

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*) : PHYTODEV

Intitulé du projet en langue française : Facteurs de contrôle du développement et de la dispersion des groupes dominants de phytoplancton dans un écosystème côtier soumis aux perturbations anthropiques

Intitulé du projet en langue anglaise : Controlling factors of the development and of the dispersion of the dominant groups of phytoplankton in a coastal ecosystem influenced by anthropogenic perturbations

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 : DIS 7a

DIS secondaire si nécessaire : DIS 3

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 (EDSML)

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, LEMAR, UMR 6539, Institut Universitaire Européen de la Mer, IUEM/UBO, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

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/Chibido

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 :

- **e-mail :** Philippe.Pondaven@univ-brest.fr

- **Téléphone :** 0298498783

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

Nombre total de publications: 32

5 dernières années:

Leynaert, A. Fardel, C., Beker, B., Soler, C., Delebecq, G., Lemercier, A., Pondaven, P., Durand, P.E., Heggarty, K. (2018) Diatom frustules nanostructure in pelagic and benthic environments. *Silicon*, 1-9, <https://doi.org/10.1007/s12633-018-9809-0>

Tréguer, P., Bowler, C., Moriceau, B., Dutkiewicz, S., Gehlen, M., Aumont, O., Bittner, L., Dugdale, R., Finkel, Z., Iudicone, D., Jahn, O., Guidi, L., Leblanc, K., Lasbleiz, M., Lévy, M., Pondaven, P. (2017) Diatoms: role in biological carbon pump of present and future ocean. *Nature Geoscience*. 11(1), 27.

Guieu, C., Dulac, F., Ridame, C., and Pondaven, P. (2014). Introduction to project DUNE, a DUST experiment in a low Nutrient, low chlorophyll Ecosystem. *Biogeosciences*, 11(2), 425-442.

Coffineau, N., De La Rocha, C. L., and Pondaven, P. (2014). Exploring interacting influences on the silicon isotopic composition of the surface ocean: a case study from the Kerguelen Plateau. *Biogeosciences*, 11(5), 1371-1391.

Le Moigne, F. A., Boyé, M., Masson, A., Corvaisier, R., Grosstefan, E., Guéneugues, A., and Pondaven, P. (2013). Description of the biogeochemical features of the subtropical southeastern Atlantic and the Southern Ocean south of South Africa during the austral summer of the International Polar Year. *Biogeosciences*, 10(1), 281-295.

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

. *Thèse UBO en cours*

2016-2019 Nicolas Djeghri (financement établissement : UBO) : Ecologie des interactions méduses-endosymbiontes dans un environnement variable – implications sur le cycle des nutriments. Soutenance prévue : déc. 2019

. *Thèse UBO soutenue*

2013 Nathalie Coffineau (financement ministère/établissement UBO) : Processus contrôlant la distribution des isotopes du silicium dissous dans l'océan Atlantique et Indien. Situation : post-doctorat (E.U.)

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : (précisé si HDR) Cécile Klein (Mcf)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) : Laboratoire des Sciences de l'Environnement marin, LEMAR, UMR 6539, Institut Universitaire Européen de la Mer, IUEM/UBO, rue Dumont d'Urville, 29280 Plouzané

- **e-mail :** Cecile.Klein@univ-brest.fr

- **Téléphone :** 0298498653

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

Pas d'encadrement au cours des 6 dernières années

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

Ce projet se fera en collaboration avec Annie Chapelle (laboratoire DYNECO ; IFREMER Brest). Les résultats des observations et expérimentations seront en particulier intégrés dans un modèle couplé physique-biologie qui décrit les variations spatiales et temporelles de la structure des communautés phytoplanctoniques ; ce modèle est appliqué à la rade de Brest, et notamment à l'étude de la dynamique de *Alexandrium minutum*, une espèce de dinoflagellés toxique. Ce modèle est actuellement développé au laboratoire DYNECO dans le cadre d'une thèse de doctorat. A noter également que le laboratoire DYNECO participe activement au projet « Objectif plancton » mentionné ci-après, à travers des analyses par cytométrie en flux de la structure des communautés phytoplanctoniques.

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

Résumé du projet:

Le phénomène d'eutrophisation est une perturbation anthropique majeure qui impacte la structure des communautés d'organismes et le fonctionnement des écosystèmes côtiers. Ce phénomène est lié à une augmentation des flux d'éléments nutritifs vers les milieux aquatiques qui entraîne une série de réponses des écosystèmes, dont l'augmentation de la biomasse autotrophe et du métabolisme respiratoire, jusqu'à l'apparition de phénomènes d'hypoxie ou d'anoxie, sont les premiers symptômes. Cependant, les symptômes du processus d'eutrophisation ne se limitent pas à l'augmentation de la biomasse autotrophe et aux phénomènes d'hypoxie ou d'anoxie. En effet, ces flux de nutriments entraînent également une modification de la structure et de la dynamique des communautés de microalgues (apparition d'espèces toxiques), ce qui impacte directement plusieurs services écosystémiques (pêcheries, etc.). Néanmoins, la sensibilité vis-à-vis du processus d'eutrophisation, et les modifications de structure des communautés phytoplanctoniques qui en résultent, varient non seulement d'un écosystème à l'autre, mais également au sein d'un même écosystème, sans que les mécanismes sous-jacents soient toujours bien compris. En effet, les différentes hypothèses concernant les facteurs qui influencent la structure et la dynamique des communautés phytoplanctoniques associent le rôle de l'hydrodynamisme, l'hétérogénéité spatiale et temporelle des habitats, leur favorabilité, les interactions biotiques, ou le couplage pélagos-benthos. La compréhension de ces facteurs et de leurs interactions est complexe en raison du caractère dispersif du milieu marin qui modifie les propriétés chimiques et biologiques des masses d'eau sur des échelles de temps qui peuvent être très courtes (quelques heures).

Cette compréhension est cependant cruciale dans une perspective de « surveillance des écosystèmes marins et de leurs interactions, et pour une gestion intégrée et durable des environnements côtiers ». Elle passe par le développement d'outils d'observation des écosystèmes couplés, par exemple, à des outils de modélisation ou à l'utilisation d'images satellites de couleur de l'océan qui permettent d'intégrer différentes échelles spatiales et temporelles. Le projet de thèse se focalise sur l'observation *in situ* dans un écosystème donné : la rade de Brest. Au cours de cette thèse, trois séries d'observations *in situ* seront analysées et complétées par de nouvelles mesures. La modélisation et les outils satellites viennent en perspectives de valorisation de ce travail. Plus spécifiquement, les questions posées dans ce projet sont les suivantes : (1) en rade de Brest, est-ce que l'on détecte (en certains points pour lesquels les données existent) un changement de structure des groupes dominants de phytoplancton au cours des dernières années (10-20 ans) ? Si oui, quelles sont les causes possibles de ces changements ? (2) Dans ce même écosystème, peut-on mettre en évidence une variabilité spatiale à petite échelle (± 1 km) de la structure et de la dynamique des groupes dominants de phytoplancton, y compris les espèces potentiellement toxiques ? Si oui, quels sont, localement, les facteurs de contrôle (facteurs physiques et/ou chimiques, interactions biotiques) qui sont en jeu.

Présentation détaillée du projet :

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

Contexte & hypothèses- La forte anthropisation des zones côtières conduit à une détérioration et une perte d'habitats généralisées qui affectent différents services écosystémiques tels que les pêcheries, ou le rôle de filtre et de détoxification joué par ces écosystèmes (Barbier et al., 2011). Le phénomène d'eutrophisation est l'une des perturbations anthropiques qui impacte la structure des communautés d'organismes et le fonctionnement de ces écosystèmes côtiers. Au premier ordre, ce phénomène est lié à une augmentation des flux d'éléments nutritifs vers les milieux aquatiques ; cette augmentation est associée à des rejets industriels ou domestiques, et à l'exploitation des sols à usage agricole à proximité des zones côtières (Billen et Garnier, 2007). Cette augmentation des flux de nutriments entraîne une série de réponses des écosystèmes, dont l'augmentation de la biomasse autotrophe et du métabolisme respiratoire jusqu'à l'apparition de phénomènes d'hypoxie sont les premiers symptômes (Cloern, 1991 ; Cooper et Brush, 1993). Cependant, les symptômes du processus d'eutrophisation ne se limitent pas à l'augmentation de la biomasse autotrophe et aux phénomènes d'hypoxie ou d'anoxie. En effet, ces flux de nutriments sont également déséquilibrés dans le sens où ils présentent un excès d'azote et/ou de phosphore par rapport aux autres éléments essentiels (Cloern, 1991). Ce déséquilibre peut entraîner une modification de la structure et de la dynamique des

communautés de microalgues (Chapelle, 2017). Néanmoins, la sensibilité vis-à-vis du processus d'eutrophisation, et les modifications de structure des communautés phytoplanctoniques qui en résultent, varient non seulement d'un écosystème à l'autre, mais également au sein d'un même écosystème (Guallar et al., 2017), sans que les mécanismes sous-jacents soient toujours bien compris. En effet, les différentes hypothèses concernant les facteurs qui influencent la structure et la dynamique des communautés phytoplanctoniques associent le rôle de l'hydrodynamisme, l'hétérogénéité spatiale et temporelle des habitats, leur favorabilité, les interactions biotiques, ou le couplage pélagos-benthos (e.g. Klouch et al., 2016).

Points de blocages scientifiques et questions posées- La compréhension des facteurs qui influencent la structure et la dynamique des communautés planctoniques en milieu côtier est complexe en raison du caractère dispersif du milieu marin qui modifie les propriétés chimiques et biologiques des masses d'eau sur des échelles de temps qui peuvent être très courtes (quelques heures). Dans ce type de systèmes, les apports fluviaux ou sédimentaires de nutriments, conjugués à la nature de l'environnement physique (temps de résidence de la masse d'eau, bathymétrie, complexité du trait de côte, etc.), sont susceptibles de favoriser ou défavoriser des accumulations locales de certaines espèces de phytoplancton, dont les espèces produisant des toxines (telles que certains dinoflagellés ou certaines diatomées). Au sein d'un même écosystème, on peut donc s'attendre à une variabilité spatiale et temporelle importante de la structure et de la dynamique des groupes dominants de phytoplancton. La compréhension des mécanismes sous-jacents à cette variabilité, et leurs interactions, est importante dans la perspective de mieux prédire l'impact des activités humaines sur le fonctionnement des communautés planctoniques côtières qui sont à la base des réseaux trophiques et de nombreux services écosystémiques. Cette compréhension passe par le développement d'outils d'observation et de surveillance des écosystèmes, couplés à des outils de modélisation ou à l'utilisation d'images satellites de couleur de l'océan. Le projet de thèse se focalise sur l'observation *in situ* dans un écosystème donné : la rade de Brest. La modélisation et les outils satellites sont intégrés au projet comme perspectives de valorisation des résultats. Plus spécifiquement, les questions scientifiques posées sont les suivantes :

- 1 Dans cet écosystème côtier soumis à perturbations anthropiques, est-ce que l'on détecte (en certains points pour lesquels les données existent) un changement de structure des groupes dominants de phytoplancton au cours des dernières années (10-20 ans ici) ? Si oui, quelles sont les causes possibles de ces changements ?
- 2 Dans ce même écosystème, peut-on mettre en évidence une variabilité spatiale à petite échelle (± 1 km) de la structure et de la dynamique des groupes dominants de phytoplancton ? Si oui, quels sont, localement, les facteurs de contrôle (facteurs physiques et/ou chimiques, interactions biotiques) qui peuvent expliquer ces accumulations locales d'espèces.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Pour aborder ces questions, plusieurs approches - observations *in situ*, expérimentations, analyse de séries de données (spatiales et temporelles) - seront utilisées. Comme indiqué précédemment, l'écosystème étudié sera la rade de Brest (Finistère, France), et la thèse se déroulera dans le contexte de la zone atelier marine rade de Brest - mer d'Iroise (Zabri) dans laquelle le laboratoire porteur du sujet est partenaire. En ce qui concerne l'observation *in situ*, la thèse repose sur l'analyse de trois séries d'observations en rade de Brest, à savoir :

- Pour la question scientifique n°1, les séries « SOMLIT » et « LANVEOC » seront utilisées.
- Pour la question scientifique n°2, il s'agira d'utiliser la série « Objectif Plancton ».

(1) SOMLIT. Cette station est située devant St-Anne-du-Portzic à la jonction entre la Mer d'Iroise et la Rade de Brest, et est ouverte à l'influence océanique. Depuis 1998, une analyse de la composition des communautés phytoplanctoniques est réalisée en parallèle au suivi SOMLIT des paramètres physiques et chimiques (Température, Salinité, nutriments). La communauté phytoplanctonique est échantillonnée avec une fréquence hebdomadaire et analysée (en utilisant la méthode de comptage Utermöhl, 1958) ; de ce fait, seuls les groupes phytoplanctoniques dominants (en terme de biovolume et de biomasse carbonée) sont considérés. Les données acquises dans le cadre de cette série sont mises à disposition au sein de la base de données PELAGOS du réseau national des observatoires marins (RESOMAR).

(2) LANVEOC. Depuis 2011, un deuxième site situé dans le bassin sud de la Rade de Brest (48°17'41.23"N - 4°27'12.63" W) est échantillonné de manière régulière (fréquence mensuelle ou bimensuelle). Ce deuxième site d'étude a une particularité puisqu'en complément aux paramètres physiques et chimiques, les communautés de microalgues sont analysées dans les compartiments pélagiques et benthiques en parallèle.

(3) « Objectif Plancton » a été créé en 2014. C'est une opération de science citoyenne coordonnées par l'aquarium d'Océanopolis (Brest'AIM) qui regroupe une association de plaisanciers et des partenaires scientifiques (IUEM/UBO-LEMAR, IFREMER-DYNECO, MNHM-Concarneau). L'objectif scientifique général de ce projet est de caractériser la variabilité spatiale à petite échelle des groupes dominants de phytoplancton en rade de Brest. Pour ce faire, les communautés phytoplanctoniques sont échantillonnées en plusieurs points de la rade à un même instant « *t* » ; et ce à différentes périodes au cours de l'année (avril, juin et septembre). Cette stratégie permet d'obtenir une vue synoptique de la répartition spatiale (horizontale) des groupes dominants de phytoplancton (Figure 1). En chaque point, les variables suivantes sont analysées :

=> Mesure des paramètres hydrologiques: salinité de surface, turbidité de l'eau (disque de Secchi) et concentrations en éléments nutritifs majeurs (azote, phosphore et silicium inorganique dissous).

=> Quantification des groupes dominants de phytoplancton en utilisant différentes techniques : cytométrie en flux et chimiotaxonomie (chromatographie en phase gazeuse, HPLC) couplées à des comptages cellulaires (Méthode Utermöhl, 1958). Des outils de génomique pourront être utilisés de manière ciblée pour caractériser certains groupes phytoplanctoniques (tels que les microalgues productrices de toxines : *Alexandrium spp.*, *Pseudo-nitzschia spp.*)

Dans le cadre de la thèse, l'échantillonnage *in situ* sera couplé à des expérimentations *in vitro* (sur certains sites d'échantillonnage préalablement choisis ; cf. Figure 1 : sites 1-5) pour quantifier les facteurs de contrôle de la croissance des groupes dominants de phytoplancton. En l'occurrence il s'agira de :

- (1) Quantifier les performances photosynthétiques des communautés phytoplanctoniques prélevées *in situ* en utilisant la technique du PAM (Pulse Amplitude Modulation). Ces mesures seront couplées à l'utilisation de techniques isotopiques (utilisation de l'isotope ¹⁴C) pour mesurer la fixation de carbone (production primaire).
- (2) Quantifier le degré de limitation de la croissance des communautés phytoplanctoniques par la disponibilité en éléments nutritifs majeurs (azote, phosphore et silicium). Pour ce faire une technique de bioessais couplée à des mesures utilisant la technologie PAM sera mise en œuvre (Tamminen et Andersen, 2007).
- (3) Quantifier le taux de mortalité des microalgues dû à la consommation par les herbivores en utilisant une technique de dilution (Calbet and Landry, 2004).

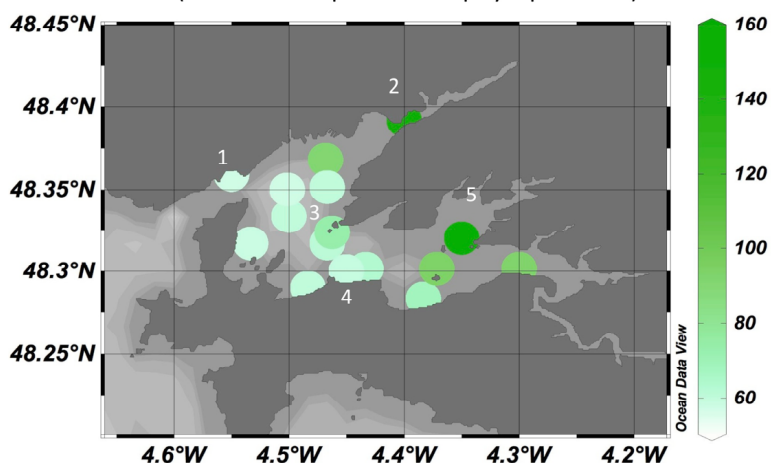


Figure 1 : Stations d'échantillonnage pour l'opération objectif plancton - Indice de biomasse en phytoplancton à 12h53 (heure de prélèvement) le 21 juin 2014; l'échelle de couleur à droite représente cet indice relatif de biomasse en phytoplancton basé sur une mesure de la fluorescence *in vivo* (©Trilogy Laboratory Fluorometer). Les sites 1-5 feront l'objet d'études de processus (bioessais, etc.) ; les sites (1) et (4) correspondent également aux points SOMLIT et LANVEOC.

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

La rade de Brest présente une biodiversité marine exceptionnelle en termes d'habitats (types sédimentaires etc.), auxquels sont associés une flore et une faune particulièrement riches (Hily, 1989). A la base des chaînes alimentaires, les communautés de microorganismes (microalgues pélagiques et benthiques, zooplancton) jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement de ces écosystèmes et leur capacité à alimenter un réseau de consommateurs, dont plusieurs espèces sont exploitées (mollusques bivalves, crustacés, poissons...). Comme beaucoup d'écosystèmes côtiers d'Europe Occidentale, il subit diverses pressions et stress d'origines naturelles et anthropiques (apports accrus en éléments nutritifs depuis les rivières, récurrence des efflorescences de phytoplanctons toxiques, apparition d'espèces invasives, etc.) qui influent sur la dynamique des communautés et la biodiversité (Chauvaud et al., 2000 ; Ragueneau et al., 2005 ; Chapelle, 2017 ;).

Cet écosystème de la rade de Brest fait donc l'objet d'études scientifiques qui ont initié des partenariats entre les collectivités (Communauté Urbaine de Brest, Département du Finistère, Région Bretagne, Agence de l'eau Loire-Bretagne) et les institutions scientifiques (Université de Bretagne Occidentale/Institut Universitaire Européen de la Mer, CNRS, IFREMER, MNHM) depuis de nombreuses années. En mai 2012, l'Institut Ecologie et Environnement (INEE) du CNRS a validé la labellisation de la rade de Brest et de la Mer d'Iroise comme « Zone atelier ». Les Zones Ateliers (<http://www.za-inee.org/fr/frontpage>) « forment un réseau inter-organismes de recherches interdisciplinaires sur l'environnement et les anthroposystèmes en relation avec les questions sociétales d'intérêt national ». Parmi les 13 zones ateliers labellisés par le CNRS, la particularité de la Zone Atelier Brest-Iroise (ZABrI) est sa composante littorale. Elle a pour ambition « d'améliorer nos connaissances du fonctionnement et de l'évolution du socio-écosystème côtier situé à l'interface entre Terre et Mer, dans un contexte de changements et dans une perspective de gestion intégrée ». Deux des enjeux majeurs de la ZABrI sont (1) la conservation de la biodiversité et la gestion des usages, et (2) les relations entre sciences et société.

Au niveau local, ce projet se fera en étroite collaboration avec le laboratoire DYNECO (IFREMER Brest). Les

résultats des observations et expérimentations seront en particulier intégrés dans un modèle couplé physique-biologie qui décrit les variations spatiales et temporelles de la structure des communautés phytoplanctoniques en rade de Brest. Ce modèle est actuellement développé au laboratoire DYNECO dans le cadre d'une thèse de doctorat encadrée par Annie Chapelle (DR IFREMER). A noter également que le laboratoire DYNECO participe activement au projet « Objectif plancton », à travers des analyses par cytométrie en flux de la structure des communautés phytoplanctoniques.

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

Au regard des DIS de rattachement (DIS 3 et DIS 7), le projet de thèse s'inscrit dans le développement d'outils d'observation et de surveillance des écosystèmes marins et de leurs interactions, pour une gestion intégrée et durable des environnements côtiers. La conjonction d'observations répétées dans l'espace et le temps et le développement de modèles numériques couplés physique-biologie permettra de mieux comprendre le fonctionnement d'un écosystème côtier riche d'une forte biodiversité, mais également soumis à plusieurs pressions anthropiques.

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

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel :

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

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

- la régulation du climat par l'océan
- les interactions entre la Terre et l'océan
- la durabilité des systèmes côtiers
- l'océan vivant et les services écosystémiques
- les systèmes d'observation à long terme

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 : A l'issue de la thèse, il est attendu que la doctorante ou le doctorant sera susceptible de candidater sur des postes de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs, que ce soit en France ou à l'étranger.

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Les éléments du contexte scientifique et partenarial sont également détaillés au point 3 (*Positionnement et environnement scientifique*) ci-dessus.

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

Sans objet

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

Aucun financement de thèse acquis au cours des 3 dernières années

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

L'établissement (UBO) sera sollicité pour un co-financement.

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

EUR ISblue

Le – la candidat.e

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

La personne sera titulaire d'un master à dominante « *écologie, biologie des organismes & des populations* ». Des connaissances solides en écologie marine et en biogéochimie marine seraient un plus. Elle devra par ailleurs avoir des connaissances de bases concernant les outils statistiques d'analyses de données (analyses multivariées, etc.), et concernant les logiciels associés (programmation R-cran notamment).

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*) : -

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-)

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

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.*) : Etablissement (UBO) ou ISblue

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : printemps 2019

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

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.