

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Acronyme : POL&MIC**

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

Établissement porteur du projet : UBO  UBS  Institut Agro Rennes

IMTA  ENSTA  ENIB

Ecole Doctorale : EDSML

SPI BZH  SPIN  MATHSTIC Bretagne Océane  pour les projets ISblue

### Identification du projet

Intitulé du projet : Diversité taxonomique et fonctionnelle des communautés MICrobiennes d'écosystèmes géothermiques & hydrothermaux subantarctiques isolés géographiquement : la vie à haute température en milieu POLaire

Nom : ALAIN

Prénom : Karine

### Demande d'ARED

*Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :*

Priorité régionale	Atténuation et/ou adaptation au changement climatique
DIS	Economie maritime pour une croissance bleue
Levier thématique	Environnement, santé des océans et gestion du littoral
DIS secondaire	Economie maritime pour une croissance bleue
Levier thématique secondaire	Bioressources et biotechnologies marines
Axe transversal	

### Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

#### Porteur du projet HDR

Date obtention de l'HDR	Juin 2014
Nom	ALAIN
Prénom	Karine
Adresse électronique	Karine.Alain@univ-brest.fr
Tel	02 98 49 88 53
Page perso	<a href="https://www.univ-brest.fr/menu/recherche-innovation/pages-chercheurs/ALAIN-Karine/">https://www.univ-brest.fr/menu/recherche-innovation/pages-chercheurs/ALAIN-Karine/</a>

Expérience d'encadrement	<p>10 thèses encadrées ou co-encadrées. Nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Damien Courtine.</b> Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement MENRT. Thèse co-dirigée par moi-même (33%) et Lois Maignien (UMR6197)(66%). Sujet : « Adaptations génomiques aux limites de la vie. Génomique comparative et fonctionnelle d'archées extrémophiles ». 1<sup>er</sup> Octobre 2014 -&gt; 19 décembre 2017 (<b>4 articles</b>). <i>Damien est actuellement ingénieur d'études à l'université de Clermont Auvergne.</i></li> <li>• <b>Marc Cozannet.</b> Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO-ARED LabexMER. Thèse co-dirigée par Karine Alain (65%) et Laurent Toffin (UMR6197)(35%). Sujet : « Caractérisation métabolique, phénotypique et génomique de représentants cultivés du 7<sup>e</sup> ordre des méthanogènes». 1<sup>er</sup> Octobre 2017 -&gt; 30 mars 2021 (<b>2 articles + 1 chapitre</b>). <i>Marc est actuellement ATER à l'UBO.</i></li> <li>• <b>Maxime Allioux.</b> Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO LIA MicrobSEA- UBO ARED (Région Bretagne). Thèse co-dirigée par moi-même (50%) et Mohamed Jebbar (UMR6197) (50%). Sujet : « Études physiologiques et multi-omiques de métabolismes microbiens du cycle du soufre présents dans les écosystèmes hydrothermaux ». 1<sup>er</sup> Octobre 2018 -&gt; 16 décembre 2021 (<b>10 articles</b>). <i>Maxime est actuellement en post-doctorat à Taipei (Taïwan) dans l'Institute of Plant and Microbial Biology (Ku Lab).</i></li> <li>• <b>Stéven Yvenou.</b> Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO EDSML-UBO ARED (Région Bretagne). Thèse co-dirigée par moi-même (60%) et Mohamed Jebbar (UMR6197) (40%). Sujet : « Biologie et écologie des microorganismes dismutant les composés inorganiques soufrés ou réalisant le comproportionnement du soufre au niveau des sources hydrothermales ». 1<sup>er</sup> Octobre 2020 -&gt; fin prévue en octobre 2023 (<b>5 articles + 2 en préparation</b>).</li> <li>• <b>Eva Poudet.</b> Etudiante en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO EDSML. Thèse co-dirigée par moi-même (40%) et Sophie Mieszkin (UMR6197) (60%). Sujet : « <b>Microorganismes</b> impliqués dans le cycle du <b>fer</b> en contexte hydrothermal profond et chaud : diversité taxonomique, physiologique et fonctionnelle». 1<sup>er</sup> Octobre 2021 -&gt; fin prévue en octobre 2024.</li> <li>• <b>Marie Hémon.</b> Etudiante en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO EDSML – ANR MISD. Thèse dirigée à 100%. Sujet : « La <b>dismutation</b> microbienne des composés inorganiques soufrés, une <b>partie obscure</b> du cycle hydrothermal du soufre avec des implications sur l'écologie, la biogéochimie des océans et les ressources minérales». 1<sup>er</sup> Novembre 2022 -&gt; fin prévue en novembre 2025.</li> </ul>
--------------------------	--

### Unité de recherche

Nom de l'unité	Biologie et Ecologie des Ecosystèmes marins Profonds BEEP, IUEM, Plouzané
Acronyme de l'Unité (umr xx, ....)	UMR6197
Nom et prénom du responsable	SARRADIN Pierre-Marie
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	Non applicable

Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	
---	--

### Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : Institut Universitaire Européen de la Mer, UMR6197 BEEP, Plouzané

Lieu principal de déroulement du projet si hors Bretagne :

### Libellé

#### Résumé synthétique du projet

Les environnements géothermiques et hydrothermaux subantarctiques de l'archipel Kerguelen et l'île Saint-Paul constituent des sanctuaires de biodiversité uniques dans des environnements polaires géographiquement très isolés et très peu anthropisés. Ces territoires sont sous l'égide de conventions internationales soutenant la protection de la biodiversité et ont le statut d'aires protégées, classées au patrimoine mondial de l'UNESCO. Une quarantaine de sources géothermiques terrestres et sous-marines présentant des conditions physico-chimiques contrastées y ont été identifiées. La nature insulaire et l'hétérogénéité localisée de ces sites en font des endroits idéaux pour étudier la biogéographie, l'adaptation à divers paramètres extrêmes et l'évolution des communautés microbiennes. Les sources géothermiques des îles Kerguelen et les sources hydrothermales de St Paul n'ont fait l'objet que d'un très faible nombre d'investigations microbiologiques. Les communautés autochtones de ces événements sont probablement façonnées par leur environnement (position) (bio)géographique et les paramètres physicochimiques de leur habitat (température, pH, biogéochimie, environnement minéral) et constituent selon toute vraisemblance un réservoir préservé et quasi-inexploré de diversité taxonomique, de fonctions et d'innovation, voire un hotspot de diversité nécessitant une attention particulière pour sa protection et sa conservation. Ce projet propose d'étudier la diversité taxonomique et fonctionnelle des bactéries et archées qui peuplent ces milieux extrêmes. Ces travaux reposeront sur des approches de métataxonomie, de métagénomique et de culture, couplées à l'étude des conditions environnementales d'un large éventail de sources. Ils contribueront à recenser la diversité microbienne présente dans ces habitats singuliers et à améliorer nos connaissances de la répartition biogéographique des microorganismes, de la richesse et diversité spécifique des communautés microbiennes non perturbées de ces habitats insulaires, ainsi que de leur potentiel fonctionnel, voire de leur originalité génomique.

#### Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique

Ce projet propose d'étudier la diversité taxonomique et fonctionnelle des bactéries et archées peuplant les écosystèmes géothermiques et hydrothermaux des îles Kerguelen et Saint Paul, des environnements polaires géographiquement très isolés et peu anthropisés. Plus de 40 sources géothermiques terrestres et sous-marines, aux conditions physico-chimiques contrastées, localisées dans différents contextes lithologiques (dépôts de sulfures, riches en silice/carbonates...), ont été recensées à Kerguelen (Parikka et al., 2018). La géochimie des sources les plus accessibles de ce système a été régulièrement documentée au cours des dernières décennies. Par ailleurs, la caldeira immergée de l'île Saint-Paul abrite au moins 2 événements hydrothermaux marins peu profonds (Parikka et al., 2018). Les sources géothermiques sont réparties sur tous les continents et abritent des cohortes microbiennes composées de bactéries appartenant aux *Aquificae*, *Chloroflexi*, *Deinococcus-Thermus* et *Thermotogae*, et d'archées appartenant aux *Desulfurococcaceae*, *Thermoproteaceae* et *Thermococcaceae*. Les communautés microbiennes des sources chaudes des régions polaires sont en partie différentes dans leur composition et renferment des *Verrucomicrobia*, *Proteobacteria*, *Planctomycetes*, 'Candidatus Parcubacteria', *Firmicutes*, *Chloroflexi*, *Calditrichaeota*, *Bacteroidetes*, *Thaumarchaeota*, *Nanoarchaeota*, *Euryarchaeota* et *Crenarchaeota*. En raison de leurs valeurs écologiques et scientifiques exceptionnelles, les îles Kerguelen ont le statut de zones protégées et sont sous l'égide de conventions internationales soutenant la protection de la biodiversité. Elles font partie de la Réserve Naturelle Nationale (RNN) des Terres australes françaises. Certains micro-habitats géothermiques de Kerguelen sont situés dans des "zones strictement protégées" (ZPI) afin de protéger la biodiversité et les caractéristiques géologiques de la région. Contrairement à la majeure partie des environnements géothermiques et hydrothermaux de la planète (ex. Yellowstone, Kamchatka...) qui ont fait l'objet

d'études microbiologiques approfondies, les études des communautés microbiennes des îles Kerguelen et St Paul sont peu nombreuses. Ces études se sont principalement concentrées sur la description de nouveaux taxons microbiens par des techniques de culture (Postec et al., 2010; Cozannet et al., 2021). Notre équipe a récemment mené une étude préliminaire de ces zones en analysant les métagénomés de 4 sources géothermiques de la péninsule du Rallier du Baty (Kerguelen), révélant des représentants de nouvelles branches procaryotes (Allioux et al., 2022).

Dans cette thèse, 3 séries de questions seront abordées :

- Quelle est la diversité taxonomique des bactéries et archées peuplant les différentes sources géothermiques/hydrothermales aux conditions physico-chimiques contrastées ?
- Quelles fonctions et adaptations sont codées dans leurs métagénomés, et en quoi celles-ci diffèrent de potentialités microbiennes d'habitats similaires ?
- Quelle est la composition des communautés microbiennes et la distribution des taxons en fonction des paramètres environnementaux, et quels sont les patrons de cooccurrence des microorganismes ? Ces assemblages microbiens présentent-ils des spécificités génomiques, des adaptations, et/ou des similitudes avec les cohortes microbiennes d'environnements géothermiques/hydrothermaux similaires ? Existe-il un core microbiome des sources géothermiques/hydrothermales des îles Kerguelen et Saint-Paul ? La structure des assemblages microbiens de ces sources chaudes dépend-elle majoritairement de processus stochastiques ou déterministes ?

Afin de répondre aux objectifs de la thèse, le doctorant combinera un panel d'approches de biologie moléculaire, d'écogénomique (*metabarcoding* ; métagénomique), de statistiques et d'approches culturales/physiologiques. Il aura également accès à un large panel de variables environnementales (physico-chimiques et géologiques).

#### Environnement scientifique, positionnement dans contexte régional/national/international (2 000 caractères maximum)

Au niveau régional, le projet s'inscrit dans le thème 2 (Ocean-Earth Interactions) de l'Ecole Universitaire de Recherche ISBlue (Interdisciplinary Graduate School for the blue planet).

Au niveau international, ces travaux seront menés en collaboration avec le le "Key Laboratory of Marine Biogenetic Resources (KLAMBR)" du "Third Institute of Oceanography (TIO)" State Oceanic Administration (SOA) de Xiamen (dirigé par prof. Zongze SHAO) (Chine), dans le cadre du Laboratoire International Associé franco-chinois MicrobSea (IRP 1211), qui associe BEEP au KLAMBR et dont la directrice française est Karine ALAIN.

#### Collaborations scientifiques (nature/partenariat/pays) et partenariat socio-économique envisagé

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet pluriannuel SEKMET n°1231 (2022-2025) (Sub-antarctic hot Environments of Kerguelen and Saint Paul: Microbial diversity and ExtraTerrestrial analogues ; Porteurs : M. LE ROMANCER & K. ALAIN)( Site: [https://institut-polaire.fr/fr/programmes\\_soutenus/diversite-des-communautes-microbiennes-des-ecosystemes-geothermiques-de-kerquelen-et-saint-paul-analogues-denvironnements-extraterrestres/](https://institut-polaire.fr/fr/programmes_soutenus/diversite-des-communautes-microbiennes-des-ecosystemes-geothermiques-de-kerquelen-et-saint-paul-analogues-denvironnements-extraterrestres/)) subventionné par l'IPEV. Dans le cadre de ce projet d'une durée de 4 ans, l'IPEV financera intégralement les missions sur le terrain aux îles Kerguelen et St Paul pour 3 à 4 personnes/an (1 mission par an ; le futur doctorant pourra participer à une mission de terrain), ainsi que le rapatriement des échantillons. De plus l'IPEV accorde une dotation en FEI d'environ 10 000 € TTC/an (8 000 € HT/ an) jusqu'en 2025. De plus, une demande de financement sera déposée dans le cadre de l'appel à projets CNRS-INSU EC2CO 2023 en vue de financer en partie les analyses prévues dans cette thèse.

Ce projet s'inscrit aussi dans le cadre de l'IRP 1211 franco-chinois MicrobSea (2018-2026 ; Directrice Française : K. ALAIN), en collaboration avec le Dr. Zongze SHAO. Une partie des analyses seront financées dans le cadre de l'IRP.

Le projet IPEV SEKMET aborde une thématique plus large que celle couverte par cette thèse et réunit des scientifiques de renommée internationale de divers horizons (France, Russie, Islande, Etats-Unis et Allemagne), experts dans leurs domaines respectifs, afin d'avoir une vision exhaustive de l'écologie microbienne de ces habitats subantarctiques uniques. Le doctorant sera également amené à interagir avec ce consortium international.

### Pour les demandes Région Bretagne

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement  
Pour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum)

Ce projet s'inscrit en partie dans le DIS 1 section « Environnement, santé des océans et gestion du littoral » car il va contribuer à connaître les communautés microbiennes d'environnements terrestres et sous-marins côtiers très peu anthropisés car situés à plus de 3000 km des premières zones habitées. Nous pourrions voir si ces communautés diffèrent de celles de régions très anthropisées.

Ce projet s'inscrit aussi dans le DIS 1 section « Bioressources et biotechnologies marines » car il conduira à la caractérisation de plusieurs souches microbiennes qui seront ensuite déposées dans la collection UBOCC, collection qui est régulièrement criblée pour la recherche de molécules bioactives à potentiel biotechnologique.

Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)

### Demande de (co)financement ISblue

#### Vous sollicitez un financement ISblue,

#### Précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue

Ce projet relève des thèmes 2 et 4 de l'EUR ISblue. En effet, il vise à étudier la composition et les capacités physiologiques des taxons microbiens peuplant des systèmes hydrothermaux situés dans des contextes lithologiques différents, aux conditions physico-chimiques contrastées, ce qui fait partie du périmètre thématique du thème 2. Par ailleurs, il s'inscrit également dans le thème 4 car il ambitionne d'étudier les communautés microbiennes de régions protégées comptant parmi celles les plus préservées de la planète car très isolées géographiquement, et de les comparer à celles d'habitats continentaux beaucoup plus impactés par les activités anthropiques.

Thème ISblue	Thème principal	Thème secondaire (si nécessaire)	Autre (si nécessaire)
la régulation du climat par l'océan			
les interactions entre la Terre et l'océan	X		
la durabilité des systèmes côtiers			
l'océan vivant et les services écosystémiques		X	
les systèmes d'observation à long terme			

**Expliquez/précisez en quelques lignes dans quelle mesure votre demande correspond à l'un ou plusieurs des critères ISblue ci-dessous :**

**2- Originalité, impact potentiel du projet :** Ce projet pluridisciplinaire permettra de réaliser un premier recensement exhaustif de la diversité taxonomique et fonctionnelle des procaryotes des sources

géothermiques/hydrothermales des îles Kerguelen et St Paul. Il permettra de déterminer si les microorganismes peuplant ces zones bien préservées des impacts anthropiques et très isolées géographiquement, présentent une originalité génomique et des spécificités ou adaptations par rapport aux communautés microbiennes qui peuplent les autres environnements géothermiques/hydrothermaux de la planète. Il permettra également (i) de déterminer l'impact des paramètres environnementaux (abiotiques) sur la structure/composition des communautés microbiennes de ces environnements chauds en milieu polaire par rapport à l'impact des interactions entre communautés microbiennes (biotiques), et (ii) d'apporter des éclaircissements sur les processus évolutifs majeurs déterminant les patrons de diversité microbienne dans ces environnements, notamment relatifs aux phénomènes de spéciation.

**2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international:** Ce projet s'inscrit dans un projet opérationnel plus large que cette thèse (Projet IPEV SEKMET), impliquant un consortium international composé de 12 laboratoires en écologie microbienne, mycologie, protistologie, géologie, géochimie ou exobiologie, dont 5 sont localisés à l'étranger (Russie, Islande, Etats-Unis et Allemagne x 2). Il s'inscrit aussi dans le périmètre de l'IRP franco-chinois MicrobSea, dont la directrice française est Karine Alain.

**3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités :** En plus du consortium international et pluridisciplinaire décrit ci-dessus avec lequel le doctorant interagira, une collaboration plus étroite sera réalisée avec des chercheurs d'autres laboratoires ayant des expertises complémentaires : connaissance du terrain (M. Le Romancer, Géoarchi. Brest) ; écologie microbienne (G. Burgaud, LUBEM, Plouzané) ; géochimie, géologie (D. Guillaume, LGL-TPE UMR5276, St Etienne).

**4- Potentiel d'insertion à un haut niveau dans la communauté académique ou non académique du docteur :** L'environnement de cette thèse est très favorable et devrait conduire à plusieurs publications de rang A permettant au doctorant de répondre aux critères attendus pour un futur recrutement dans la recherche académique. En effet, les sites étudiés sont particulièrement originaux, le doctorant ne devrait *a priori* pas rencontrer de verrous technologiques pour les analyses prévues, et ce projet s'inscrit dans le cadre d'un projet financé regroupant plusieurs équipes de renommée internationale. De plus, les compétences en bioinformatique/écogénomique qui seront développées ici sont particulièrement prisées dans le monde académique et non-académique.

## Financement du projet de thèse

En cas de financement à 50 %, le cofinancement est-il déjà identifié: **oui**

Si oui, préciser la nature du cofinancement: **Demie-bourse Ifremer attribuée à l'IRP franco-chinois MicrobSea**

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*) :

Si oui, laquelle :

Sollicitez-vous un co-financement **Is-Blue** (*oui/non*) ? **oui**

**Important : Veillez à bien compléter les différents co financements sollicités sur le serveur Thèses en Bretagne Loire lors du dépôt de votre dossier.**

## Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale dans le cadre d'une convention : **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 :**

Préciser quel est le stade du projet international (joindre une lettre d'engagement du partenaire)

**Vous sollicitez un financement UBO EDSML qui sera porté à la décision du Conseil de l'ED**

Indiquez le ici,      oui       non       **et sur le serveur TEBL (indispensable)**

### **Le candidat**

**Profil souhaité du candidat (spécialité/discipline principale, compétences scientifiques et techniques requises) :**

Le candidat devra être titulaire d'un master en microbiologie ou en bioinformatique, ou d'un diplôme d'ingénieur en microbiologie ou en bioinformatique. Le/la candidat devra :

- Posséder des compétences en bioinformatique (métataxonomie, métagénomique) et avoir un attrait pour cette discipline
- Posséder des compétences en microbiologie pasteurienne, écologie moléculaire (extraction d'ADN, PCR, Q-PCR)
- Connaître les métabolismes microbiens
- Posséder des connaissances sur l'écologie microbienne des habitats marins extrêmes
- Savoir générer des graphiques et réaliser des analyses statistiques sous R
- Avoir des connaissances en programmation : python, bash
- Si possible, posséder des compétences en culture anaérobie ou en culture de microorganismes thermophiles
- Etre rigoureux.se et organisé.e afin de mener plusieurs activités en parallèle
- Etre capable de travailler en équipe et faire preuve de souplesse et de bienveillance pour partager ses connaissances et, réciproquement, intégrer les conseils des autres membres de l'équipe
- Maitriser l'anglais (oral et écrit).

**ATTENTION :** Tout dossier non déposé sur le serveur dans les délais indiqués, ne pourra être pris en compte notamment par les instances ISblue, conseil de l'EDSML.

**Veillez à enregistrer votre document au format      NOM du porteur /Acronyme labo.pdf**