

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

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

pour dépôt sur le serveur <https://theses.u-bretagne.fr/sml> au format PDF

### Identification du projet

**Acronyme du projet** (8 caractères *maximum*) : HIPPO (**HI**gh-resolution **P**rimary **P**roduction multipr**O**xy archives)

**Intitulé du projet en langue française** : *Pecten maximus*, archive multi-proxy haute-résolution de la production primaire en rade de Brest

**Intitulé du projet en langue anglaise** : Bivalve shell-based, high-resolution multi-proxy reconstruction of marine primary production – *Pecten maximus*, Bay of Brest

### 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** : Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des écosystèmes et de leurs inter-actions

**DIS secondaire si nécessaire :**

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

**Établissement porteur du projet** : Université de Bretagne Occidentale

**Ecole Doctorale** : Ecole Doctorale des Sciences de la Mer et du Littoral

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

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

**Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) :** LEMAR 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 :** Julien Thébault (MCF UBO, HDR)

- **e-mail :** julien.thebault@univ-brest.fr

- **Téléphone :** 02 98 49 86 47

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

Auteur et co-auteur de 41 publications dans des revues internationales à comité de lecture. Indice *h* (au 01/12/2018) = 18 (source Google Scholar) / 19 (source ResearchGate) / 15 (source Web of Science)

Sélection d'articles publiés au cours des 5 dernières années :

- Peharda M., **Thébault J.**, Markulin K., Schöne B.R., Janekovic I. & Chauvaud L. (2019). Contrasting shell growth strategies in two Mediterranean bivalves revealed by oxygen-isotope ratio geochemistry : The case of *Pecten jacobaeus* and *Glycymeris pilosa*. **Chemical Geology** : sous presse.
- Poitevin P., **Thébault J.**, Schöne B.R., Jolivet A., Lazure P. & Chauvaud L. (2018). Ligament, hinge, and shell cross-sections of the Atlantic surfclam (*Spisula solidissima*) : Promising marine environmental archives in NE North America. **PLoS ONE** 13(6) : e0199212.
- Featherstone A.M., Butler P.G., Peharda M., Chauvaud L. & **Thébault J.** (2017). Influence of riverine input on the growth of **Glycymeris glycymeris** in the Bay of Brest, North-West France. **PLoS ONE** 12(12) : e0189782.
- Jolivet A., Asplin L., Strand Ø., **Thébault J.** & Chauvaud L. (2015). Coastal upwelling in Norway recorded in Great Scallop shells. **Limnology and Oceanography** 60 : 1265–1275.
- **Thébault J.** & Chauvaud L. (2013). Li/Ca enrichments in great scallop shells (*Pecten maximus*) and their relationship with phytoplankton blooms. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 373 : 108–122.

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

- Mlle Justine Doré, 2017–2020, Université de Bretagne Occidentale
  - "Analyse rétrospective des changements écologiques de l'écosystème laurentien par étude sclérochronologique"
  - Financement : ARED contingent LABEX MER + LIA BEBEST
  - Directeurs HDR : Laurent Chauvaud (CNRS) & Gwénaëlle Chaillou (UQAR, Rimouski, Canada) - Co-directeurs : Julien Thébault & Philippe Archambault (Université Laval, Québec, Canada)
  - Thèse en cours

- M. Pierre Poitevin, 2015–2018, Université de Bretagne Occidentale
  - "Sclérochronologie et sclérochimie de trois bivalves des fonds meubles de Saint-Pierre et Miquelon"
  - Financement : Université de Bretagne Occidentale
  - Directeurs HDR : Laurent Chauvaud (CNRS) & Pascal Lazure (Ifremer Brest) – Co-directeur : Julien Thébaud
  - Thèse soutenue le 17 décembre 2018
  - Actuellement en recherche de post-doctorat
  
- Mlle Amy Featherstone, 2014–2017, Université de Bretagne Occidentale
  - "Construction of long annually-resolved shell-based chronologies using *Glycymeris glycymeris* (Bivalvia ; Glycymerididae) from the Bay of Brest, France"
  - Financement : Union Européenne (Marie Curie ITN ARAMACC)
  - Directeur HDR : Laurent Chauvaud (CNRS) - Co-directeur : Julien Thébaud
  - Thèse soutenue le 29 juin 2017
  - Actuellement en post-doctorat à l'Université d'Aarhus (Danemark)
  
- Mlle Ariadna Purroy, 2014–2017, University of Split, Croatie
  - "The ecological and biological drivers of calcification rate and increment formation in *Glycymeris* spp."
  - Financement : Union Européenne (Marie Curie ITN ARAMACC)
  - Directrice : Melita Peharda (IOF Split, Croatie) - Co-directeurs : Paul Butler (Bangor University, Royaume-Uni) & Julien Thébaud
  - Thèse soutenue le 17 mars 2017
  - Actuellement en post-doctorat à l'Instituto de Ciencias del Mar (Barcelone)
  
- Mlle Clémence Royer, 2011–2014, Université de Bretagne Occidentale
  - "Etude sclérochronologique de l'évolution de la qualité des écosystèmes aquatiques d'Iroise et d'Armorique au cours de l'anthropocène"
  - Financement : Région Bretagne + Brest Métropole Océane
  - Directeur HDR : Laurent Chauvaud (CNRS) - Co-directeur : Julien Thébaud
  - Thèse abandonnée en décembre 2014, 2 mois avant la soutenance prévue le 20 février 2015
  - Situation actuelle inconnue

**Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : Brivaëla Moriceau (CR CNRS, HDR)**

**- Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) : LEMAR UMR 6539

**- e-mail** : brivaela.moriceau@univ-brest.fr

**- Téléphone** : 02 98 49 87 87

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

- M. Jordan Toullec, 2017–2020, Université de Bretagne Occidentale
  - "Le rôle des stress nutritifs et de la pression de broutage sur l'export de carbone par les diatomées"
  - Financement : ANR BIOPSIS + LABEX MER
  - Directrices HDR : Brivaëla Moriceau (CNRS) & Dorothee Vincent (ULCO)
  - Thèse en cours
  
- Mlle Julia Boutorh, 2010–2014, Université de Bretagne Occidentale
  - "Variabilité de la structure du frustule et de ses pools de carbone organique en fonction des conditions de croissance : implication pour les cycles biogéochimiques du carbone et du silicium"
  - Financement : bourse Ministérielle 2010-2013 + programme UTIL (PI. B. Moriceau, LEFE) + projet ICOP (PI E. Bucciarelli, ANR jeunes chercheurs jeunes chercheuses action 2010)
  - Directeur HDR : Olivier Ragueneau (CNRS) – Directrice scientifique : Brivaëla Moriceau (CNRS)
  - Thèse soutenue le 14 février 2014
  - Actuellement enseignante 2<sup>nd</sup> cycle

- M. Maxime Suroy, 2009–2013, Université d'Aix-Marseille
  - "Rôles des stress en sels nutritifs sur la composition des pools de lipides et de sucres de la diatomée *Thalassiosira weissflogii* et sur leur dégradation"
  - Financement : bourse Ministérielle 2009-2012 + programme UTIL (PI. B. Moriceau, LEFE) + projet Axe transverse du LMGEM
  - Directrice HDR : Madeleine Goutx (MIO) – Directrice scientifique : Brivaëla Moriceau (CNRS)
  - Thèse soutenue le 18 octobre 2013
  - Actuellement en poste à la Direction Inter Régionale de la Mer Méditerranée

Le cas échéant, autres collaborations (co-encadrant et laboratoire concerné)

**Co-directeur en co-tutelle internationale :** Prof. Dr. Bernd R. Schöne

- **Laboratoire de recherche :** Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Allemagne

- **e-mail :** schoeneb@uni-mainz.de

- **Téléphone :** +49 6131 39 24757

## Présentation du projet (en langue française ou anglaise, 2 à 3 pages)

### Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

Les producteurs primaires sont à la base des réseaux trophiques marins. Malgré sa faible biomasse, le phytoplancton est responsable de 45% de la production d'O<sub>2</sub> par la biosphère et ca. 1/3 de cette production est réalisé au niveau des écosystèmes côtiers. La dynamique phytoplanctonique en zone côtière joue donc un rôle fondamental dans les cycles biogéochimiques du carbone et des éléments associés. Des modifications qualitatives et quantitatives de cette dynamique ont été mises en évidence dans certains écosystèmes faisant l'objet de suivis environnementaux depuis quelques décennies. Toutefois, la plupart des séries temporelles d'observation de la dynamique du phytoplancton (suivis in situ, mesures satellite) (i) n'ont pas la résolution temporelle suffisante pour accéder à des informations sur la dynamique des blooms phytoplanctoniques, par essence éphémères et spatialement localisés, (ii) sont trop courtes pour distinguer les impacts anthropiques de la variabilité naturelle basse-fréquence de la production primaire, et (iii) ne couvrent pas l'intégralité du spectre des taxons photo-autotrophes qui incluent, en plus du phytoplancton ou des cyanobactéries, des organismes comme les macroalgues ou les producteurs microphytobenthiques. Dans ce contexte, cette thèse portera sur le développement d'une approche innovante à même de fournir des données à haute-résolution temporelle sur la dynamique phytoplanctonique du passé dans les écosystèmes côtiers, et ce à une échelle saisonnière à inter-annuelle. La personne recrutée développera pour cela une approche sclérochimique sur les coquilles de *Pecten maximus*, espèce de bivalve à croissance rapide emblématique de l'un des écosystèmes côtiers les mieux étudiés en Europe, la rade de Brest. Il/Elle testera et affinera des proxies existants de la production primaire, et en développera de nouveaux en les intégrant dans une approche multi-proxy. Il/Elle tentera par ailleurs de parvenir à une compréhension mécaniste des processus contrôlant l'incorporation dans les coquilles d'informations chimiques (Ba/Ca, Mo/Ca, Li/Ca, Si/Ca, isotopes stables du carbone et de l'azote, composition isotopique triple de l'oxygène, pigments) et colorimétriques, en considérant le type et la quantité d'organismes photo-autotrophes présents dans l'eau.

### Présentation détaillée du projet :

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

La communauté scientifique s'accorde pour dire que les zones côtières de l'océan mondial comptent parmi les écosystèmes marins qui sont/seront les plus affectés par les activités humaines et le changement global. Les impacts anthropiques directs les plus significatifs affectant ces milieux sont liés aux modifications des apports d'eaux continentales, de sédiments, de contaminants, et des flux de nutriments. Ces derniers ont des répercussions sur les conditions trophiques et sur la dynamique phytoplanctonique, clé de voûte du fonctionnement des écosystèmes côtiers, allant parfois jusqu'à l'eutrophisation et impliquant fréquemment hypoxies, pertes d'habitats et de biodiversité. L'augmentation des apports en azote crée un déséquilibre entre les concentrations des différents nutriments qui est souvent à l'origine des modifications dans la composition des communautés phytoplanctoniques (augmentation des efflorescences de dinoflagellés au détriment des diatomées). De telles modifications ont déjà été observées dans plusieurs écosystèmes côtiers, en particulier en rade de Brest, mais les scientifiques ne disposent pas de données historiques suffisantes pour affirmer que ces changements sont bien liés aux activités humaines. Malgré sa contribution essentielle au fonctionnement des écosystèmes marins et son rôle dans la régulation du climat, la dynamique spatio-temporelle de la production primaire présente et passée n'est pas encore bien caractérisée. Ce constat est particulièrement vrai dans les écosystèmes côtiers et pour des périodes du passé antérieures aux impacts significatifs de l'homme sur les cycles biogéochimiques. Ceci est lié à la relative rareté des séries d'observation écologiques conventionnelles, et au fait qu'elles sont souvent très courtes (quelques décennies tout au mieux). Les données issues de capteurs embarqués sur des satellites fournissent des estimations de la concentration en chlorophylle *a* dans l'eau à une échelle globale mais les données les plus anciennes n'ont que 40 ans, se limitent à la couche superficielle de l'océan et se concentrent donc sur la production primaire phytoplanctonique. Or, en milieu côtier, une part importante de la production primaire est également réalisée par le microphytobenthos, les macroalgues, les phanérogames marines et les cyanobactéries. Il y a donc un besoin urgent de développer de nouveaux outils d'estimation à haute-résolution temporelle de la production primaire passée dans ces écosystèmes et de sa composition spécifique. Ces nouveaux outils permettraient de répondre aux questions suivantes :

- La saisonnalité et l'amplitude des efflorescences phytoplanctoniques a-t-elle changé au cours des dernières décennies ?
- Les producteurs primaires à l'origine de ces blooms sont-ils toujours les mêmes ?
- Les parts respectives de la production primaire benthique vs. pélagique ont-elles été modifiées ?
- Si modifications il y a eu, sont-elles imputables au changement global ou bien font-elles partie de cycles naturels ?

## 2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Dans ce contexte, les enregistrements biologiques de la variabilité des écosystèmes côtiers apparaissent comme des moyens pertinents permettant (i) d'étendre les enregistrements conventionnels sur des périodes de temps suffisamment longues pour découpler les rôles respectifs de la variabilité climatique naturelle et des activités anthropiques, et (ii) de disposer d'une large couverture géographique, nécessaire pour appréhender la variabilité spatiale de la réponse de ces écosystèmes au changement global. Ces enregistrements biologiques peuvent être obtenus en décryptant divers traceurs environnementaux (proxies) incorporés au sein d'archives biogéniques au cours de leur vie (e.g. coquilles de bivalves, rhodolithes, coraux). La croissance de ces structures carbonatées conduit souvent à la formation de marques périodiques qui peuvent être utilisées comme des références chronologiques (sclérochronologie), procurant un enregistrement précis des variations environnementales. C'est le cas chez la coquille Saint-Jacques européenne (*Pecten maximus*) dont les valves présentent des cernes concentriques (= stries) formés avec une périodicité journalière, chaque strie pouvant ainsi être datée au jour près. D'autre part, de nombreux éléments mineurs et traces peuvent être incorporés dans ces matrices durant le processus de biominéralisation, dans des proportions dépendant *pro parte* des paramètres environnementaux. Ainsi, l'analyse des coquilles de mollusques bivalves a déjà permis de réaliser des reconstructions de la température de l'eau, des pollutions, des efflorescences de diatomées, ou encore de divers processus biogéochimiques dans la colonne d'eau ou à l'interface eau-sédiment.

Pour répondre aux questions soulevées dans ce projet, le/la doctorant.e conduira (i) des expérimentations en laboratoire au cours desquelles de nombreux paramètres seront modifiés (température, saturation en O<sub>2</sub>, quantité de diatomées, apports d'agrégats de diatomées, apports de micro-particules de macroalgues rouges, brunes et vertes) afin de tester leur influence sur la composition des coquilles de *P. maximus* issus de l'écloserie du Tinduff, et (ii) un suivi environnemental à haute-fréquence en milieu naturel (Lanvéoc, secteur sud de la rade de Brest) au cours duquel une attention particulière sera portée sur le rôle des agrégats dans le couplage pelagos-benthos et notamment sur l'export d'éléments traces vers l'interface eau-sédiment. Cette approche multi-proxy sera par la suite appliquée à des coquilles anciennes issues de collections (30 dernières années) ainsi que d'un site archéologique afin de quantifier l'impact anthropique sur la dynamique de la production primaire passée en rade de Brest. Les objectifs généraux de cette phase d'application dite "paléo" seront (i) d'estimer l'intensité, la fréquence et la phénologie des blooms phytoplanctoniques du passé, (ii) de mettre en évidence d'éventuelles modifications dans la composition des communautés de producteurs primaires, et (iii) de retracer des changements dans la nature et la force du couplage pélagos-benthos.

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

La sclérochronologie et la sclérochimie des mollusques aquatiques sont des disciplines encore assez méconnues, dont le potentiel en terme de reconstructions paléoenvironnementales est pourtant similaire à la dendrochronologie (la science portant sur les cernes des arbres). Elle a, en terme de publications scientifiques, un retard considérable en comparaison à d'autres disciplines utilisant les arbres, les coraux, les carottes de glace ou de sédiments comme archives environnementales. En France, le LEMAR est le laboratoire leader en sclérochronologie des animaux aquatiques (bivalves, gastéropodes, otolithes). Il entretient d'excellents contacts avec les autres équipes de sclérochronologie du territoire national (e.g. M. Carré & C. Lazareth à Paris, M. Elliot à Nantes). De plus, les contacts noués par le LEMAR en 2010 avec l'Université du Québec à Rimouski ont permis de créer un nouveau laboratoire de sclérochronologie, jumeau de celui du LEMAR. Ces deux laboratoires, bretons et québécois, travaillent depuis en très étroite collaboration dans le cadre du Laboratoire International Associé (LIA) BeBEST. A plus grande échelle, la communauté sclérochronologique européenne est parvenue à se fédérer en 2014 autour d'un projet d'Initial Training Network Marie Curie. Sans précédent, il visait à former par la recherche 10 doctorants à devenir les futurs leaders mondiaux de la sclérochronologie des bivalves. Ce consortium regroupait plusieurs partenaires, dont B.R. Schöne de l'Université de Mainz, qui sera co-directeur de cette thèse en cotutelle. Ainsi, le contexte actuel de croissance exponentielle de la sclérochronologie à l'échelle internationale et les étroites collaborations entretenues par le LEMAR avec les principaux laboratoires de sclérochronologie français, européens, et mondiaux, assureront un cadre de réussite idéal pour le/la doctorant.e recruté.e.

## 4 - Pour la région Bretagne: adéquation du projet au regard du DIS de rattachement (et/ou du DIS secondaire).

Le DIS7 (Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement) a pour objectif premier d'apporter des réponses à des enjeux environnementaux de premier plan tels que la préservation des milieux naturels, et ce tout en assurant un développement et une valorisation durable et responsable du continuum terre-mer. Ce DIS incite ainsi la communauté scientifique à développer des outils d'analyse permettant l'observation et la surveillance des écosystèmes, notamment côtiers. En proposant l'utilisation d'archives coquillières pour retracer l'évolution d'un écosystème côtier (la rade de Brest) impacté par les activités humaines au cours des dernières décennies, notamment

suite à la mise en place de la révolution agricole des années 1960, le projet HIPPO est entièrement en phase avec l'objectif principal du DIS7. Il permettra en effet de fournir des outils de compréhension de l'évolution d'un écosystème aquatique de première importance, soumis à une anthropisation croissante. De plus ce projet pourrait contribuer grandement à la mise en place d'une protection efficace de l'écosystème de la rade de Brest, puisqu'il facilitera l'estimation de la responsabilité des activités humaines ce qui permettra (i) de mieux prédire l'évolution de cet écosystème dans le futur, et (ii) d'aider à définir et identifier les actions efficaces permettant de le protéger.

5 - Si « projet blanc » (hors DIS), préciser les raisons de ce choix : RAS

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel : RAS

7 - Autres informations utiles (CPER, FEDER, concernant la politique régionale) : RAS

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

la régulation du climat par l'océan

*« Integrating instrumental, archaeological and historical datasets with sedimentary records of climate variability over the last millennium combined with physiological knowledge of present and fossilized marine organisms such as bivalves, to extend time series of climate into the past »*

les interactions entre la Terre et l'océan

la durabilité des systèmes côtiers

l'océan vivant et les services écosystémiques

*« Understanding the consequences of ecosystem changes on marine organisms and populations, to develop new pertinent indicators of ecosystem health »*

les systèmes d'observation à long terme

*« Develop new monitoring technologies and strategies for under-resolved ocean components, especially chemical, biological and ecological variables, through the development of novel integrated sensors (e.g. taxonomics, genomics, acoustics...) and cross-sensor cueing methodologies »*

Le cas échéant (si financement ISblue demandé): en regard de la formation par la recherche du futur docteur, perspectives d'insertion professionnelle dans le milieu académique et non académique

Le/la doctorant.e aura à l'issue de cette thèse développé de multiples compétences relevant de champs disciplinaires aussi variés que l'écologie marine (bivalves et producteurs primaires), la zootechnie (élevage de bivalves en conditions contrôlées), la géochimie des carbonates biogéniques (utilisation de spectromètres de masse), et la paléo-écologie. Il/Elle aura par ailleurs une vision très pointue du fonctionnement d'un écosystème côtier sous influence anthropique. Si le principal débouché de ce projet reste la recherche en milieu académique, une telle formation pourrait également permettre au futur docteur de travailler comme chargé de mission ou d'étude auprès de collectivités territoriales ou de bureaux d'études au sein de leurs divisions « écologie-environnement ».

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Le/La doctorant.e recruté.e sera l'un des éléments moteurs du projet HIPPO financé conjointement par l'ANR et la DFG (Allemagne) dans le cadre de l'AAP PRCI 2018 (projet de recherche collaboratif – international France-Allemagne). Ce projet, porté par J. Thébault et B.R. Schöne, débutera officiellement en septembre 2019 pour une durée de 3 ans. Il s'articulera autour de la thèse de doctorat qui fait l'objet de la présente demande de co-financement ARED, et d'une autre thèse de doctorat, complémentaire, basée en Allemagne. Ces deux doctorant.e.s travailleront en étroite concertation, avec les deux mêmes directeurs de thèse (+ Mme B. Moriceau pour la thèse française), et effectueront plusieurs séjours dans les deux pays. Tous les frais de fonctionnement de ces deux thèses sont couverts par le financement de l'ANR-DFG HIPPO.

10 - Si projet de co-tutelle, internationale, précisez le pays et l'établissement : Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Allemagne (Prof. Dr. Bernd R. Schöne)

11 - Financements Région Bretagne acquis par le porteur au cours des 3 dernières années (titre, montant) : projet ARCHivES « Analyse rétrospective des changements écologiques de l'écosystème laurentien par étude sclérochronologique » : co-financement (50%) de la thèse de doctorat de Mlle Justine Doré (2017–2020)

12 - Si projet cofinancé, nom du cofinancier (sollicité et ou acquis) : ANR-DFG HIPPO (projet ANR-18-CE92-0036-01 financé dans le cadre de l'Appel à projets générique 2018). Financement acquis d'une 1/2 thèse de doctorat (49500€).

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées : co-financement d'ores et déjà acquis

## Le – la candidat.e

Profil souhaité du candidat (compétences scientifiques et techniques requises) :

Le/La candidat.e devra être titulaire d'un Master 2 en écologie marine obtenu dans une université française ou d'un équivalent (e.g. Master of Science) obtenu à l'étranger. Il/Elle devra posséder de solides connaissances en biologie et écologie des mollusques bivalves et des producteurs primaires. Une expérience en sclérochronologie serait particulièrement appréciée. Il/Elle devra montrer des capacités (1) à échantillonner sur le terrain dans des conditions parfois difficiles, notamment sur des navires océanographiques, (2) à mettre en place des expérimentations en conditions contrôlées, et (3) à travailler avec minutie et propreté dans un laboratoire de sclérochronologie et d'optique. Une bonne maîtrise de la langue anglaise sera indispensable dans le cadre de cette co-tutelle avec l'Allemagne.

## Projet de thèse en cotutelle internationale

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

**Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) :** Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Allemagne)

**Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (oui/non) :** non

*(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'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-)*

La rémunération du doctorant viendra uniquement de crédits nationaux. En revanche, les frais de fonctionnement associés à cette thèse viendront à la fois de l'ANR (France) et de la DFG (Allemagne) puisque ces deux agences de financement de la recherche se partagent les coûts de fonctionnement, d'équipement et de mission du projet HIPPO (voir section 9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux).

**En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :**

Il est prévu dans le projet HIPPO que la personne recrutée passe au total 4 mois en Allemagne (1 séjour de 2 mois au cours de la 1<sup>ère</sup> année de thèse, idem la seconde). Ces missions seront financées par l'ANR.

## 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, acquis

**Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) :** ANR-DFG HIPPO (projet ANR-18-CE92-0036-01 financé dans le cadre de l'Appel à projets générique 2018)

**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) :** le financement par l'ANR est assuré



## **Annexe : Domaines et sous-domaines d'innovation stratégique**

### **Domaines d'innovation stratégique**

- 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

### **Ventilation en sous-domaines**

#### **D1 – Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative**

- 1A- Démarches d'innovation sociale et citoyenne
- 1B- E-éducation et e-learning
- 1C- Patrimoine et tourisme durable
- 1D- Industries créatives et culturelles
- 1E- Transitions et mutations des modèles économiques des filières et des entreprises

#### **D2- Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité**

- 2A- Qualité et sécurité sanitaire des aliments
- 2B- Nouveaux modèles de production agricole
- 2C- Usine agro-alimentaire du futur

#### **D3- Activités maritimes pour une croissance bleue**

- 3A- Energies marines renouvelables
- 3B- Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)
- 3C- Valorisation des ressources minières marines
- 3D- Nouveaux modèles d'exploitation des ressources vivantes aquatiques (pêche et aquacultures)
- 3E- Navire du futur
- 3F- Sécurité et sûreté maritime

#### **D4- Technologies pour la société numérique**

- 4A- Internet du futur : objets communicants, cloud computing et big data
- 4B- Images et contenus
- 4C- Conception logiciels
- 4D- Modélisation numérique
- 4E- Réseaux convergents, fixes mobile broadcast
- 4F- Cybersécurité

#### **D5- Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie**

- 5A- Prévention – santé – bien-être
- 5B- Nouvelles approches thérapeutiques alliant génétique, bio-marqueurs et biomolécules
- 5C- Technologies médicales, diagnostiques et thérapeutiques et e-santé

#### **D6- Technologies de pointe pour les applications industrielles**

- 6A- Photonique et matériaux pour l'optique
- 6B- Matériaux multi-fonctionnels
- 6C- Technologies en environnements sévères
- 6D- Electronique, robotique et cobotique pour l'ingénierie industrielle
- 6E- Systèmes de production avancés de petites et moyennes séries (usine du futur)

#### **D7- Observation et Ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement**

- 7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions
- 7B- Réseaux énergétiques intelligents
- 7C- Système constructif performant et durable (éco-construction et éco-rénovation, TIC et bâtiment)
- 7D- Véhicules et mobilités serviciels durables
- 7E- Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés.