

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Formulaire demande de financement : ARED - ISblue – Etablissement(s) - ...

pour dépôt sur le serveur [SML — TEBL \(doctorat-bretagne.ire.fr\)](http://SML — TEBL (doctorat-bretagne.ire.fr)) au format PDF

NB : ce dossier ne vous dispense pas de déposer en parallèle votre dossier sur l'extranet de la Région

Acronyme : **PhyZiCo**

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	Réponses et implications biogéochimiques des co-limitations et co-toxicités en Zinc et en cuivre sur le phytoplancton
Nom	Dulaquais
Prénom	Gabriel

Demande d'ARED

Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :

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

Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

Porteur du projet HDR

Date obtention de l'HDR	2010
Nom	L'Helguen

Prénom	Stéphane
Adresse électronique	lhelguen@univ-brest.fr
Tel	0298498695
Expérience d'encadrement	<p>Post-doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • V. Dham (2004) – Programme Invasions Biologiques. • C. Klein (2010–2011) – ANR CHIVAS. <p>Doctorants</p> <ul style="list-style-type: none"> • J.-F. Maguer (1992–1995). Absorption et régénération de l'azote dans les écosystèmes côtiers ; relations avec le régime de mélange vertical des masses d'eaux. Thèse de Doctorat en Chimie Marine, UBO (Co-encadrant). • I. Colobert-Le Floch (1996–2000). Assimilation et régénération de l'azote dans les systèmes côtiers ; réponse à des apports massifs de nitrate. Thèse de Doctorat en Chimie Marine, UBO (Co-encadrant). • J. Caradec (2005–2008). Hydrodynamisme et production phytoplanctonique dans les écosystèmes marins : Influence des variations de lumière induites par le mélange vertical sur l'absorption de l'azote. Thèse de Doctorat en Chimie Marine, UBO (Co-encadrant). • A. Naegelen (2010–2014). Production et devenir de la matière organique dans les écosystèmes côtiers lors du développement printanier du phytoplancton. Thèse de Doctorat en Chimie Marine, UBO (Directeur de thèse). • M. Urvoy (2018–2022). Activités enzymatiques extracellulaires et composition des communautés bactériennes dans l'estuaire de l'Aulne et la rade de Brest : facteurs de régulation et rôle du quorum sensing. Thèse de Doctorat en Biologie Marine, UBO (Directeur de thèse)

Unité de recherche

Nom de l'unité	Laboratoire des sciences de l'environnement marin
Acronyme de l'Unité (umr xx, ...)	LEMAR UMR 6539
Nom et prénom du responsable	Géraldine Sarthou
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	CHIBIDO
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	M Waeles et B Moriceau

Co-directeur de thèse – si nécessaire

Nom	Dulaquais
Prénom	Gabriel
Unité de recherche	LEMAR UMR 6539

Etablissement de tutelle	UBO
Expérience d'encadrement	<p>Nom : Breitenstein Johann (co-directeur) Sujet : Application de la chromatographie d'exclusion stérique à l'étude de la matière organique dissoute en milieu estuarien et côtier Financement : EDSML Date de soutenance : Novembre 2019 Situation professionnelle actuelle : Postdoctorant at Swedish University for Agricultural sciences</p> <p>Nom : Fourrier Pierre (Co-directeur) Sujet : Biogéochimie de la matière organique dissoute dans l'Océan Pacifique Financement : EDSML + ARED ISBlue Date de soutenance : Novembre 2022 Situation professionnelle actuelle : ATER (Cherbourg)</p>

Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

Nom	
Prénom	
Unité de recherche	
Etablissement de tutelle	
Expérience d'encadrement	

Nom	
Prénom	
Unité de recherche	
Etablissement de tutelle	
Expérience d'encadrement	

Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : Laboratoire des sciences de l'environnement marin (LEMAR UMR 6539), Plouzané 29280 Finistère

Lieu principal de déroulement du projet si hors Bretagne :

Libellé (attention veiller à respecter le nombre de caractères imposés par le serveur de la Région)

Résumé synthétique du projet

Parmi les processus qui piègent le carbone atmosphérique dans l'océan, l'export du carbone organique produit biologiquement par le phytoplancton autotrophe vers les couches profondes de l'océan représente ~10Pg/an. Sans cette pompe biologique de carbone, les concentrations de CO₂ atmosphérique seraient supérieures de 200 ppm aux teneurs actuelles. Ainsi, tout changement physiologique du phytoplancton marin peut modifier la production primaire et induire des

modifications dans l'efficacité de la séquestration du carbone atmosphérique. Le zinc (Zn) et le cuivre (Cu) sont des éléments traces essentiels pour les fonctions métaboliques cellulaires mais présentent également de potentiels effets toxiques directs (limitation de croissance) et indirects (production de phycotoxine suite à une exposition chronique). Le Zn est l'un des métaux traces les plus abondants dans le phytoplancton marin et le Cu est nécessaire dans plusieurs processus clés tels que le transport d'électrons, l'élimination des superoxydes et la dénitrification. Les cultures en laboratoire et les observations environnementales ont démontré que les concentrations en ions Zn²⁺ et Cu²⁺ doivent être suffisamment faibles pour ne pas provoquer de toxicité, mais suffisamment élevées pour être utilisées dans une série de métallo-protéines et d'enzymes bio-essentiels. PhyZiCo est un projet de thèse basé sur des expériences de culture contrôlées qui englobe les domaines de l'océanographie biologique et chimique. Il est directement construit pour développer de nouveaux proxy géochimiques permettant d'identifier l'état physiologique du phytoplancton en analysant des échantillons naturels récoltés lors de campagnes océanographiques. L'état physiologique, la biomasse, la composition isotopique en Cu et Zn ainsi que le protéome et le lipidome des cellules cultivées seront déterminés pour les différentes conditions de croissance de Zn et Cu étudiées. Ces analyses seront couplées à la quantification des composés organiques dissous dans le milieu afin d'identifier des biomarqueurs du stress physiologique du phytoplancton. Ce travail vise non seulement à identifier la limitation de la croissance par ces métaux mais aussi à définir les niveaux auxquels une cellule commence à être affectée de manière significative (tests statistiques) par le Cu et le Zn. Les données générées auront un impact important dans le domaine de la chimie bioinorganique marine, de la physiologie du phytoplancton et amélioreront notre compréhension de l'efficacité de l'absorption biologique du carbone dans des conditions limitantes ou toxiques de Zn et de Cu pour le phytoplancton autotrophe côtier et océanique.

**Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique
(4 000 caractères maximum)**

PhyZiCo est un projet interdisciplinaire qui englobe les domaines de l'océanographie biologique et chimique dans le but de - Déterminer si la co-limitation/toxicité du phytoplancton par le Zn et le Cu génère un fractionnement isotopique de ces éléments. - Définir l'effet du stress Zn et Cu sur la composition matière organique, y compris la biomasse (production, composition élémentaire et isotopique) et les composés organiques dissous (biomarqueurs, ligands). - Identifier les mécanismes à l'origine du fractionnement isotopique (acquisition, détoxification), les molécules (ligands, protéines membranaires) et les fonctions chimiques impliquées (Carboxylates, cycles aromatiques, thioamide, amines,..) - Déterminer l'impact de ces stress sur les cycles biogéochimiques du C, Zn et Cu. Pour atteindre ces objectifs, la stratégie suivante est proposée : Le projet repose sur des expérimentations in vitro de cultures cellulaires en milieu contrôlé. Les contenus cellulaires et des milieux de cultures seront analysés. Des outils analytiques physiologique, biochimique, géochimique et isotopique seront appliqués. *Synechococcus* et *Pseudo-nitzschia* seront utilisés comme espèces modèles de phytoplancton. Ce choix est fait pour étudier à la fois le plancton océanique et côtier et est basé sur l'expérience des participants. Les outils analytiques nécessaires à la réalisation du projet de thèse sont tous disponibles au LEMAR (groupe chimie marine, plateforme LIPIDOCEAN, Proteomic) ou au Pôle spectrométrie Océan (PSO). Les milieux de culture seront constitués d'eau de mer artificielle, enrichie en macronutriments, vitamines et contrôlée en métaux traces (49 conditions expérimentales différentes, triplica de culture). L'état physiologique sera déterminé à l'aide du taux de croissance moyen, de la taille cellulaire moyenne de la population, de la production de Chl a, du rendement quantique maximal du photosystème II, l'activité estérase et le contenu lipidique. Pour la mesure de la composition isotopique du Zn et du Cu, les cellules de phytoplancton provenant des expériences de culture seront collectées, rincées avec de l'oxalate. Les cellules seront digérées dans du HNO₃ à 65%, évaporées et redissoutes dans du HNO₃ à 2% pour l'analyse élémentaire du Zn et du Cu. L'analyse élémentaire et les analyses isotopiques seront effectuées au PSO en utilisant respectivement un Element XR SF-ICP-MS et un Neptune MC-ICP-MS. La production spécifique de biomasse sera quantifiée par la détermination de la teneur en carbone organique particulaire et en azote organique de la cellule par analyseur élémentaire. La matière organique dissoute, la composition des ligands et la teneur en fluorophores spécifiques dans les milieux de culture seront déterminés à l'aide de méthodes bien établies (chromatographie d'exclusion de taille, voltammétrie, solid phase extraction). Des cellules

provenant d'expériences de culture sélectionnées pour leur caractère contrastée (limité, toxicité) seront collectées dans le but d'analyser leur composition lipidique (GC-MS), leur composition protéique (LC-MS) et leur teneur en substances de type humique (SEC). Le projet PhyZiCo est actuellement en phase de lancement, une étudiante de M2 et 1 stagiaire IUT travaillent actuellement sur ces thématiques. Cette période permettra de lever les potentiels verrous analytiques (croissance en milieu contrôlé, analyses isotopiques) . Les travaux qui seront menés dans le cadre de cette thèse permettront de déterminer pour la première fois si la toxicité ou la limitation par Zn et Cu peut être détectée par la composition isotopique cellulaire de Zn et Cu, donnée essentielle pour utiliser les isotopes du cuivre et du zinc comme outils d'étude des cycles biogéochimiques actuels et passés. Ce travail vise non seulement à identifier la limitation de la croissance par ces métaux mais aussi à définir les niveaux auxquels une cellule commence à être affectée significativement.

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

Le projet se déroulera au LEMAR et bénéficiera de la longue expérience du LEMAR en matière de techniques de culture, notamment dans des conditions ultra propre nécessaires à l'étude des métaux traces. Au cours du projet de thèse PhyZiCo, *Synechococcus* et *Pseudo-nitzschia* seront utilisés comme espèces modèles de phytoplancton. Ce choix est fait pour étudier à la fois le plancton océanique et côtier, une espèce productrice de phycotoxine (acide domoïque) et est basé sur l'expérience des participants. Les outils analytiques nécessaires à la conduite du projet sont tous disponibles au LEMAR ou au Pôle spectrométrie Océan (PSO) à l'exception des appareils Nano-SIMS et fluorimètre 3-D qui nécessiteront des collaborations nationales (MNHM) et régionales (OPTIMAG, Brest).

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

Le projet bénéficiera de collaborations scientifiques Locales (plusieurs équipes du LEMAR Impliquées), Régionales (P. Giamarchi, Optimag lab, UBO ; H. Berthelot, Dyneco lab, Ifremer brest), nationales (D. Ajauro, LBCM, Ifremer Nantes) et internationales (H. Whitby, Univ Liverpool, UK, D. Vance, ETH, Zurich, Suisse).

Pour les demandes Région Bretagne

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement

Pour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum)

PhyZiCo est en adéquation avec la DIS 1 "Économie maritime pour une croissance bleue" sur le levier "Environnement, santé des océans et gestion du littoral" car il a pour but d'étudier les effets de toxicité et de limitation de deux métaux dit "lourds" et largement utilisés dans l'industrie sur le phytoplancton marin: le cuivre et le zinc. Ces deux métaux peuvent être toxiques pour le phytoplancton. Leurs apports au milieu côtier risquent d'augmenter fortement dans la prochaine décennie, l'un en raison de son utilisation comme pesticide (compensation de la diminution des organo-pesticides) et l'autre dans les batteries (utile pour transition énergétique en tant que composant des batteries). Cet impact négatif sur le phytoplancton marin pourrait avoir des conséquences impactantes en terme environnemental (diminution de la pompe biologique de carbone) mais aussi économique et ceci même à l'échelle locale. Le phytoplancton marin est à la base de la chaîne trophique et une diminution de cette ressource entraînerait mécaniquement une baisse des ressources halieutiques et donc pourrait impacter l'économie liée à la pêche en région Bretagne. Par ailleurs une des espèces de phytoplancton que nous souhaitons étudier au cours de ce projet est *Pseudo-nitzschia*. Cette espèce est productrice de la phycotoxine neurotoxique pour l'homme: l'acide domoïque. La production d'acide domoïque est à l'origine d'interdictions de prélèvement de bivalves notamment de la coquille saint jacques (e.g. *Pecten maximus*) avec des répercussions économiques associées. Une des hypothèses souvent rapportées dans la littérature est l'induction de la production d'acide domoïque par *Pseudo-nitzschia* lors d'un stress (toxicité ou carence) en cuivre. Au cours du projet PhyZiCo cette hypothèse sera largement explorée afin

d'apporter des réponses utiles aux politiques publiques future sur la gestion du risque chimique lié au cuivre et à ses implications environnementale et donc, indirectement, économiques.

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

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

Originalité, impact potentiel du projet

Ce projet tire son originalité de par sa conception transdisciplinaire liant deux pans de l'océanographie moderne : la biologie moléculaire et l'étude des isotopes non-conventionnels. En effet biologie et géochimie ont traditionnellement été longtemps séparées en sciences environnementales. PhyZiCo propose l'acquisition de données actuellement inexistantes dans la littérature et aux frontières de nos connaissances actuelles de la chimie du vivant.

2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international Ce projet se positionne dans le cadre du programme international Biogeoscapes. Ce programme successeur de GEOTRACES est en passe de devenir le projet international majeur dans le domaine de la biogéochimie marine. L'implication de scientifiques internationaux dans le projet.

3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités

Ce projet est fédérateur au niveau du LEMAR car il intègre des personnels de deux équipes de recherche du LEMAR (PANORAMA et CHIBIDO). A l'échelle régional il fédérera des personnels du LEMAR et du

laboratoire DYNECO du site de l'Ifremer Brest. Une collaboration forte avec les personnel du laboratoire LBCM du site de l'Ifremer de Nantes seront engagées. La notion de pluridisciplinarité thématique et analytique est au cœur du projet PhyZiCo.

4- Potentiel d'insertion à un haut niveau dans la communauté académique ou non académique du docteur

De par les compétences analytiques sur des techniques de pointe que le docteur recruté développera au cours de son contrat doctoral son potentiel d'insertion dans les domaines de l'analyse chimique et biochimique sera maximal. Ses compétences ainsi que le réseau académique national et international qu'il développera à l'aide de ses encadrant ainsi que les compétences rédactionnelles (article) qu'il acquerra lui permettront de poursuivre dans le milieu académique.

Financement du projet de thèse

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.) : ANR

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : Juillet 2023

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

Si oui, laquelle : ARED

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 (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 :

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) :

Nous recherchons un(e) candidat(e) issu d'une formation en chimie marine/environnementale ou équivalente, ayant des capacités de synthèse et de rédaction. Le parcours du candidat devra démontrer d'une expérience (stage compris) sur au moins une des thématiques suivantes : chimie analytique, spéciation organique des éléments traces métalliques, (bio)géochimie de la matière organique, chimie océanographique. Des compétences en analyse par électrochimie, spectrométrie de masse, HPLC sont attendues. Une maîtrise de la langue anglaise est indispensable.

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