

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

NB : ce dossier ne vous dispense pas de déposer en parallèle votre dossier à la Région

Identification du projet

Acronyme du projet (8 caractères *maximum*) : SARGARS

Intitulé du projet *en langue française* : Arsenic et sargasses holopélagiques : étude des facteurs environnementaux et des processus physiologiques relatifs à l'accumulation/libération des formes toxiques de l'arsenic par les macroalgues brunes pélagiques du genre *Sargassum* de l'Océan Atlantique

Intitulé du projet *en langue anglaise* : Arsenic and holopelagic *Sargassum*: study of the environmental factors and physiological processes related to the accumulation/release of toxic forms of arsenic by pelagic brown macroalgae of the genus *Sargassum* in the Atlantic Ocean

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

Établissement porteur du projet :

Ecole Doctorale : EDSML SP ou MATHSTIC pour les projets ISblue

Identification du responsable du projet (futur directeur de thèse)

Nom du laboratoire d'accueil : LEMAR

Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...) : UMR 6539

Directeur¹ du Laboratoire : Luis Tito de Morais

Nom de l'équipe de recherche : Chibido et Panorama

Nombre HDR dans le laboratoire : 51 Nombre de thèses en cours : 47 Nombre de post-docs en cours : 16

Nom et prénom du directeur* de thèse (HDR), porteur du projet :

Matthieu Waeles

- e-mail : waeles@univ-brest.fr

- Téléphone : 02 98 49 86 96

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

44 publications dans des revues de rang A

5 références récentes :

Waeles, M., Planquette, H., Afandi, I., Delebecque, N., Bouthir, F., Donval, A., Shelley, R.U., Auger, P., Riso, R.D., Tito de Morais, L., 2016. Cadmium in the waters off South Morocco: Nature of particles hosting Cd and insights into the mechanisms fractionating Cd from phosphate. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 121, 3106–3120.

Waeles, M., Cotte, L., Pernet-Coudrier, B., Chavagnac, V., Cathalot, C., Leleu, T., Laës-Huon, A., Perhirin, A., Riso, R., Sarradin,

- P., 2017. On the early fate of hydrothermal iron at deep - sea vents: A reassessment after in situ filtration. *Geophysical Research Letters* 44, 4233–4240.
- Cotte, L., Omanović, D., Waeles, M., Laës, A., Cathalot, C., Sarradin, P.-M., Riso, R.D., 2018. On the nature of dissolved copper ligands in the early buoyant plume of hydrothermal vents. *Environmental Chemistry* 15, 58–73.
- Cotte, L., Chavagnac, V., Pelleter, E., Laës-Huon, A., Cathalot, C., Dulaquais, G., Riso, R., Sarradin, P.-M., Waeles, M., 2020. Metal partitioning after in situ filtration at deep-sea vents of the Lucky Strike hydrothermal field. *Deep Sea Research* 157, 103204.
- Dulaquais, G., Waeles, M., Breitenstein, J., Knoery, J., Riso, R., 2020. Links between size fractionation, chemical speciation of dissolved copper and chemical speciation of dissolved organic matter in the Loire estuary. *Environmental Chemistry* 17, 385-389

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

Laura Cotte (2014-2017), Devenir des éléments métalliques en milieu hydrothermal profond : partition dissous-particulaire effective et spéciation dans le mélange fluide hydrothermal-eau de mer précoce, soutenue le 06-12-2017. Financement : Ifremer (50%) et EDSML (50%). Situation professionnelle actuelle: Cheffe de projets européens, SHOM-Brest.

Co-directeur de thèse (HDR ou équivalent étranger) éventuel :

Solène Connan

Laboratoire de recherche : LEMAR UMR 6539

- e-mail : solene.connan@univ-brest.fr

- Téléphone : 02 90 91 55 51

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

Leslie GAGER (2016-2019), Composés phénoliques d'algues brunes bretonnes : de la ressource algale à leur extraction éco-responsable et caractérisation chimique jusqu'à leur formulation en cosmétique, soutenue le 28-10-2019. Direction de la thèse : Valérie Stiger-Pouvreau et co-encadrement : Solène Connan. Financement : CDD sur Projet FUI18 RIV-AGE2.0 (50%) + EDSML (50%). Situation professionnelle actuelle: reprise de formation (reconversion, production de plantes médicinales et extraits de plantes médicinales) malgré une proposition de projet post-doctoral par un des rapporteurs.

Fanny LALEGERIE (2017-2020), "Ecological and physiological responses of brown and red marine macroalgae to environmental constraints", soutenue le 10-11-2020. Direction de la thèse : Valérie Stiger-Pouvreau et co-encadrement : Solène Connan. Financement: ARED (50%) et EDSML (50%). Situation professionnelle actuelle: Post-doctorat à l'Université Nationale d'Irlande, Galway (Projet MINERVA - ERA-NET Cofund on Blue Bioeconomy).

Et/ou co-encadrant-e scientifique :

Daniel Robledo

Laboratoire de recherche : Departamento de Recursos del Mar CINVESTAV, Yucatan, Mexique

- e-mail : daniel.robledo@cinvestav.mx

- Téléphone : (999)-9429400 ext 9466

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

Erika VÁZQUEZ-DELFIN (2012-2015), "Phenology, reproductive structure and biochemical composition of *Hypnea musciformis* (Cystocloniaceae, Rhodophyta) in the coast of Playa del Carmen, Quintana Roo, Mexico". CONACYT Grant. CINVESTAV-Unidad Merida. (August 28th, 2015). Current situation: Postdoctoral researcher: Development of Techniques for Tropical Seaweed Cultivation Award DE-AR0000912 ARPA-e MARINER (2020-2022) Macroalgae Research Inspiring Novel Energy Resources-DoE, (EEUU).

Hugo Skyol PLIEGO-CORTÉS (2013-2017), "Evaluation of biofiltration efficiency and antioxidant capacity of *Rhodomyenia pseudopalmeta* (Rhodophyta) in an integrated aquaculture system". CONACYT Grant. CINVESTAV-Unidad Merida. (27th September 2017). Current situation: Postdoctoral researcher LBCM-UBS Sustainable bioprocesses for the extraction of polysaccharides (PS) and glycoproteins (GP) against HSV and HIV from marine macroalgae - SECTEI 2020-2021 (Mexico)

Shareen A ABDUL MALIK (2017-2020), "Defence on surface of Rhodophyta *Halymenia floresii*: metabolomic profile and interactions with the surface-associated bacteria". Ecole Doctorale Sciences de la Mer et du Littoral (EDSML) Grant. PhD in Marine Biotechnology - Univ. of South Brittany. Dir. de thèse : Prof. Nathalie Bourgougnon Professor, Université Bretagne Sud (LBCM-UBS), Vannes, Co-dir. de thèse : Dr. Daniel Robledo CINVESTAV, Mexico 2017–2020 France/ Mexico (6 July 2020).

Luis Antonio FELACO DURAN (2016-2020), "Advances in the implementation and management of integrated multitrophic crops using *Isostichopus badionotus* and algae of commercial interest". CONACYT Grant. CINVESTAV-Unidad Merida. (10 December 2020). Current situation: Production Manager at PanaSea: A triple bottom line commercial sea cucumber aquaculture company on the Caribbean coast of Panama.

Luis Alberto ROSADO-ESPINOSA (2017-) , "Reproductive phenology and seasonal chemical composition of *Sargassum* sp. (Fucales, Phaeophyceae) in the Yucatan coast". CONACYT Grant. CINVESTAV-Unidad Merida. T. of Doctorate. (Schedule for the 29th January 2021). Current situation: Professor of Higher Education – Faculty of Biology – Autonomous University of Yucatán UADY.

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

- **Lia Mendez Rodriguez**, Chercheuse, CIBNOR, La Paz, Mexique
- **Pierre-Yves Pascal**, MCF, UMR BOREA, Université des Antilles, Guadeloupe
- **Jean-Pierre Allenou**, Chercheur, BIODIVENV, Ifremer Martinique
- **Franck Hennequart**, Directeur recherche et innovation, entreprise ALGAIA, St Lô

Financement du projet de thèse

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

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

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 (y compris ARED 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)

merci de respecter ce format maxi compatible avec extranet région

Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

Que faire des échouages massifs de sargasses, macroalgues brunes pélagiques du genre *Sargassum* appartenant aux deux espèces *S. natans* et *S. fluitans*, qui impactent les côtes caribéennes ? Si de nombreuses études ont pu proposer des voies de valorisation prometteuses de cette biomasse pour différents secteurs (agriculture, biomatériaux, santé, alimentation...), les fortes teneurs en arsenic de ces algues constituent une contrainte majeure. Si quelques données sont désormais publiées pour ces deux espèces de macroalgues brunes, aucune étude ne s'est attachée à décrire la spéciation de l'arsenic dans ces algues, en particulier la part que représentent les formes inorganiques, i.e. As(V) et As(III), qui sont les plus toxiques. Ceci tient au fait que les méthodes généralement utilisées pour ce type de mesure (e.g. HPLC-FA, HPLC-ICPMS) sont complexes à mettre en œuvre car celles-ci nécessitent une étape séparative avant la détection (Reis et Duarte, 2018). Lors de cette thèse, nous travaillerons avec une méthode électrochimique simplifiée, spécialement développée pour la mesure des formes inorganiques de l'arsenic dans les macroalgues. Nous pourrions ainsi aborder les questions suivantes : quelle est l'influence des conditions environnementales (large vs côte, radeaux vs échouages) sur l'accumulation ou la libération de l'arsenic dans ses formes inorganiques ? Quels sont les processus physiologiques mis en œuvre et les cinétiques associées ? Quels procédés raisonnables en termes de coût et d'impact environnemental peuvent être proposés pour décontaminer ces algues en arsenic ?

Présentation détaillée du projet :

1 - Hypothèse et questions posées, état de l'art, identification des points de blocages scientifiques (4000 caractères maxi espaces compris)

Les échouages massifs de sargasses holopélagiques enregistrés depuis une dizaine d'années sur les côtes Caribéennes ont des impacts importants sur les environnements côtiers concernés et sont très peu valorisés. Un des verrous principaux pour leur valorisation est lié à la forte teneur en arsenic de ces algues. En effet, les algues marines concentrent de l'arsenic à partir de l'ion arseniate (AsO_4^{3-}), forme chimique majoritaire de l'arsenic dans l'eau de mer, probablement en raison de la similarité chimique de cet ion avec l'ion nutriment phosphate (PO_4^{3-}) (Taylor & Jackson, 2016). Dans le cas des sargasses benthiques ou pélagiques, il est régulièrement observé des concentrations en arsenic pouvant atteindre 200 mg/kg. Alors que la plupart des algues convertissent l'arsenic inorganique de l'eau de mer en sucres arséniés ou en d'autres formes organiques peu toxiques, les sargasses peuvent accumuler de grandes quantités d'arsenic inorganique, constituant jusqu'à 80% de l'arsenic total (Milledge & Harvey, 2016). Un certain nombre de mises en garde sanitaires ont de ce fait été adressées contre une consommation excessive de ces macroalgues brunes, en particulier *Sargassum fusiforme* (Yokoi & Konomi, 2012). En outre, les fortes teneurs en arsenic et en d'autres éléments toxiques comme le cadmium contraignent l'utilisation des sargasses comme fertilisant en agriculture ou comme produits valorisés dans d'autres secteurs (alimentation, biomatériaux...). Dans le cas des sargasses holopélagiques responsables des échouages massifs en Atlantique tropical, *Sargassum natans* et *S. fluitans*, les données actuelles sur l'arsenic sont très limitées. Il n'existe par exemple aucune information sur la part que représentent les formes toxiques de l'arsenic, i.e. As(III) et As(V), ni sur leurs effets sur la physiologie et donc le métabolisme de ces macroalgues holopélagiques. Les objectifs de cette thèse seront donc d'étudier les facteurs et les processus physiologiques relatifs à l'accumulation ou à la libération de l'arsenic dans ses différentes formes chimiques par les différents morphotypes de *S. natans* et *S. fluitans*. Ces travaux seront menés dans le milieu naturel en lien avec les différents stades d'évolution des radeaux de sargasses, du large jusqu'à leur échouage et leur dégradation. Ils seront également menés en conditions contrôlées en laboratoire pour caractériser les cinétiques associées à l'accumulation ou au relargage de l'arsenic, pour étudier plus en détail l'impact d'une contamination à l'arsenic sur la physiologie et le métabolisme de ces macroalgues brunes pélagiques et pour envisager des méthodes raisonnables (d'un point de vue environnemental et économique) de décontamination des biomasses de sargasses en vue de leur valorisation.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées : (4000 caractères maxi espaces compris)

L'approche méthodologique consistera en (1) des échantillonnages, (2) des expériences en milieu contrôlé et (3) des analyses chimiques et physiologiques par un large panel d'outils.

Des échantillonnages des 3 morphotypes de sargasses seront réalisés aux Caraïbes aux printemps 2021 et 2022 dans le cadre du projet ANR Save-C. Deux gradients seront étudiés: un gradient latitudinal hauturier (du Brésil/Guyane jusqu'au Mexique) ainsi qu'un gradient proche côte-baies-échouages (Guadeloupe et/ou Martinique). Lors de ce deuxième gradient, les Sargasses pélagiques sont soumises à différentes conditions environnementales ce qui a un impact sur leur physiologie et métabolome. L'étudiant.e participera à ces missions et cet échantillonnage viendra compléter des séries de prélèvements effectuées à d'autres saisons (i.e. décembre 2020 pour le gradient côte-baies-échouages) et dans d'autres zones hauturières de l'Atlantique tropical (Expéditions « Sargasses » et « TransAtlantiques » 2017). Les collaborations avec Pierre-Yves Pascal (UMR BOREA, Université des Antilles en Guadeloupe) et Jean-Pierre Allenou (Biodivenv, Ifremer Martinique) nous permettront aussi d'obtenir d'autres échantillons.

Des expériences de culture en conditions contrôlées seront menées au Mexique dans l'équipe de Daniel Robledo (CINVESTAV, Mexique), co-encadrant de la thèse. Ces expériences, qui concerneront les différents morphotypes de Sargasses pélagiques, auront pour objectif de mieux comprendre l'impact des différents facteurs environnementaux sur l'accumulation et la libération de l'arsenic par les sargasses mais aussi l'impact de la spéciation de l'arsenic dans les eaux sur la croissance, la physiologie et le métabolome des différents morphotypes. Lors de ces expériences, des mesures physiologiques (dégagement oxygène et/ou fluorescence de la chlorophylle) seront couplées pour la première fois avec des mesures électrochimiques de l'arsenic dans ses formes toxiques.

Côté analytique, la détermination des formes toxiques de l'arsenic (algues et eaux) sera conduite par électrochimie. Nous nous appuyons sur notre forte expertise dans ce domaine en particulier dans le cas de la mise en œuvre d'électrodes en or pour la spéciation de l'arsenic (Vandenhecke et al., 2007, 2010, Waeles et al., 2013). Il est à souligner qu'un développement analytique spécifique aux algues brunes est actuellement mené dans le cadre d'un stage de master 2. Des mesures d'arsenic total et d'autres métaux toxiques (i.e. Cd, Cu et Pb) seront effectués grâce aux moyens analytique du Pôle Spectrométrie Océan (PSO Ifremer-IUEM). Concernant le métabolome, des dosages globaux (protéines, lipides, glucides) seront réalisés ainsi que des analyses plus fines telles la composition lipidique de ces macroalgues grâce à la plate-forme biotechnologique du LEMAR LIPIDOCEAN ou leur composition pigmentaire par des méthodes chromatographiques. Les composés phénoliques, métabolites secondaires de ces Sargasses seront également étudiés par dosages spectrophotométriques, HPLC mais aussi au service commun de spectrométrie de masse de l'UBO. Enfin, des empreintes métaboliques par RMN HR-MAS de ces échantillons, regroupant l'ensemble des métabolites majoritaires, seront obtenues au service commun de RMN-RPE de l'UBO

Il est à noter que :

- le fonctionnement de la thèse (échantillonnage, analyses et expérimentations) sera assuré à 100% par l'ANR Save-C "Study of holopelagic SARGASSUM responsible of massive beachings: Valorization & Ecology on Caribbean coasts" (PI V. Stiger-Pouvreau, LEMAR)
- l'étudiant.e participera aux missions océanographiques programmées en 2022.
- l'étudiant.e effectuera un séjour de 3 mois au Mexique dans l'équipe de Daniel Robledo pour mener les expérimentations de culture en conditions contrôlées (demande de mobilité sortante auprès d'Isblue ou de la Drive-UBO pour un séjour fin 2022 ou début 2023).

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

Les échouages massifs ont des impacts socio-économiques négatifs sur le tourisme, la pêche et la santé (Smetacek & Zingone 2013) en particulier pour les îles Caraïbéennes et les pays d'Amérique centrale concernés. Ces échouages ont également des impacts importants pour le fonctionnement des écosystèmes côtiers (e.g. perturbations de la chaîne trophique, épuisement de l'oxygène, libération de nutriments accumulés pendant les radeaux, apparitions d'espèces opportunistes...). Si la récolte et la valorisation de ces échouages pourraient limiter certains de ces problèmes, l'arsenic représente une contrainte forte car cet élément toxique est présent à des concentrations particulièrement élevées dans les sargasses (de 10 à 200 mg/kg). Les résultats issus de cette thèse seront donc particulièrement importants pour comprendre les conditions dans lesquelles les sargasses concentrent ou libèrent les formes les plus toxiques de l'arsenic. Ils donneront des clefs importantes aux groupes de recherche

et aux industriels de l'ANR Save-C qui travaillent sur la valorisation de ces algues. Dans ce projet, différents secteurs de valorisation ont été identifiés comme l'agriculture (e.g. biostimulants) ou la production de biomatériaux (bioplastiques, cartons ...). Dans un contexte plus régional, on peut citer la valorisation des algues brunes européennes, en particulier les extraits texturants de ces algues, pour des applications dans des domaines variés tels que l'agroalimentaire ou la cosmétique (voir section suivante avec l'exemple de l'entreprise ALGAIA).

4 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux (ERC, CPER, FEDER, Breizhcop ...) (4000 caractères maxi espaces compris)

La thèse proposée est incluse dans le projet ANR-SAVE-C dans lequel 14 partenaires, dont l'UMR BOREA, IFREMER BIODIVENV et ALGAIA, collaborent sur l'étude et la valorisation des Sargasses holopélagiques. Les objectifs de ce projet de thèse intéressent au premier chef les partenaires industriels du projet Save-C en particulier l'entreprise ALGAIA, implantée en Bretagne et en Normandie. ALGAIA est un leader dans la valorisation des algues en Europe à travers notamment la transformation de près de la moitié du volume total des algues brunes récoltées sur son site Breton de Lannilis. ALGAIA commercialise à plus de 90% à l'international des extraits d'algues texturants pour des applications alimentaires essentiellement mais aussi en cosmétique, agriculture et dispositifs médicaux. Pour cette entreprise, la problématique des composés arsenicaux représente une contrainte forte dans la plupart des applications reliées à la valorisation des algues brunes et la question de la part représentée par les formes les plus toxiques de l'arsenic devient de plus en plus récurrente. Dans le cadre de cette thèse, ALGAIA nous apportera un soutien important grâce à leur connaissance industrielle des contraintes de transformation et du cadre réglementaire des marchés.

Références bibliographiques

Milledge, J., Harvey, P., 2016. Golden Tides: Problem or golden opportunity? The valorisation of *Sargassum* from beach inundations. *Journal of Marine Science and Engineering* 4, 60.

Reis, V.A.T., Duarte, A.C. 2018. Analytical methodologies for arsenic speciation in macroalgae: A critical review *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 102, 170-184

Smetacek, V., Zingone, A. 2013. Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature* 504: 84-88

Taylor, V.F., Jackson, B.P., 2016. Concentrations and speciation of arsenic in New England seaweed species harvested for food and agriculture. *Chemosphere* 163, 6–13.

Vandenhecke, J., Waeles, M., Cabon, J.-Y., Garnier, C., Riso, R.D., 2010. Inorganic arsenic speciation in the waters of the Penzé estuary (NW France): Seasonal variations and fluxes to the coastal area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 90, 221–230.

Vandenhecke, J., Waeles, M., Riso, R.D., Le Corre, P., 2007. A stripping chronopotentiometric (SCP) method with a gold film electrode for determining inorganic arsenic species in seawater. *Analytical and bioanalytical chemistry* 388, 929–937.

Waeles, M., Vandenhecke, J., Salaün, P., Cabon, J.-Y., Riso, R.D., 2013. External sources vs internal processes: What control inorganic As speciation and concentrations in the Penzé estuary? *Journal of Marine Systems* 109, S261–S272.

Yokoi, K., Konomi, A., 2012. Toxicity of so-called edible hijiki seaweed (*Sargassum fusiforme*) containing inorganic arsenic. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 63, 291–297.

Vous sollicitez un financement ISblue, ou une ARED 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			
les interactions entre la Terre et l'océan			
la durabilité des systèmes côtiers		X	
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 :

1- Originalité, impact potentiel du projet (4 lignes maxi)

L'originalité de ce travail porte principalement sur le développement et la mise en œuvre d'une méthode analytique simple et robuste (électrochimie sur fil d'or) pour la spéciation de l'arsenic dans les sargasses et les algues brunes de manière générale. Ceci nous permettra de réaliser un travail d'observation et d'expérimentation inédit et conséquent pour mieux connaître les conditions dans lesquelles les sargasses concentrent ou libèrent l'arsenic.

2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international (4 lignes maxi)

La valorisation des sargasses est une problématique qui concerne de nombreux pays de la zone tropicale ouest Atlantique (zone Caraïbienne en particulier). Dans le cadre de cette thèse, un co-encadrement avec Daniel Robledo (CINVESTAV) sera mis en place et des collaborations seront développées avec un autre partenaire mexicain (CIBNOR) et deux partenaires antillais (UMR Borea, Ifremer Martinique).

3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités (4 lignes maxi)

L'interdisciplinarité de cette thèse au sein d'ISBLUE réside dans une approche inédite combinant l'électrochimie analytique à l'écophysiologie des macroalgues (collaboration LEMAR inter-équipe Chibido-Panorama).

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

En sortie de thèse, l'étudiant.e possèdera une double compétence inédite en électrochimie analytique et physiologie des algues avec de nombreuses possibilités d'insertion dans la communauté académique ou non académique en particulier dans l'industrie de transformation et de valorisation des algues.

Le candidat

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

Master Biologie ou Chimie de l'environnement marin. Compétences et appétence pour la chimie analytique. Connaissances en électrochimie, méthodes chromatographiques, ICPMS et/ou RMN. Connaissances des macroalgues et de leur physiologie.

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.