

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*) : SULNOVUM

Intitulé du projet en langue française : Biologie et écologie des microorganismes dismutant les composés inorganiques soufrés ou réalisant le comproportionnement du soufre au niveau des sources hydrothermales océaniques

Intitulé du projet en langue anglaise : Biology and ecology of sulfur-disproportionating or sulfur-comproportionating microorganisms at deep-sea hydrothermal vents

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 : D3B, Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)

DIS secondaire si nécessaire : Projets blancs

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

Établissement porteur du projet : UNIVERSITE BRETAGNE OCCIDENTALE

Ecole Doctorale : EDSML, Ecole Doctorale des Sciences de la Mer et du Littoral

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

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

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

Directeur du Laboratoire : Prof. Mohamed JEBBAR

Nom de l'équipe de recherche : LM2E, thème 2 : Caractérisation physiologique et métabolique *ex-situ* des acteurs microbiens des écosystèmes profonds

Nombre HDR dans le laboratoire : 9

Nombre de thèses en cours : 10

Nombre de post-docs en cours : 2

Nom et prénom du directeur de thèse (HDR), porteur du projet (60%) : Dr. Karine ALAIN

- e-mail : Karine.Alain@univ-brest.fr

- Téléphone : 02 98 49 88 53

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

Gaboyer, F., Burgaud, G. & **Alain, K.** (2015). Physiological and evolutionary potential of microorganisms from the Canterbury Basin seafloor, a metagenomic approach. *FEMS Microbiology and Ecology*. 91(5): 1-13.

Cao, J., Jebbar, M., Gayet, N., Zeng, X., Shao, Z. & **Alain, K.** (2016). *Pseudodesulfovibrio indicus* gen. nov., sp. nov., a piezophilic sulfate-reducing bacterium from the Indian Ocean and reclassification of five *Desulfovibrio* spp. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 66:3904-3911.

Dalmasso, C., Oger, P., Selva, G., Courtine, D., L'Haridon, S., Garlaschelli, A., Roussel, E., Miyazaki, J., Reveillaud, J., Jebbar, M., Takai, K., Maignien, L. & **Alain, K.** (2016). *Thermococcus piezophilus* sp. nov., a novel hyperthermophilic and piezophilic archaeon with a broad pressure range for growth, isolated from a deepest hydrothermal vent at the Mid-Cayman Rise. *Systematic and Applied Microbiology*. 39:440-444.

Jiang, L., L'Haridon, S., Jebbar, M., Xu, H., **Alain, K.** & Shao, Z. (2017). Complete genome sequence and whole-genome phylogeny of *Kosmotoga pacifica* type strain SLHLJ1^T from an East Pacific hydrothermal sediment. *Standards in Genomic Sciences*.12:3.

Cao, J., Birien, T., Gayet, N., Huang, Z., Shao, Z., Jebbar, M. & **Alain, K.** (2017). *Desulfurobacterium indicum* sp. nov., a thermophilic sulfur-reducing bacterium from the Indian Ocean. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 67:1665-1668.

Slobodkin, A., Slobodkina, G., Allioux, M., **Alain, K.**, Jebbar, M., Shadrin, V., Kublanov, I., Toshchakov, S. & Bonch-Osmolovskaya, E. (2019). Genomic insights into carbon and energy metabolism of a thermophilic deep-sea bacterium *Deferribacter autotrophicus* revealed new metabolic traits in the phylum *Deferribacteres*. *Genes*, 10, 849, 1-21, doi:10.3390/genes10110849.

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

Maria-Cristina Ciobanu. Etudiante en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Thèse co-dirigée par moi-même (60%), Anne Godfroy (UMR6197 - 20%) et Laurence Droz (UMR6538 -20%). Financement MENRT. Sujet : Biosphère

de subsurface des marges continentales : diversité, étendue et lien avec le paléoenvironnement. 1^{er} octobre 2008 -> 31 janvier 2012. **Maria a été recrutée en 2019 comme Ingénieure de Recherche (CDI) dans le Laboratoire Écologie, Systématique et Évolution (UMR8079, Paris XI).**

Frédéric Gaboyer. Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Thèse co-dirigée par moi-même (60%), et Marc Le Romancer (UMR6197 - 40%). Financement MENRT/Région Bretagne. Sujet : Potentiels physiologiques et adaptatifs des communautés microbiennes de sédiments de subsurface : approches culturelles, génomique et métagénomique. 1^{er} octobre 2011 -> 18 septembre 2014. **Frédéric a créé une entreprise de formation et d'éducation visant à enseigner des pratiques environnementales pour un développement durable.**

Cécile Dalmasso. Etudiante en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement MENRT. Sujet : Approches physiologiques et génomiques d'une archée thermo-piézophile impliquée dans le cycle du soufre. 1^{er} Octobre 2013 -> 9 décembre 2016. **Cécile est en CDD dans un service de R&D.**

Junwei Cao. Etudiant en thèse en cotutelle entre l'Université de Bretagne Occidentale et le Harbin Institute of Technology (Chine). Thèse co-dirigée par moi-même (50%) et Mohamed Jebbar (UMR6197 - 50%). Sujet : « Isolation and physiological characterization of autotrophic sulfur reducing/oxidizing microbes from deep sea hydrothermal vents of the Indian Ocean ». Financement: China Scholarship council. 1^{er} février 2014 -> 23 mars 2016. **Junwei a été recruté en poste permanent (chercheur) à la Shanghai Ocean University (Hadal Science and Technology Research Center).**

Damien Courtine. 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^{er} Octobre 2014 -> 19 décembre 2017. **Damien est actuellement en post-doc au Centre d'Immunologie de Marseille-Luminy (UMR_S 1104, UMR 7280 CIML).**

Marc Cozannet. Etudiant en thèse de l'université de Bretagne Occidentale. Financement UBO-ARED LabexMER. Thèse co-dirigée par moi-même (65%) et Laurent Toffin (UMR6197) (35%). Sujet : « Caractérisation métabolique, phénotypique et génomique de représentants cultivés du 7^e ordre des méthanogènes ». 1^{er} Octobre 2017 -> fin prévue en octobre 2020.

Maxime Allioux. 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 : « Physiologie et génomique de microorganismes hydrothermaux incultivés du cycle du soufre ». 1^{er} Octobre 2018 -> fin prévue en octobre 2021.

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique (40%) : Prof. Mohamed JEBBAR (HDR)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant:** Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes LM2E, UMR6197

- **e-mail :** Mohamed.Jebbar@univ-brest.fr

- **Téléphone :** 02 98 49 88 17

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

Pauline Vannier. 2008-2012. Thèse de doctorat. Milieu abyssal : comment les procaryotes s'adaptent à la pression hydrostatique. Bourse MESR, encadrement 100%. **Chercheuse en CDI dans la société Matis, en Islande,**

Cyrielle Jan. 2009-2012. Thèse de doctorat. Approche métagénomique de la chimiosynthèse en système hydrothermal océanique profond. Bourse du Projet européen Mamba. (co-encadrement avec Marie-Anne Cambon-Bonnvita, 50%/50%). **Salariée à Océanopolis, Brest.**

Julien Lossouarn. 2010-2014. Caractérisation de virus associés à des procaryotes (Archaea et Bacteria) thermophiles issus de sources hydrothermales océaniques profondes. Bourse MESR-UBO (co-encadrement avec Claire Geslin, 40%/60%). **Ingénieur (CDI) à l'INRA de Versailles.**

Grégoire Michoud. 2010-2014. Etude des effets des hautes pressions hydrostatiques sur *Pyrococcus yayanosii* un piézophile extrême par une approche multi "omics ». Bourse Région Bretagne (encadrement 100%). **Postdoctorant au KAUST, en Arabie Saoudite.**

Junwei Cao. Etudiant en thèse en cotutelle entre l'Université de Bretagne Occidentale et le Harbin Institute of Technology (Chine). Thèse co-dirigée par moi-même (50%) et Mohamed Jebbar (UMR6197 - 50%). Sujet : « Isolation and physiological characterization of autotrophic sulfur reducing/oxidizing microbes from deep sea hydrothermal vents of the Indian Ocean ». Financement: China Scholarship council. 1er février 2014 -> 23 mars 2016. . **Chercheur à la Shanghai Ocean University (Hadal Science and Technology Research Center).**

Coraline Mercier. 2013-2016. Interaction entre virus et vésicules membranaires produits par des microbes marins hyperthermophiles : physiologie, toxicité, transfert de gènes. Thèse de doctorat. Bourse MESR-UBO-ARED (co-encadrement avec Claire Geslin, 40%/60%). **Post-doctorante à l'Institut Max Planck de brême, en Allemagne.**

Stéphane L'Haridon. 2010-2017. Caractérisation culturelle et moléculaire de la diversité microbienne des bassins anoxiques hypersalés de la Méditerranée. Thèse de doctorat réalisée par S. L'Haridon (IE UBO) dans le cadre de la formation professionnelle (co-encadrement avec Laurent Toffin 50%/50%). **Ingénieur d'études à l'UBO au sein du LM2E.**

Thiphaine Birien. 2014-2018. Génomique et génétique des microorganismes piézophiles des sources hydrothermales océaniques profondes. Thèse de doctorat Ifremer-Bourse du président UBO. Encadrement 100%. **Salariée à Océanopolis, Brest.**

Gwendoline Selva. 2014-2018. Évaluation de l'effet de la pression et de la température sur les METabolismes ANaérobies, approche ISotopique et biogéochimique. Thèse de doctorat. Bourse MESR-UBO-ARED (co-encadrement avec Pierre Sansjofre, et Stefan Lalonde, 33%/33%/33%),

Jordan Hartunians. 2017-2020. Optimisation de la bioproduction du dihydrogène sous haute pression et haute température par des *Thermococcales* issues des sources hydrothermales océaniques profondes (Bourse CIFRE, LM2E-HP Systems). Soutenance prévue en juin 2020.

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

Résumé du projet:

L'objectif de cette thèse est d'améliorer nos connaissances de 2 réactions métaboliques microbiennes du cycle du soufre qui sont très peu renseignées à ce jour, et qui ne sont, par conséquent, pas prises en compte dans les modèles biogéochimiques des habitats naturels : la dismutation des composés inorganiques soufrés et le comproportionnement du soufre. Nous souhaitons étudier ces processus singuliers au niveau des sources hydrothermales océaniques. Ces écosystèmes sont particulièrement riches en composés soufrés, que l'on y trouve sous diverses formes et à différents états d'oxydation.

Dans les environnements anoxiques, le cycle biogéochimique du soufre est crucial car de nombreuses espèces chimiques soufrées peuvent être utilisées comme sources d'énergie par les microorganismes, ou intervenir dans les métabolismes microbiens comme accepteurs terminaux d'électrons.

La dismutation biotique des composés inorganiques soufrés, encore appelée fermentation inorganique, est un processus dont les voies métaboliques et l'importance demeurent mal documentés dans les écosystèmes contemporains, notamment du fait de l'absence de marqueurs génomiques associés. Ce processus permet de produire de l'énergie en conditions anoxiques par clivage d'un composé inorganique soufré en deux autres composés, l'un plus réduit et l'autre plus oxydé que le composé de départ. Ce processus est notamment efficient dans des écosystèmes où les sources d'énergie sont limitées (Ollivier *et al.*, 2018). Les données isotopiques relative au soufre dans les roches datant de l'Archéen, l'ère géologique correspondant à l'apparition de la vie terrestre, et la présence de microfossiles dans des formations géologiques vieilles de 3,4 milliards d'années suggèrent que des microorganismes réalisant la dismutation du soufre existaient et étaient biogéochimiquement actifs durant l'Archéen (Philippot *et al.*, 2007 ; Wacey *et al.*, 2011). La dismutation des composés inorganiques soufrés pourrait donc être un métabolisme microbien primitif.

Les espèces microbiennes connues pour réaliser ce processus sont affiliées aux *Bacteria* (phyla : *Proteobacteria*, *Thermodesulfobacteria* et *Firmicutes*) et habitent divers environnements anoxiques (sédiments marins, sédiments d'eau douce, sources hydrothermales profondes, sources chaudes terrestres, lacs de soude, lacs hypersalés, environnements anthropiques...). Jusqu'à récemment, la dismutation microbienne du soufre à haute température n'était quasiment pas documentée, et ce en dépit du rôle important que pourraient jouer les processus microbiens du cycle du soufre dans les écosystèmes anciens et chauds. Très récemment, 6 espèces chimiolithoautotrophes thermophiles dismutant des composés inorganiques soufrés, ont été isolées de sources hydrothermales côtières et océaniques profondes. L'isolement de ces souches ouvre de nouvelles perspectives dans la compréhension de la dismutation des composés inorganiques soufrés. Dans l'état actuel des connaissances, les voies métaboliques et les mécanismes enzymatiques permettant de dismuter les composés soufrés ne sont que très partiellement résolus (Finster *et al.* 2008 ; Mardanov *et al.* 2016 ; Slobodkin *et al.*, 2019). Chez certains taxons, la branche réductrice de la voie de dismutation des composés soufrés implique des enzymes de la voie de la sulfato-réduction (*sat*, *aprAB*, *dsrAB*, *dsrMK*) mais d'autres taxons sont capables d'accomplir la dismutation de composés soufrés sans ces enzymes, ce qui suggère qu'il pourrait y avoir plus d'une voie de dismutation du S⁰ (Slobodkin *et al.*, 2019). La branche oxydative de la voie de dismutation des composés soufrés demeure, quant à elle, totalement méconnue. La méconnaissance des mécanismes moléculaires sous-jacents à ce processus empêche donc l'application de méthodes génomiques d'investigation pour identifier et quantifier les taxons mettant en œuvre ce processus dans les habitats naturels. A ce jour, nous n'avons donc aucune idée de l'ampleur de la dismutation des composés soufrés dans le cycle du soufre des écosystèmes naturels.

Les sources hydrothermales océaniques profondes sont riches en espèces chimiques soufrées susceptibles d'être dismutées (thiosulfate, sulfite, soufre élémentaire, polysulfures). A ce jour, aucune information n'est disponible sur l'importance de la dismutation des composés inorganiques soufrés dans le cycle du soufre de l'écosystème hydrothermal.

Des travaux sont en cours au sein de notre laboratoire, dans le cadre d'une thèse, pour déduire la (ou les) voie(s) biochimique(s) de dismutation du soufre chez les quelques modèles microbiens thermophiles disponibles en culture. Ces travaux sont menés en collaboration avec le Laboratoire de diversité et d'écologie des micro-organismes extrémophiles du Centre de recherche en biotechnologie de l'Académie russe des sciences (Moscou, Russie) (Dr. Alexander SLOBODKIN,

Dr. Galina SLOBODKINA, *et al.*) et le "Key Laboratory of Marine Biogenetic Resources" du "Third Institute of Oceanography (TIO)" State Oceanic Administration (SOA) à Xiamen, Chine, dans le cadre du LIA Microbsea. A partir des données qui seront générées dans le cadre du projet en cours, **des marqueurs génétiques ciblant spécifiquement la voie de dismutation du soufre seront identifiés et pourront être criblés dans le cadre de la thèse « Singularis »**. Dans le cadre de cette thèse, **afin de replacer la dismutation du soufre dans un contexte environnemental**, nous étudierons la distribution verticale et l'abondance, à une échelle (infra-)centimétrique, des acteurs microbiens du cycle du soufre, incluant les taxons dismutant le soufre (grâce aux déterminants génomiques identifiés durant la première phase de l'étude) sur des carottes de sédiments hydrothermaux cartographiées finement au niveau élémentaire/minéralogique. Cette étude combinera une cartographie élémentaire très résolutive réalisée en spectrométrie de fluorescence de micro-rayons X (micro-XRF) (Collaboration Stefan LALONDE, LGO Brest ; Ewan PELLETER, LGM, Ifremer), sur des carottes de sédiments hydrothermaux, à un séquençage et une quantification (métabarcodage, PCR quantitative) de **marqueurs génétiques des voies de production d'énergie impliquant des composés soufrés** (sulfato-réduction, sulfo-réduction, sulfo-oxydation, dismutation des composés inorganiques soufrés grâce aux marqueurs identifiés) et une **analyse métagénomique complète** des communautés de microorganismes présents le long de ces carottes.

La mise en regard des données environnementales et moléculaires obtenues par les différentes approches devrait permettre de tracer une image instantanée du cycle du soufre dans ces échantillons naturels, des acteurs microbiens qu'il implique et de leurs interrelations, et de déterminer si la dismutation des composés inorganiques soufrés y occupe une place importante.

Afin de compléter nos connaissances du cycle du soufre en contexte hydrothermal, le projet visera également à démontrer l'existence d'un nouveau métabolisme microbien anaérobie appelé « comproportionnement du soufre », jamais détecté *in vivo* jusqu'à présent, bien que thermodynamiquement favorable dans les conditions environnementales des sources hydrothermales (Amend *et al.*, sous presse). Ces dernières années, les prédictions thermodynamiques ont permis de poser comme postulat que certaines réactions rédox étaient susceptibles de libérer suffisamment d'énergie pour permettre le maintien ou la croissance de microorganismes. Ces prédictions ont guidé les essais de mises en culture ciblant des métabolismes hypothétiques, lesquelles ont permis, au final, de démontrer l'existence de ces processus métaboliques microbiens (ex. oxydation anaérobie du méthane « AOM », oxydation anaérobie de l'ammonium « Anammox », oxydation complète de l'ammonium « Comammox ») très importants dans le turnover de certains éléments chimiques à l'échelle planétaire. Un article de thermodynamique qui est actuellement sous presse prédit l'existence d'un nouveau métabolisme microbien appelé « comproportionnement du soufre » (Amend *et al.*, sous presse).

Ce processus théorique correspond en fait aux voies inverses des réactions de dismutation des composés inorganiques soufrés. Il s'agit donc d'une réaction lithotrophe de réduction anaérobie du sulfate avec le sulfure d'hydrogène comme donneur d'électrons, qui peut également être appelée oxydation du sulfure d'hydrogène avec le sulfate comme accepteur terminal d'électrons. D'après les calculs de rendement énergétique réalisés à des concentrations en sulfures et sulfates proches de celles trouvées en milieu hydrothermal, cette réaction est exergonique en condition acide (la majorité des fluides hydrothermaux sont acides) dans toute la gamme de température considérée pour les calculs (0-100°C). Ce processus serait donc susceptible d'être présent dans l'habitat hydrothermal. Selon les calculs énergétiques, il serait thermodynamiquement plus favorable à des pH très acides (entre pH 1 et 3) et des températures comprises entre 20 et 50°C.

Afin de démontrer l'existence de ce métabolisme microbien, des cultures d'enrichissement ciblant ce métabolisme seront mises en œuvre à partir d'échantillons hydrothermaux basaltiques caractérisés par des pH très acides, dans les gammes de températures et pH les plus favorables. Le potentiel génomique des souches isolées sera ensuite analysé en détails.

Présentation détaillée du projet :

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

Cette thèse vise à améliorer nos connaissances de 2 réactions métaboliques microbiennes du cycle du soufre qui sont très

peu renseignées à ce jour, et qui ne sont, par conséquent, pas prises en compte dans les modèles biogéochimiques des habitats naturels (notamment de la partie anoxique) : la dismutation des composés inorganiques soufrés et le comproportionnement du soufre. Nous souhaitons étudier ces processus singuliers au niveau des sources hydrothermales océaniques. La première voie existe au niveau des sources hydrothermales et nous souhaitons quantifier son importance grâce à la recherche de marqueurs moléculaires. La seconde n'a jamais été mise en évidence et nous souhaitons démontrer son existence.

Ce travail à l'interface entre physiologie microbienne, omics, chimie et géosciences, améliorera nos connaissances de ces métabolismes sous-documentés, dans l'un des berceaux possibles de la vie. Grâce à ces travaux, de nouvelles perspectives s'ouvriront quant à l'étude de la répartition et de l'importance de ces métabolismes au sein des habitats naturels, ainsi que pour des études de biologie évolutive et de phylogénie corrélées intimement à l'émergence des premiers microorganismes sur Terre.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

Il s'agit d'un projet pluridisciplinaire à l'interface entre la microbiologie, l'écologie moléculaire, la (méta-)génomique, la chimie et les géosciences (collaboration avec des géologues, géomicrobiologistes), qui vise à améliorer notre compréhension de 2 métabolismes potentiellement très anciens et sous-documentés. Ce projet mettra en œuvre des techniques de pointe dans les domaines de la culture, de la génomique comparative, de la métagénomique/écologie moléculaire, ainsi que des méthodes analytiques (suivi des produits du métabolisme par chromatographie gazeuse et ionique), et des technologies récentes d'imagerie élémentaire ultra-résolutive pour la caractérisation à une échelle (infra)centimétrique de la minéralogie des sédiments hydrothermaux.

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

Ces travaux seront menés en collaboration avec le **Laboratoire de diversité et d'écologie des micro-organismes extrémophiles du Centre de recherche en biotechnologie de l'Académie russe des sciences (Moscou, Russie)** (Dr. Alexander SLOBODKIN, Dr. Galina SLOBODKINA, *et al.*) et 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**, qui associe le LM2E au KLAMBR et dont la directrice française est Karine ALAIN.

Le doctorant effectuera un long séjour en Chine pendant la thèse de doctorat et effectuera également un court séjour en Russie pour apprendre des méthodes de culture.

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

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

Ce projet s'inscrit partiellement dans le DIS 3, section 3B, car ce projet conduira à l'isolement de nombreuses souches microbiennes qui seront ensuite déposées dans la collection UBOCC, collection qui est régulièrement criblée pour la recherche de polymères, d'enzymes et de molécules bioactives à potentiel biotechnologique. Néanmoins, ce projet ayant dans un premier temps des visées fondamentales, écologiques et physiologiques, nous avons également sélectionné le projet blanc comme DIS secondaire de rattachement.

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

Le candidat sera formé à la microbiologie environnementale et aux nouvelles approches de génomique-métagénomique, ce qui devrait lui offrir des débouchés en microbiologie environnementale, microbiologie médicale, microbiologie alimentaire, et en traitement de données génomiques en général, tant dans les milieux académiques et que non académiques. De plus, à l'issue de sa thèse, il aura déjà une expérience de travail à l'étranger. A l'heure actuelle, il est indéniable que la recherche non académique offre plus de perspectives d'emplois que la recherche académique. Néanmoins, au vu du devenir des anciens doctorants des 2 encadrés par les porteurs du projet (cf. expériences d'encadrement passées), qui avaient une formation par la recherche plus au moins équivalente à celle du futur doctorant (le stage à l'étranger en moins), on peut se dire que les perspectives d'insertion professionnelles sont bonnes, vu qu'environ la moitié des anciens doctorants formés sont en CDI dans la recherche académique, et l'autre moitié en CDD (à une exception près).

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Au niveau international, ce projet se déroulera **dans le cadre du Laboratoire International Associé franco-chinois Microbsea** et permettra de renforcer les liens entre le LM2E et le partenaire chinois KLAMBR du 3^e institut d'océanographie de Xiamen dirigé par Zongze Shao. Une collaboration sur ce thème est également en cours dans le cadre du **Programme de Recherche Collaboratif (CNRS) Neptune avec le laboratoire russe "Diversity and Ecology of Extremophilic Microorganisms, Research Center of Biotechnology of the Russian Academy of Sciences"** implanté à Moscou et dirigé par le Dr. Alexander Slobodkin, qui est spécialisé dans la dismutation du soufre et qui souhaite se lancer à nos côtés dans la recherche de microorganismes réalisant le comproportionnement du soufre.

Au niveau local, nous collaborerons avec des collègues géologues/géomicrobiologistes du Laboratoire Géosciences Océan UMR6538, et de l'Ifremer.

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

(merci d'insérer dans votre dossier, l'engagement de votre partenaire international sur ce projet (email, courrier, ...))

Le doctorant effectuera une mission à la mer sur un navire océanographique chinois du TIO puis un long séjour en Chine dans le laboratoire du partenaire chinois afin de dépouiller les échantillons. Il ira également se former à Moscou, auprès des leaders mondiaux de l'étude de la dismutation du soufre, sur certains aspects culturels.

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

- Année 2017 : ½ bourse de thèse ARED LabexMER, acronyme CULTIMET (48 000 €)
- Année 2018 : ½ bourse de thèse ARED, acronyme INSOLITUS (48 000 €)

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

Une demande de cofinancement de cette bourse de thèse sera déposée auprès de l'EDSML (UBO)

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Dépôt d'une ANR PRCI avec la Russie en 2020, sur cette thématique, dans laquelle est demandée une demie bourse de thèse

Le – la candidat.e

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

Le ou la candidat(e) devra être titulaire d'un Master II de recherche en microbiologie ou d'un diplôme d'ingénieur en microbiologie et posséder les compétences suivantes :

- Compétences en microbiologie, écologie moléculaire :
 - Connaissances en microbiologie pasteurienne, culture de micro-organismes aérobies et anaérobies, thermophiles.
 - Connaissances des métabolismes microbiens
 - Connaissances en écologie microbienne des habitats marins extrêmes
 - Connaissance basiques en biologie moléculaire (extraction ADN, PCR, Q-PCR)
- Compétences dans le domaine de la génomique :
 - Annotation experte de génomes
 - Génomique comparative
 - Métagénomique
- Des connaissances/compétences en méthodes analytiques seront appréciées (chromatographie, mesures d'activités avec des radiotraceurs)
- Aptitudes :
 - Rigueur, organisation, autonomie.
 - Savoir travailler en équipe.
 - Bonne qualité relationnelle.
- Compétences linguistiques : Anglais : Compréhension et expression écrites et orales: niveau 2.

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) : une demande

Si oui, préciser la nature du cofinancement (ANR, partenaire privé, Ademe, etc.) :

Une demande de cofinancement de cette bourse de thèse sera déposée auprès de l'EDSML (UBO)

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : juillet 2020

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

Un dossier de demande d'ANR PRCI avec la Russie sera déposé en 2020, sur cette thématique, et une demie bourse de thèse y sera demandée