

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

- **Date de la demande** : 08/01/2016

1- Identification du projet (en langue française)

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

- **Intitulé du projet** (en langue française) : **RÔle de l'activité hydrothermale et de la nature du substrat sur les processus de colonisation de la faune (du microorganisme à la macrofaune) en milieu marin profond.**

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

- **Cocher le DIS prioritaire** au sein duquel le projet de thèse s'intègre. Vous pouvez mentionner un DIS secondaire (choix à indiquer et argumenter au point 5-Présentation du projet, paragraphe 6). Si aucun DIS ne correspond, cocher « Projet Blanc ».

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

« Projet Blanc »

- **Préciser les sous-domaines correspondants** :

3C- Valorisation des ressources minières marines

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

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

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

- **Ecole Doctorale** : EDSM

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

- **Nom et prénom** : Sarrazin Jozée

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

- **e-mail** : Jozee.Sarrazin@ifremer.fr

- **Téléphone** : 02 98 22 43 29

- **Nom du laboratoire** : Environnement Profond

- **Code du laboratoire** (U/UMR/USR/EA/JE/...) : Ifremer-EP

- **Nom de l'équipe de recherche** : Laboratoire Environnement Profond

- **Nombre HDR dans le laboratoire** : 2

- **Nombre de thèses en cours** : 5

- **Nombre de post-docs en cours** : 1

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

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

55 publications dans des articles de rang A, 5 publications dans des ouvrages, 8 CR de colloques.

- (1) Cuvelier Daphne, Legendre Pierre, Laes Agathe, Sarradin Pierre-Marie, Sarrazin Jozee (2014). Rhythms and Community Dynamics of a Hydrothermal Tubeworm Assemblage at Main Endeavour Field - A Multidisciplinary Deep-Sea Observatory Approach. Plos One, 9(5), e96924. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0096924>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00200/31164/>
- (2) Portail Marie, Olu Karine, Escobar-Briones E., Caprais Jean-Claude, Menot Lenaick, Waeles Mathieu, Cruaud Perrine, Sarradin Pierre-Marie, Godfroy Anne, Sarrazin Jozee (2015). Comparative study of vent and seep macrofaunal communities in the Guaymas Basin. Biogeosciences, 12(18), 5455-5479. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.5194/bg-12-5455-2015>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00280/39076/>
- (3) Sarrazin Jozee, Cuvelier Daphne, Peton Loic, Legendre P., Sarradin Pierre-Marie (2014). High-resolution dynamics of a deep-sea Hydrothermal mussel assemblage monitored by the EMSO-Açores MoMAR observatory. Deep-sea Research Part I-oceanographic Research Papers, 90, 62-75. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2014.04.004>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00189/30023/>
- (4) Sarrazin Jozee, Legendre Pierre, De Busserolles Fanny, Fabri Marie-Claire, Guilini Katja, Ivanenko Viatcheslav, Morineaux Marie, Vanreusel Ann, Sarradin Pierre-Marie Biodiversity patterns, environmental drivers and indicator species on a High-temperature Hydrothermal edifice, mid-Atlantic ridge. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography IN PRESS. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.04.013>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00266/37713/>
- (5) Zeppilli Daniela, Vanreusel Ann, Pradillon Florence, Fuchs Sandra, Mandon Perrine, James Tristan, Sarrazin Jozee (2015). Rapid colonisation by nematodes on organic and inorganic substrata deployed at the deep-sea Lucky Strike hydrothermal vent field (Mid-Atlantic Ridge). Marine Biodiversity, 45(3), 489-504. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1007/s12526-015-0348-2>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00278/38939/>

- **Co-directeur-trices de thèse:** Florence Pradillon et Daniela Zeppilli

- **Equipe de recherche co-encadrante:** Laboratoire Environnement Profond, Ifremer Brest

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

- **Résumé du projet:** Ce projet vise à apporter de nouvelles connaissances sur les processus de colonisation et de succession de la faune (du microorganisme à la macrofaune) au sein du milieu marin profond à proximité des sources hydrothermales. Il est basé sur une expérience de colonisation de plusieurs substrats organiques et inorganiques qui s'est déroulée entre 2013 et 2015 sur cinq sites profonds caractérisés par un niveau décroissant d'activité hydrothermale. Les objectifs spécifiques du projet sont de : (i) identifier la biodiversité et comprendre les processus de colonisation de la faune; (ii) caractériser la diversité microbienne et la structure des tapis favorisant l'établissement des communautés, (iii) évaluer le rôle de certains facteurs environnementaux (température, activité hydrothermale, substrat) sur la biodiversité et la distribution de la faune; (iv) reconstruire le réseau trophique des communautés associées aux différents types de substrats, (v) comparer la faune des substrats avec celle des environnements voisins (faune hydrothermale sur les sites actifs et faune sédimentaire) ; (vi) identifier les processus de succession et proposer un modèle. Le projet s'appuiera sur l'analyse d'échantillons de différents substrats organiques (os, bois) et inorganiques (ardoises, éponges) déployés sur la dorsale médio-Atlantique et récupérés en 2015. Il bénéficiera de collaborations avec l'Université de Ghent (Belgique), le Senckenberg Institute (Allemagne),

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

l'Institut de Physique du Globe de Paris (France), l'Université des Açores et l'Université de Moscou (Russie). Il permettra une avancée majeure dans la compréhension du fonctionnement de ces milieux peu accessibles, pré-requis indispensable à la gestion, la conservation et la protection des écosystèmes marins profonds. Il s'inscrit dans le cadre des programmes nationaux du Labex mer, du groupe ECCHIS, du GDR ARCHAEA, de l'ANR Lucky Scales ainsi que des projets européens FIXO3, EMSO et MIDAS.

- Présentation détaillée du projet :

1-Contexte scientifique et socio-économique du projet :

Les sources hydrothermales sont des îlots de biomasse dans un environnement marin profond peu peuplé. Les zones actives sont caractérisées par la présence de fortes températures (par rapport à l'eau de mer ambiante) et de concentrations élevées en sulfures et autres composés chimiques comme les métaux lourds et les radioéléments^{1,2}. La faune hydrothermale colonise des habitats de forts gradients physico-chimiques et la présence de microorganismes chimiosynthétiques assure sa survie via la chimiosynthèse. Ces microorganismes utilisent l'énergie résultant de l'oxydation des composés réduits contenus dans les fluides pour produire de la matière organique à la base de la chaîne alimentaire^{3,4}. L'activité hydrothermale peut subir des variations temporelles qui influencent significativement le devenir des communautés de faune. Malgré leur niveau d'isolement et les distances quelquefois importantes entre champs actifs, les nouveaux sites hydrothermaux sont rapidement colonisés par un « pool » d'espèces régionales et ce, même si le site le plus proche est situé à plusieurs kilomètres⁵⁻⁹. Afin de comprendre la persistance des populations locales, les études sur les variations temporelles de la faune et la dynamique des communautés sont fondamentales. Comme les milieux profonds abritent une mosaïque d'habitats qui favorisent la connectivité des populations¹⁰, le déploiement de substrats de colonisation permet de mieux comprendre les patrons de colonisation et l'utilisation potentielle de « *stepping stone* » -ou pierres de gué- pour assurer la colonisation de nouveaux sites¹¹. Depuis près de 30 ans, la communauté scientifique s'intéresse à ces processus de colonisation par le déploiement d'expériences à proximité des écosystèmes chimiosynthétiques^{6,12-22}. Les résultats de ces travaux ont montré l'influence importante des conditions environnementales locales et de la proximité des zones actives¹² sur le recrutement de la faune, les interactions biologiques jouant également un rôle sur la structure des communautés^{9,14,18,19}. La présence de substrats organiques quant à elle favoriserait une plus grande diversité et l'arrivée d'espèces spécialistes comme les bivalves foreurs²¹ ou les vers du genre *Osedax*.

L'étude proposée ici est la première à évaluer la composition de la faune (du microorganisme à la macrofaune) sur des substrats organiques et inorganiques déployés **dans un niveau décroissant d'activité hydrothermale**. Elle poursuit le travail initié en 2008 sur le champ hydrothermal Lucky Strike (1700m) où différents substrats organiques et inorganiques instrumentés furent déployés autour de l'édifice Tour Eiffel. Les premiers résultats de ce travail montrent peu de différence de colonisation entre les substrats organiques (bois) et inorganiques (ardoises)²³. Au bout de deux ans, les caractéristiques environnementales des sites et le degré d'activité hydrothermale semblent avoir plus d'influence sur la composition taxonomique des communautés que le type de substrat. La diversité taxonomique est plus faible dans les zones de plus forte activité hydrothermale alors qu'à l'inverse, le taux de recrutement et la densité de la faune y sont plus élevés²³. L'expérience s'est poursuivie avec le déploiement d'autres substrats au cours des différentes campagnes MoMARSAT (2010 à 2014). Le design expérimental a été étendu à 4 sites (incluant un site situé à 25 m entre deux édifices actifs) en 2010 puis à 5 sites en 2011 (incluant un site « référence », situé hors toute activité hydrothermale, à l'ouest du lac de lave). Des substrats « os » ont été ajoutés aux substrats initiaux (bois et ardoises) en 2010 et en 2011, des éponges artificielles ont aussi été déployées. La macrofaune et la méiofaune associée à ces substrats ont été étudiées. Les substrats déployés en 2010 ont été récupérés en 2011 et ont fait l'objet d'une étude détaillée de la macrofaune (stage M2, T. James en 2014) et de la méiofaune (post-doc D. Zeppilli). Les résultats de la composition de macrofaune montrent, tout comme l'étude de Cuvelier et al.²³, qu'il existe peu de différences taxonomiques entre les substrats organiques et inorganiques et que la température ambiante, utilisée comme proxy de l'activité hydrothermale, influence significativement la composition, la diversité et l'abondance. Par contre, contrairement à Cuvelier et al.²³, les zones d'activité hydrothermale plus élevée sont caractérisées par une plus faible densité et une plus forte diversité. L'étude de Zeppilli et al.²⁴ montre que les nématodes sont plus

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

abondants sur les substrats inorganiques déployés dans les sites où l'activité hydrothermale est plus élevée, alors que sur les substrats organiques, l'abondance est plus élevée sur les sites où l'activité est plus faible. Cette expérience de 9 mois a montré que le type de substrat influence significativement la composition des communautés de nématodes alors qu'au bout de deux ans, les communautés semblent être davantage structurées par le degré d'activité hydrothermale. Focalisée sur le groupe des copépodes (méiofaune), l'étude de Plum et al. (en prep.)²⁵ montre la dominance de la famille des Dirivultidae, endémique des sources hydrothermales et des copépodes harpacticoïdes restreints aux habitats chimiosynthétiques. Les communautés de copépodes se groupent par sites plutôt que par substrat, suggérant que les conditions environnementales ont un effet plus important sur la structure des communautés que le type de substrat. Une comparaison de la composition des communautés de copépodes sur les substrats entre l'étude de Cuvelier et al.²³ montre une différence significative entre les deux études malgré un temps de déploiement similaire (2 ans). Enfin, la comparaison de la composition des communautés de copépodes de ces substrats avec ceux de douze échantillons provenant des moulières de l'édifice Tour Eiffel²⁶ montre que seulement deux familles sont exclusives aux moulières contre 10 sur les substrats « os » et 11 sur les substrats « ardoises ». La diversité quant à elle est significativement plus élevée sur les substrats que dans les communautés naturelles, appuyant le rôle de l'hétérogénéité des habitats sur la structure des communautés dans les milieux profonds²⁵.

La thèse présentée se construira à partir des données acquises sur la colonisation de substrats par notre équipe au cours des 8 dernières années. En 2013, un protocole expérimental amélioré a été réalisé (déploiement de triplicatas, 2 ans), permettant une analyse plus rigoureuse du jeu de données et une comparaison avec celles acquises précédemment²³⁻²⁵. Déjà, des tendances semblent se profiler concernant la succession des communautés sur les substrats déployés à proximité des sites actifs. La récupération de nouveaux substrats déployés en 2014 au cours de la campagne BICOSE 2 permettra à l'étudiant de développer de nouvelles approches et surtout, de planifier le conditionnement des échantillons de substrats en fonction des questions posées et des avancées du projet.

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

Les objectifs spécifiques du projet sont de : (i) identifier la biodiversité et comprendre les processus de colonisation de la faune; (ii) caractériser la diversité microbienne et la structure des tapis favorisant l'établissement des communautés, (iii) évaluer le rôle de certains facteurs environnementaux (température, activité hydrothermale, substrat) sur la biodiversité et la distribution de la faune; (iv) reconstruire le réseau trophique des communautés associées aux différents types de substrats, (v) comparer la faune des substrats avec celle des environnements voisins (faune hydrothermale sur les sites actifs et faune sédimentaire) ; (vi) identifier les processus de succession et proposer un modèle.

Les hypothèses suivantes sont posées :

- H1 : La diversité microbienne et la structure des tapis varient en fonction des substrats et des sites ;
- H2 : Le degré d'activité hydrothermale joue un rôle prépondérant sur la structure (diversité, composition, biomasse) des communautés par rapport au type de substrat ;
- H3 : La structure du réseau trophique varie en fonction des substrats et des sites ;
- H4 : La faune associée aux substrats est différente de celle des environnements voisins ;
- H5 : Il existe un processus de succession identifiable sur les substrats en fonction des sites.

Le protocole expérimental amélioré permettra une analyse plus rigoureuse du jeu de données et une comparaison avec celles acquises précédemment²³⁻²⁵. Déjà, des tendances semblent se profiler concernant la succession des communautés sur les substrats déployés à proximité des sites actifs, succession que les données obtenues jusqu'alors ne permettaient pas de décrire.

Allocations de recherche doctorale (ARED)
Fiche projet 2016

Depuis plusieurs années, nous avons mené des expériences de colonisation au sein de différents écosystèmes profonds. L'expérience sur laquelle sera basée cette thèse représente 90 substrats, déployés en triplicatas dans un niveau décroissant d'activité hydrothermale et pour des durées respectives de 1 et 2 ans.

Lors de sa remontée, la faune colonisant les substrats est recueillie sur des tamis de 20µM et préservée dans le formol 10% et dans l'éthanol 96°. Les différents compartiments sont séparés lors du tamisage et la faune est identifiée au niveau taxonomique le plus bas (coll. réseau de taxonomistes du LEP). Les espèces dominantes, les juvéniles et les post-larves seront « barcodés ». Ces données moléculaires permettront d'affiner l'identification taxinomique. Les taxons dominants (macrofaune et méiofaune) seront conditionnés pour des analyses isotopiques (^{13}C et ^{15}N) afin de reconstruire le réseau trophique associé aux divers substrats. Pour la diversité microbienne et la structure des tapis, une collaboration avec C. Rommevaux de l'IPGP est en cours. Il s'agira de décrire la diversité microbienne associée aux différents types de substrats (échantillons stériles préservés à -80°C) et éventuellement, de développer une approche pour évaluer la structure 3D de ces tapis (coll. laboratoire de biotechnologie et de chimies marines, UBS). Enfin, les processus de colonisation et la succession seront évalués en comparant, à trois échelles distinctes, la composition de la communauté de faune : (1) entre les différents substrats, (2) entre les différents habitats et (3) entre les années (1 et 2 ans). Le rôle des facteurs environnementaux sur la diversité et la distribution de la faune sera évalué à l'aide d'analyses canoniques de redondance.

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

Français	Anglais
Maîtrise en biologie et écologie marine	Masters in marine biology and ecology
Ecologie et taxinomie de la faune benthique	Ecology and taxonomy of benthic fauna
Bonnes connaissances en écologie des environnements profonds	Strong deep-sea ecological background
Expérience en biologie moléculaire	Skills in molecular biology

5-Positionnement et environnement scientifique dans le contexte régional, et le cas échéant, national et international :

En plus de valoriser les échantillons récoltés au cours de plusieurs campagnes à la mer, ce projet permettra une avancée majeure dans la compréhension du fonctionnement des écosystèmes chimiosynthétiques, sièges d'une biodiversité marine unique. L'identification des relations entre les différents compartiments de la faune benthique (du microorganisme à la macrofaune) est un volet essentiel pour comprendre les processus d'installation et de recrutement des espèces. La collaboration avec des centres de recherche de renommée internationale comme l'Université de Ghent, l'Université des Açores, l'IPGP, le Senckenberg Institute et l'Université de Moscou permettra une plus grande visibilité des travaux de recherche sur les écosystèmes profonds. Ce projet s'inscrit dans le cadre des programmes nationaux du Labex mer, du groupe ECCHIS, du GDR ARCHAEA, de l'ANR Lucky Scales ainsi que des projets européens FIXO3, EMSO et MIDAS.

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

L'acquisition de connaissances nouvelles sur ces écosystèmes peu accessibles et menacés d'exploitation en raison de leur richesse en minéraux stratégiques est un pré-requis indispensable à la gestion, la conservation et la protection des écosystèmes. Les substrats renseigneront sur les processus naturels de colonisation de ces écosystèmes et pourront éventuellement être utilisés comme outil de remédiation.

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 »...) :

Allocations de recherche doctorale (ARED)

Fiche projet 2016

Ce projet s'inscrit dans les thématiques de l'axe 3 du LabexMer : INTERACTIONS GÉOBIOLOGIQUES DANS LES ENVIRONNEMENTS EXTREMES

6- Projet de thèse en cotutelle internationale

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

7- 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, en cours de demande.**

- **Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : 15/02/2016**

- **En cas de non-obtention du cofinancement demandé, une autre source de cofinancement est-elle identifiée (oui/non) : oui, co-financement éventuel Université de Ghent, non-acquis et contraintes associées sur le choix du candidat.**