l'**Université de Montréal**.

*6-Pertinence du projet au regard du DIS de rattachement (et/ou du DIS secondaire). Si « projet blanc », préciser les raisons de ce choix :*

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

**Allocations de recherche doctorale (ARED)**

**Fiche projet 2015**

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 d'accroître 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).

La réalisation de cette thèse mènera à une meilleure compréhension des processus régissant les patrons de diversité et le fonctionnement des communautés de macrofaune benthique en milieux côtier à l'échelle locale et régionale sur le court et le moyen terme. Elle permettra de mieux comprendre de quelle manière cette dynamique peut-être perturbée par des événements exceptionnels d'une part ou par les perturbations chroniques d'autre part. Ces résultats constitueront des éléments essentiels à la construction de modèles prédictifs du devenir des écosystèmes côtiers dans un contexte de changement global et d'anthropisation croissante, et contribueront donc à l'atteinte des objectifs de **l'axe 6 du LabexMER : Évolution des habitats marins et adaptations des populations**. Finalement, les connaissances acquises dans le cadre de cette recherche permettront d'apporter une réflexion argumentée sur les dispositifs d'observation et de surveillance du milieu marin en proposant des mesures d'optimisation en termes d'emprise spatiale, de fréquence et de coûts humains et financiers.

*7-Autres informations utiles (projet relevant des Objets d'excellence -OBEX-, projet inscrit dans le cadre des « Projets réservés » régionaux, dont « Projets émergents de recherche »...) :*

Ce travail de recherche s'inscrit dans la thématique dans **l'axe 6 du LabexMER : Évolution des habitats marins et adaptations des populations**.

**6- Projet de thèse en cotutelle internationale**

- **S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale (oui/non) :** non
- **Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) :**
- **En cas de projet en cotutelle internationale, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :**

*NB : Est entendue comme « thèse en cotutelle internationale », la situation où le doctorant partage son temps de thèse de manière égale, entre un établissement breton bénéficiaire, qui le rémunère pendant les périodes de thèse effectuées sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et un établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-. (Voir article 6.4 du Dispositif ARED 2015).*

**7- Financement du projet de thèse**

- **Part de l'enveloppe financière régionale affectée au projet (part exprimée en ETP) :** 50%
- **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.) :** UBO