

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*) : ARTEMIS

Intitulé du projet en langue française : Acquisition des paRTEnaires syMbIotiqueS : modalités et conséquences sur l'établissement, la distribution et l'écologie d'espèces hydrothermales.

Intitulé du projet en langue anglaise : Acquisition of symbiotic partners: modalities and consequences on establishment, distribution and ecology of vent species.

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 : sous-domaine 3c « valorisation des ressources minières marines ».

DIS secondaire si nécessaire : DIS 7, et en particulier le sous-domaine 7A « Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs interactions ».

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

Établissement porteur du projet : IFREMER

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

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

Nom du laboratoire d'accueil : Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes (LM2E)

Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) : UMR 6197 (UBO/CNRS/Ifremer)

Directeur du Laboratoire : Didier Flament

Nom de l'équipe de recherche : Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes

Nombre HDR dans le laboratoire : 8

Nombre de thèses en cours : 10

Nombre de post-docs en cours : 2

Nom et prénom du directeur de thèse (HDR), porteur du projet : Marie-Anne Cambon-Bonavita

- e-mail : Marie.Anne.Cambon@ifremer.fr

- Téléphone : 02 98 22 47 56

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

53 publications

Apremont Vincent, Cambon-Bonavita Marie-Anne, Cueff-Gauchard Valerie, Francois David, Pradillon Florence, Corbari Laure, Zbinden Magali (2018). **Gill chamber and gut microbial communities of the hydrothermal shrimp *Rimicaris chacei* Williams and Rona 1986: A possible symbiosis** . *Plos One* , 13(11), e0206084 (22p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206084> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00465/57680/>

Bellec Laure, Cambon-Bonavita Marie-Anne, Cueff-Gauchard Valerie, Durand Lucile, Gayet Nicolas, Zeppilli Daniela (2018). **A Nematode of the Mid-Atlantic Ridge Hydrothermal Vents Harbors a Possible Symbiotic Relationship** . *Frontiers In Microbiology* , 9(2246), 12p. Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02246> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00457/56846/>

Cruaud Perrine, Vigneron Adrien, Pignet Patricia, Caprais Jean-Claude, Lesongeur Françoise, Toffin Laurent, Godfroy Anne, Cambon-Bonavita Marie-Anne (2017). **Comparative Study of Guaymas Basin Microbiomes: Cold Seeps vs. Hydrothermal Vents Sediments** . *Frontiers in Marine Science* , 4(417), 1-15 . Publisher's official version : <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00417> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00415/52640/>

Cowart Dominique, Durand Lucile, Cambon-Bonavita Marie-Anne, Arnaud-Haond Sophie (2017). **Investigation of bacterial communities within the digestive organs of the hydrothermal vent shrimp *Rimicaris exoculata* provide insights into holobiont geographic clustering** . *Plos One* , 12(3), e0172543 (1-22) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172543> , Open Access version : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00376/48705/>

Le Bloa Simon, Durand Lucile, Cueff-Gauchard Valerie, Le Bars Josiane, Taupin Laure, Marteau Charlotte, Bazire Alexis, Cambon-Bonavita Marie-Anne (2017). **Highlighting of quorum sensing lux genes and their expression in the hydrothermal vent shrimp *Rimicaris exoculata* ectosymbiotic community. Possible use as**

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

(nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

Perrine Cruaud, financement Ifremer/Région Bretagne, 2010-2014, co-direction Anne Godfroy. « Influence des communautés microbiennes sédimentaires sur la répartition faunistique dans les sites hydrothermaux et les zones d'émissions de fluides froids du bassin de Guaymas ». Thèse soutenue le 1er avril 2014. En post-doc à l'université de Laval (Canada).

S. Le Bloa, financement Ifremer/Région Bretagne Labex Mer, 2013-2016, co-encadrement A. Bazire (Université de Bretagne Sud). « Mode de reconnaissance hôte-symbiotes en milieux extrêmes : cas de *Rimicaris exoculata* ». Thèse soutenue le 15 Décembre 2016. Préparation du CAPES.

Iván Hernández Ávila, Bourse Campus France/Vénézuéla, 2013-2016, co-encadrement F. Pradillon : « Dispersion larvaire et cycles de vie en milieu profond ». Thèse soutenue le 28 Novembre 2016. Actuellement en post-doc au Laboratoire de Biodiversité Marine et changement climatique, ECOSUR, Campeche, Mexique.

Vincent Apremont, financement Ifremer/Université Paris VI, 2014-2017, co-encadrement M. Zbinden (U. Paris VI). « Etude des symbioses chez les Alvinocaridae, fonctionnement et adaptation aux variations physico-chimiques de l'environnement ». Thèse soutenue le 29 Novembre 2017. Actuellement en post-doc/CDD au LEP.

Pierre Methou, financement Ifremer/Région Bretagne, 2016-2019, co-encadrement F. Pradillon. « Life cycles of two different *Rimicaris* species: reproduction, population structure and acquisition of symbiosis ». Soutenance prévue à l'automne 2019.

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : Florence Pradillon

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) : Laboratoire Environnement Profond (LEP), Unité Etude des Ecosystèmes Profonds (EEP), Ifremer

- **e-mail** : Florence.Pradillon@ifremer.fr

- **Téléphone** : 02 98 22 49 57

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

(nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

Iván Hernández Ávila, Bourse Campus France/Vénézuéla, 2013-2016, co-encadrement M.-A. Cambon. « Dispersion larvaire et cycles de vie en milieu profond ». Thèse soutenue le 28 Novembre 2016. Actuellement en post-doc au Laboratoire de Biodiversité Marine et changement climatique, ECOSUR, Campeche, Mexique.

Pierre Methou, Bourse Ifremer/Région Bretagne, 2016-2019, co-encadrement M.-A. Cambon : « Life cycles of two different *Rimicaris* species: reproduction, population structure and acquisition of symbiosis ». Soutenance prévue à l'automne 2019.

Joan Manel Alfaro Lucas, Bourse Ifremer/Labex Mer, 2016-2019, co-encadrement J. Sarrazin et D. Zeppilli : « Influence of hydrothermal vent activity and substratum types on faunal colonization processes in the deep sea ». Soutenance prévue à l'automne 2019.

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

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

Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

Les principaux contributeurs à la productivité des écosystèmes hydrothermaux développent des symbioses avec des microorganismes leur permettant de tirer parti de la production chimiosynthétique locale et de se protéger de la toxicité de ces milieux. L'établissement de ce partenariat est primordial au développement de ces animaux et profite à l'ensemble de la communauté dont ils sont fondateurs. Plusieurs exemples d'espèces apparentées coexistant sur les mêmes sites, mais présentant des différences dans leurs relations symbiotiques (degré d'intégration ou identité des partenaires symbiotiques) pointent le rôle de ces relations dans la micro-distribution des espèces, leur écologie (partition de niche) et le fonctionnement de la communauté. En particulier, la mise en place et la prolifération des symbiotes au sein des stades de vie précoces (pré et post-recrutement) pourraient constituer une étape clé de la colonisation des sites et du développement des communautés hydrothermales. Cette thèse a pour objectif de décrire le développement de l'holobionte en identifiant le moment et les conditions environnementales favorables à l'acquisition des symbiotes, leur prolifération au sein de l'hôte, et la façon dont cette interaction influe sur l'écologie et la distribution de l'hôte. Elle reposera sur deux modèles bien étudiés dans l'Unité de Recherche Etude des Ecosystèmes Profonds : les crevettes *Rimicaris* (campagne BICOSE2 2018), et les gastéropodes *Alviniconcha* (campagne Futuna 2012 et Chubarc 2019). Les deux modèles retenus seront comparés afin d'évaluer l'universalité des processus entre endosymbioses (*Alviniconcha*) et ectosymbioses (*Rimicaris*).

Présentation détaillée du projet :

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

Les espèces formant la majeure partie de la biomasse des écosystèmes hydrothermaux hébergent des microorganismes symbiotiques leur permettant de tirer parti de la production chimiosynthétique locale et de se protéger de la toxicité du milieu. Ces symbioses dictent la distribution de l'hôte au sein des différents micro-habitats grâce aux capacités métaboliques nouvelles de l'holobionte (ensemble hôte-symbiotes). Elles présentent par ailleurs une certaine flexibilité permettant une adaptabilité aux variations du milieu, une même espèce hôte pouvant s'associer à différents symbiotes en fonction des conditions environnementales locales. L'acquisition et la sélection des symbiotes au début du cycle de vie de l'hôte est donc une étape clé pour comprendre comment ces espèces fondatrices établissent leurs symbioses et la colonisation des sites hydrothermaux.

L'initiation de la symbiose semble se produire chez la plupart des espèces hydrothermales après le recrutement des larves (stades juvéniles post-larvaires). Cette étape n'a été documentée que chez les annélides Siboglinidés et les moules Bathymodiolinae. Les crevettes *Rimicaris* et les gastéropodes *Alviniconcha* sont des espèces fondatrices des communautés hydrothermales des sites profonds de la ride Médio-Atlantique (MAR) et des bassins arrière-arc du Sud-Ouest Pacifique respectivement. Ces espèces sont étudiées au laboratoire depuis de nombreuses années, aussi bien du point de vue de leurs symbioses que de leur cycle de vie. Ces travaux nous permettent aujourd'hui d'aborder la question de l'initiation et de la prolifération symbiotique et ainsi d'élargir l'éventail taxonomique et géographique de nos connaissances concernant la mise en place des symbioses hydrothermales.

Les espèces modèles choisies forment la majeure partie de communautés établies au niveau de zones présentant un intérêt pour l'exploitation des ressources minérales. En Atlantique, un permis d'exploration pour les sulfures massifs a été octroyé à la France et englobe des sites hydrothermaux hébergeant d'importants agrégats de crevettes *Rimicaris*. La Zone Economique Exclusive de la France autour des îles de Wallis et Futuna dans l'ouest Pacifique a été récemment explorée en vue d'identifier les potentielles ressources minérales présentes : de nombreux nouveaux sites hydrothermaux et sulfures massifs y ont été découverts ainsi que d'importantes communautés de gastéropodes *Alviniconcha*. L'étude de l'acquisition de la symbiose chez ces espèces et de son impact sur la colonisation des sites par ces espèces permettra de mieux comprendre le développement des communautés associées à ces environnements uniques et d'anticiper les impacts de l'exploitation des ressources minérales de ces zones.

Sur la MAR, deux espèces du genre *Rimicaris* coexistent et présentent des différences du point de vue de leur reproduction, de leur cycle de vie et du degré de développement de leur symbiose avec des microorganismes (Thèses V. Apremont, et P. Methou). Contrairement aux crevettes *Rimicaris* qui sont associées aux microorganismes par une ectosymbiose, les gastéropodes *Alviniconcha* de l'ouest Pacifique développent une association endosymbiotique au niveau de leur branchie, et présentent également des partenaires symbiotiques au niveau du tube digestif (post-doc S. Laming). Nos travaux très récents (post-doc Sven Laming) suggèrent que l'acquisition des partenaires symbiotiques semble différer entre les espèces d'*Alviniconcha* présentes dans notre zone d'étude. L'étude comparée de ces modèles permettra d'aborder l'universalité des processus d'acquisition en comparant endo et ecto symbiose, et rôle des symbioses dans la coexistence d'espèces présentant les mêmes traits fonctionnels.

L'objectif principal de ce projet de thèse est de comprendre comment s'établissent les symbioses de 5 espèces hydrothermales appartenant aux crevettes *Rimicaris* spp. (*R. exoculata* et *R. chacei*) et aux gastéropodes *Alviniconcha* (*A. kojimai*, *A. boucheti* et *A. strummeri*), au cours des premières étapes de leur cycle de vie. Il s'agira également d'évaluer l'importance des conditions environnementales locales dans cette mise en place, et les répercussions sur l'écologie des espèces, notamment sur la compréhension des mécanismes permettant leur coexistence au niveau local. Spécifiquement, les objectifs seront :

- 1) La caractérisation de communautés microbiennes associées aux différents stades juvéniles et la comparaison avec les stades adultes déjà décrits.
- 2) Mise en relation avec les conditions environnementales locales et la microdistribution des holobiontes à différents stades de vie.
- 3) Mise en perspectives des processus communs dans le cas d'endo- (*Alviniconcha*) et d'ectosymbioses (*Rimicaris*) dans la fondation des communautés hydrothermales: universalité et traits particuliers.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Des approches d'imagerie permettront de localiser et d'évaluer les proportions relatives des lignées majeures de symbiontes (principalement par hybridation *in situ*-FISH-, et microscopie électronique), et d'identifier les modifications morphologiques de l'hôte en relation avec la prolifération symbiotique (morpho-anatomie, histologie, CT scan). Ces approches permettront d'identifier le moment/les conditions où la symbiose produit potentiellement un changement significatif dans le développement de l'hôte qui devient véritablement un holobionte.

De manière complémentaire, les approches moléculaires permettront d'évaluer la diversité symbiotique à différentes étapes du développement de l'hôte. Cette caractérisation se fera dans un premier temps par des approches de type métabarcodage pour compléter les données déjà acquises au laboratoire, puis le volet fonctionnel sera abordé par des approches de métagénomique des symbiontes (voir métagénomique).

Enfin, des approches isotopiques permettront d'identifier le changement de régime trophique de l'hôte lié à la symbiose et de déterminer sa niche écologique au sein de la communauté.

Concernant le modèle *Rimicaris*, les différents stades juvéniles des deux espèces sont disponibles au laboratoire (thèse P. Methou, campagne BICOSE 2), ainsi que les données environnementales associées à leur habitat (données C. Cathalot, GM Ifemer). Des données sur le métagénome symbiotique adulte de *R. exoculata* sont disponibles et les approches de transcriptomiques sont développées (thèse V. Cuff-Gauchard). Sur le modèle *Alviniconcha*, des adultes des trois espèces et des juvéniles sont déjà disponibles au laboratoire. D'autres échantillons seront récoltés lors de la campagne Chubacarc (Mars-Juin 2019) et pourront compléter ce travail. La caractérisation de l'habitat sera également associée à ces prélèvements. Les protocoles d'imagerie, et moléculaires sont également en place et des données sont déjà disponibles quant à la diversité et localisation des symbiontes chez les adultes et quelques juvéniles (post-doc S. Laming).

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

Ce projet s'insère dans les collaborations déjà en place au laboratoire, notamment avec le Laboratoire de Géosciences Marines de l'Ifremer (C. Cathalot) sur la caractérisation des habitats, la station biologique de ROSCOFF (Groupe ABICE : D. Jollivet et S. Hourdez) sur l'écologie des communautés hydrothermales et spécifiquement à travers la campagne Chubacarc et le projet ANR Cerberus, ainsi qu'avec l'équipe AMEX de l'université Paris Sorbonne (M. Zbinden) sur la symbiose des crevettes hydrothermales.

Par ailleurs, des perspectives de collaborations s'ouvrent avec plusieurs équipes américaines (Roxanne Beinart : Université Rhode Island, Craig Young : Oregon Institute for Marine Biology, et Shawn Arellano : Western Washington University) développant un projet focalisé sur la symbiose et la connectivité des *Alviniconcha* dans le bassin de Lau. Des discussions sont en cours sur les modalités d'une possible collaboration.

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

Ce projet de thèse contribuera à l'apport de connaissances fondamentales nouvelles sur le fonctionnement des écosystèmes marins profonds, en s'attaquant à un verrou majeur : le cycle de vie et la colonisation d'organismes endémiques d'écosystèmes abritant des ressources minérales dont l'exploitation a connu récemment un regain d'intérêt. Une meilleure compréhension de l'interaction entre microorganismes symbiotiques et leurs hôtes, et l'importance du développement de cette interaction dans la colonisation et l'établissement des communautés animales est indispensable pour la mise en place d'études d'impact environnemental des activités minières, ainsi que, par la suite, pour le développement de stratégies de préservation de ces environnements. En ce sens, les objectifs de cette thèse s'intègrent parfaitement dans le DIS D3 : "Activités maritimes pour une croissance bleue", et en particulier dans l'axe 3C :

"valorisation des ressources minières marines" en contribuant à la préservation des richesses biologiques et à l'exploitation durable des richesses minières de l'océan.

Ce projet pourra également stimuler le développement d'outils et de capteurs innovants, indispensables pour le développement d'axes de recherche nouveaux tel que l'étude des stades de vie pré-colonisation (typiquement les larves), mais pouvant également par la suite faire partie des stratégies de suivi d'impact (bio-monitoring colonne d'eau).

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

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel : Sans objet

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

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

Ce sujet de thèse s'insère dans le thème 2 « *Interactions entre la Terre et l'Océan* » : les résultats attendus permettront de mieux comprendre un aspect important de la biologie des organismes hydrothermaux : la mise en place des symbioses au sein des organismes dominants et fondateurs des communautés endémiques de ces environnements. Ce projet participera ainsi à "*décrire et comprendre la biologie unique de la biosphère microbienne et animale de l'océan profond au traversd'approches expérimentales et de techniques méta-omiques*". Les espèces sur lesquelles se focalisera cette thèse constituent la majeure partie de la biomasse d'écosystèmes hydrothermaux inclus dans des zones d'intérêt pour l'exploitation minière profonde (Permis d'exploration AIFM pour les sulfures massifs le long de la ride médio-Atlantique, et ZEE de Wallis et Futuna). Mieux comprendre leurs mécanismes de colonisation permettra de mieux évaluer les impacts potentiels de l'exploitation minière sur la faune endémique de ces zones et contribuera ainsi à "*développer notre capacité à explorer et exploiter les ressources minérales de l'océan profond en comprenant....les impacts potentiels en cas d'exploitation....en développant de nouveaux outils et instruments pour opérer en profond*".

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 futur doctorant sera formé à une diversité d'approches d'imagerie, de biologie moléculaire et de bio-informatique de pointe (FISH, NGS, métabarcode et métatranscriptomique), aujourd'hui de plus en plus utilisées ce qui lui permettra d'envisager de poursuivre par une carrière de recherche académique sur des thématiques variées. Il aura l'opportunité de présenter ses résultats à la communauté scientifique internationale, et pourra être amené à collaborer avec des collègues de laboratoires américains et ainsi d'ouvrir ses perspectives de carrière vers l'étranger. Il évoluera au sein d'une équipe de recherche pluridisciplinaire (collaboration avec des collègues de géosciences, et des équipes d'ingénieurs travaillant au développement d'outils nouveaux dédiés à l'exploration du profond) ce qui lui permettra d'acquérir une bonne connaissance de l'environnement profond, des relations organismes-environnement, des problématiques d'impacts environnementaux, et des contraintes liées à l'exploration de ces milieux. Cette expérience sera valorisable dans une carrière en dehors du milieu non académique (bureaux d'études, agences gouvernementales, industries offshore, biotechnologie...).

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Cette thèse s'effectuera entre le laboratoire LM2E et le LEP, en collaboration avec différents collègues du laboratoire GM, du groupe ABICE de la Station Biologique de Roscoff et du groupe AMEX de l'UMR BOREA.

Par ailleurs les résultats attendus contribueront à l'appui à la puissance publique dans le cadre du permis d'exploration (AIFM) pour les sulfures massifs détenu par la France sur les sites hydrothermaux de la ride Médio-Atlantique (Projet Ifremer REMIMA).

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)

ARED 2016 : Demi-financement de thèse pour le projet "RIMILIFE" (Thèse Pierre Methou 2016-2019)

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

Un demi-financement a été sollicité et acquis auprès d'Ifremer.

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Le – la candidat.e

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

- Master en biologie, microbiologie, écologie, ou océanographie biologique, avec de bonnes connaissances en biologie marine.
- Maîtrise des techniques de biologie moléculaire (extraction d'ADN, PCR, hybridation *in situ*), de microscopie, et/ou de l'analyse bio-informatique de données de séquençage haut débit appréciée.
- Intérêt pour la recherche pluridisciplinaire alliant la biologie, la microbiologie et la géochimie.
- Goût ou aptitude pour le travail de terrain, en particulier en mer.
- Bonne maîtrise de l'anglais.

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.*) : Ifremer

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*) :

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.