

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*) : **THRAUSTO**

Intitulé du projet en langue française : Approches écologique et physiologique de la culture des Thraustochytrides (hétérotrophes unicellulaires marins) Applications sur effluents agricoles pour la production d'acides gras polyinsaturés n-3 (Omega 3).

Intitulé du projet en langue anglaise :

Ecological and physiological approaches to the cultivation of Thraustochytrids (unicellular marine heterotrophs) Applications on agricultural effluents for the production of n-3 polyunsaturated fatty acids (Omega 3).

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 : 3B Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)

DIS secondaire si nécessaire : **DIS7** Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement – Activité 7E Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés

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

Établissement porteur du projet : Université de Bretagne Occidentale

Ecole Doctorale : Ecole doctorale des Sciences de la Mer et du Littoral (EDSML)

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

Nom du laboratoire d'accueil : Laboratoire des sciences de l'environnement marin LEMAR

Code du laboratoire (U/UMR/USR/EA/JE/...): UMR 6539 CNRS/ UBO/ IRD/ IFREMER

Directeur du Laboratoire : Luis Tito de Morais

Nom de l'équipe de recherche : Equipe 1 PANORAMA : Physiologie intégrative et adaptation des organismes marins : du gène à la population - Axe de recherche : Valorisation biotechnologique des produits de la mer (aquaculture, alimentation, santé, cosmétique) & Equipe 2 DISCOVERY : Ecologie marine : diversité, structure et dynamique des populations et des communautés – Axe de recherche 1 : Décrire et analyser la diversité (taxonomique, fonctionnelle et écosystémique)

Nombre HDR dans le laboratoire : 48

Nombre de thèses en cours : 47

Nombre de post-docs en cours : 12

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

- **e-mail :** philippe.soudant@univ-brest.fr

- **Téléphone :** 02 98 49 86 23

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

153 publications internationales

Rolton, A., Vignier, J., Volety, A., Shumway, S., Bricelj, V. M., & Soudant, P. (2018). Impacts of exposure to the toxic dinoflagellate *Karenia brevis* on reproduction of the northern quahog, *Mercenaria mercenaria*. *Aquatic Toxicology*, 202, 153-162 (IF:3.884).

Lavaud, R., Artigaud, S., Le Grand, F., Donval, A., Soudant, P., Flye-Sainte-Marie, J., Strohmeier T., Øivind Strand, Leynaert A., Beker B., Chatterjee A., Jean F. (2018). New insights into the seasonal feeding ecology of *Pecten maximus* using pigments, fatty acids and sterols analyses. *Marine Ecology Progress Series*, 590, 109-129 (IF : 2.292).

Loh, A. N., Hermabessière, L., Goodman, P., Volety, A. K., & Soudant, P. (2017). Impacts of Altered Hydrology on the Sources of Particulate Organic Carbon on the Diet of *Crassostrea virginica* in the Northern Everglades, Florida, USA. *Journal of Shellfish Research*, 36(3), 707-715.

da Costa, F., Le Grand, F., Quere, C., Bougaran, G., Cadoret, J. P., Robert, R., & Soudant, P. (2017). Effects of growth phase and nitrogen limitation on biochemical composition of two strains of *Tisochrysis lutea*. *Algal Research* 27, 177-189. (IF:3.994)

Boulais, M., Soudant, P., Le Goïc, N., Quéré, C., Boudry, P., & Suquet, M. (2017). ATP content and viability of spermatozoa drive variability of fertilization success in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 479, 114-119. (IF:2.570)

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

(nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

2017 – 2020 : Sarah ITOIZ, financement Région Bretagne-UBO. Ecologie fonctionnelle de micro-parasites eucaryotes invasifs en rade de Brest. Co-direction : A. Chambouvet (CNRS).

2016 – 2019 : Marine REMIZE, financement UBO-UNCW. Origine et production des acides gras polyinsaturés essentiels 20:5n-3 et 22:6n-3 par les protistes autotrophes et hétérotrophes et transferts dans les chaînes trophiques marines pélagiques. Co-direction: F. Planchon (UBO), A.-L. Loh (UNCW), A. Volety (UNCW).

2015 – 2018. Justine CASTREC, financement Région Bretagne-UBO. Impact des efflorescences de dinoflagellés toxiques sur la reproduction des huîtres d'intérêt économique en Rade de Brest. Co-direction : H. Hégaret et C. Fabioux. Situation actuelle : Recherche Post-doc

2013 - 2017 : Sonia GASMI, financement Université Bordeaux. Écologie trophique et reproduction d'une population sauvage d'huître creuse *Crassostrea gigas* dans un écosystème macrotidal, peu profond : cas du bassin d'Arcachon. Co-direction : V. David. Situation actuelle : Post-doc Université NANCY

2014 – 2017. Floriane BOULOT, financement Région-UBO, Implication des canaux sodium voltage-dépendant dans la réponse aux toxines chez l'huître creuse *Crassostrea gigas* : le cas des PST. Co-direction : P. Boudry (Ifremer), H. Hégaret (CNRS) et C. Fabioux (UBO). Situation actuelle : ATER UBS

2011 – 2014. Anne ROLTON, financement FGCU. Impacts of the red-tide dinoflagellate, *Karenia brevis*, on bivalve reproduction and early life history and significance for population recruitment. Co-direction: Pr. Volety (FGCU). Situation actuelle : Cadre de Recherche à « Cawthron institute » en Nouvelle Zélande

2011 – 2014. Malwenn LASSUDRIE, financement UBO, Effets couplés de l'exposition à des dinoflagellés toxiques du genre *Alexandrium* et à des pathogènes sur la physiologie de différentes espèces de bivalves. Co-direction : H. Hégaret (CNRS) et C. Fabioux (UBO). Situation actuelle : Cadre de recherche à Ifremer

Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : (précisé si HDR) (50% de l'encadrement) De La Broise Denis (HDR)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** : LEMAR UMR 6539

- **e-mail** : Denis.de-LaBroise@univ-brest.fr

- **Téléphone** : 02 98 49 86 23

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

(nom des doctorants dirigés et en cours et antérieurement, sur les 6 années passées : sujet, financement, date de soutenance, et situation professionnelle actuelle si connue)

2012-2015: Mélanie Giraud, Financement: France Energie Marine. Impact biogéochimique des rejets d'un upwelling artificiel. Co-direction: Marie Boyé, Véronique Garçon

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

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

Résumé du projet (4000 caractères maxi espaces compris) :

Le marché des acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI n-3) (appelés aussi Omega 3) pour les applications en alimentation humaine et animale s'est fortement développé ces dernières années. La demande est actuellement satisfaite pour une part importante par la transformation des produits de la pêche. Or, la surexploitation des ressources marines et le besoin croissant en Omega 3 impliquent de développer de nouvelles sources d'acides gras à forte valeur nutritionnelle ; c'est-à-dire riches en 20:5n-3 (EPA) et/ou 22:6n-3 (DHA).

Si de nombreuses micro-algues marines permettent la production de ces AGPI en phototrophie, les concentrations cellulaires des cultures restent limitées et les coûts de production sont souvent rédhibitoires pour leur industrialisation. La production de protistes hétérotrophes appartenant au phylum des Thraustochytrides est l'une des alternatives possibles puisque certaines souches sont connues pour produire des AGPI n-3. Néanmoins, leur valorisation biotechnologique reste encore sous-exploitée d'autant que les rôles de ces organismes et leur diversité sont encore largement « négligés » et souvent même ignorés dans les boucles microbiennes marines (notamment en Bretagne).

Par ailleurs, les systèmes de méthanisation qui permettent de valoriser les déchets organiques en énergie se développent dans nos régions mais produisent des volumes croissants d'effluents riches en nutriments (N, P, K ...). Ces milieux, ne pouvant pas être épandus comme biofertilisants dans les zones vulnérables au Nitrate (Directive Nitrates 91/676/CEE), pourraient être valorisés pour des cultures d'eucaryotes unicellulaires hétérotrophes comme les Thraustochytrides.

Dans le cadre de cette thèse, des souches de Thraustochytrides seront isolées localement à partir de matières organiques en décomposition présentes dans les estuaires et cultivées sur des substrats associant effluents de méthanisation et sources carbonées complexes. Après une première sélection des souches de Thraustochytrides réalisée sur des critères phylogénétiques et biochimiques, les paramètres de processus (taux de croissance, rendement, productivité) et de production d'AGPI n-3 seront évalués dans des milieux issus de la méthanisation, riches en substrats inorganiques et organiques.

Ensuite, les conditions de culture seront optimisées pour obtenir le meilleur compromis entre abattement des nutriments N et P des effluents et composition biochimique des Thraustochytrides sélectionnés. Une attention particulière sera portée aux lipides, notamment par l'analyse des compositions en classes de lipides et en AGPI n-3 à longue chaîne (EPA et DHA). En vue de leur valorisation, le passage à l'étape pilote sera réalisé dans un bioréacteur de 2 m³ afin d'obtenir une biomasse suffisante pour la réalisation des extractions.

Afin de faciliter l'extraction des lipides et éviter l'usage de solvants, dans une démarche respectueuse de l'environnement, une protéolyse enzymatique de la biomasse produite sera à optimiser. Ce processus vise à libérer le maximum de lipides qui pourront ainsi être « extraits » dans la phase légère après centrifugation. Le profil et les activités des peptides obtenus (dans la phase aqueuse « lourde ») seront aussi évalués.

Enfin, la valeur nutritionnelle de la biomasse produite (entière ou par compartiment biochimique) sera évaluée sur différents stades d'élevage de poissons et de bivalves marins en vue de leur valorisation industrielle dans le domaine de l'aliment aquacole.

Présentation détaillée du projet :

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

Ce projet vise à i) produire des protistes hétérotrophes cultivés sur des effluents riches en azote et phosphore inorganiques et en matière organique réfractaire issus des processus de méthanisation et ii) développer à partir de la biomasse produite des processus d'extraction d'huiles riches en AGPI n-3 et de peptides bioactifs pour valorisation en compléments alimentaires aquacoles tout en assurant leur innocuité et le respect de la réglementation en vigueur. Ce projet devra répondre à plusieurs questions scientifiques clés et challenges techniques. Il sera le premier à explorer la diversité biochimique des thraustochytrides (un maillon essentiel dans les boucles microbiennes estuariennes) isolés des eaux bretonnes. Parmi les souches capables de consommer les nutriments inorganiques et organiques présents dans les effluents de méthaniseurs, il s'agira de sélectionner la ou les souche(s) présentant le meilleur compromis entre fort taux de croissance et composition biochimique ouvrant ainsi la voie vers une exploitation industrielle. Après une phase d'optimisation des conditions de culture, l'extraction des huiles riches en n-3 et en pigment sans solvant et avec le minimum d'impact sur l'environnement seront aussi des verrous scientifiques et techniques importants. Enfin, l'application à l'aquaculture (poissons et bivalves) des extraits produits constituera le dernier grand challenge de ce projet. D'une façon générale, ce projet se positionne sur un continuum allant de la recherche fondamentale à la valorisation industrielle de la recherche.

2 - Approche méthodologique et techniques envisagées :

- Isolement et sélection des Thraustochytrides

Les thraustochytrides seront isolés à partir de divers substrats (macroalgues et zoostères en cours de dégradation, sédiments de différentes natures) dans les estuaires bretons. Après un lavage à l'eau de mer stérile, des aliquotes du substrat et / ou des sédiments seront étalés sur milieu de culture comme décrit dans Raghukumar (2002). A l'apparition des colonies, les cellules seront transférées dans du nouveau milieu en présence d'antibiotiques pour supprimer la croissance bactérienne. Les souches seront d'abord identifiées par la coloration « spécifique » à l'Acriflavine et l'analyse phylogénétique de la séquence de la petite sous unité du ribosome (18S ADNr) et ensuite elles seront caractérisées biochimiquement en termes de contenus en AGPI n-3 à longue chaîne (EPA et DHA). Parallèlement, un séquençage de type NGS (Next Generation Sequencing - approche metagenomique) permettra une identification quasi-exhaustive de l'ensemble des Thraustochytrides présents sur les matrices étudiées. Raghukumar S (2002) Ecology of the marine protists, the Labyrinthulomycetes (Thraustochytrids and Labyrinthulids). Eur J Protistol 38:127-145.

- Optimisation de la production de Thraustochytrides et passage au niveau pilote

Après une première sélection des souches de Thraustochytrides réalisée sur des critères phylogénétiques et biochimiques, les paramètres de processus (taux de croissance, rendement, productivité) et de production d'AGPI n-3 seront évalués dans des milieux issus de la méthanisation (riches en NH₄ et phosphore) et enrichis en substrats carbonés. Ensuite, les conditions de culture seront optimisées pour obtenir le meilleur compromis entre l'abattement en azote et phosphore des effluents et la composition biochimique des Thraustochytrides sélectionnés. Une attention particulière sera portée aux lipides, par l'analyse des compositions en classes de lipides et en AGPI n-3 à longue chaîne (EPA et DHA). Pour permettre le développement et la mise en place des processus de collecte, de concentration et d'extraction, les cultures de Thraustochytrides seront ensuite réalisées en grands volumes dans différents bio-réacteurs de 9L, 100L et de 2 m³ afin d'obtenir une biomasse suffisante.

- Extraction sans solvant des lipides à haute valeur ajoutée

Différents processus de collecte et concentration (décantation, flottation, filtration tangentielle) seront testés et sélectionnés pour obtenir le meilleur compromis entre rendement de biomasse collectée et coût économique. Ensuite, les processus d'extractions viseront prioritairement les AGPI n-3 à longue chaîne (EPA et DHA) et l'Astaxanthine. Afin de rester dans une démarche respectueuse de l'environnement, il est impératif d'éviter l'usage de solvants organiques connus pour être toxiques et dangereux pour l'homme et l'environnement. L'approche choisie passera par une hydrolyse de la biomasse produite, par des protéases commerciales. Celle-ci devra être optimisée selon l'espèce et la souche de Thraustochytrides sélectionnées. Ce processus vise à libérer le maximum de lipides qui seront récupérés de la phase légère après centrifugation de la biomasse hydrolysée. La valorisation de la phase aqueuse (lourde) sera aussi évaluée pour la production de peptides bioactifs et leur intégration dans les aliments aquacoles.

- Evaluation de la valeur nutritionnelle de la biomasse pour l'aquaculture

En vue de leur valorisation industrielle dans le domaine de l'aliment aquacole, la valeur nutritionnelle des huiles riches en AGPI n-3 et en astaxanthine, ainsi que les peptides actifs, seront évalués sur différents stades d'élevage de poissons dans les structures expérimentales de l'équipe du Dr Zambonino à l'Ifremer. Il est également envisagé d'évaluer la valeur nutritionnelle de la biomasse séchée (par nébulisation, sans processus d'extraction aval) sur des bivalves d'intérêts aquacoles (moules, huîtres) dans les structures expérimentales du LEMAR. Ces derniers points feront aussi l'objet de travaux collaboratifs internationaux avec des partenaires canadiens (Pr. Parrish, Memorial University of Newfoundland) et espagnols (Dr da Costa, Université de Vigo) (voir section 9 du document).

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

L'Europe du Nord-Ouest (ENO) est une zone densément peuplée où prédomine l'agriculture intensive, et qui contribue de façon importante et parfois disproportionnée à la production de déchets alimentaires ou agricoles. La méthanisation est en plein essor dans l'Europe, comme une voie de valorisation de ces déchets en les convertissant d'une part en biogaz et d'autre part en effluents riches en nutriments, le plus souvent destinés à l'épandage (biofertilisants). Mais il existe des freins importants à ce processus qui produit de grands volumes de digestat riche en azote et en phosphore, dont l'épandage est très limité dans les Zones Vulnérables au Nitrate (Directive Nitrates 91/676/CEE) telles que la Bretagne. Cette problématique est encore renforcée par la disparition progressive des surfaces d'épandage en raison de la réduction des surfaces agricoles au profit de l'étalement urbain.

D'autre part, au niveau mondial, l'approvisionnement en produits de la mer pour l'alimentation humaine est couvert pour moitié par l'aquaculture. Néanmoins l'aquaculture, et plus particulièrement celle des espèces carnivores (poissons, crevettes), est grande consommatrice d'huiles extraites des poissons pélagiques ce qui a entraîné une augmentation rapide (par un facteur 10 en quelques années) du prix de ces huiles et une pression excessive sur la ressource. Pour soutenir la croissance de l'aquaculture et réduire son impact environnemental, il est donc impératif de proposer des alternatives économiquement viables et respectueuses de l'environnement à la production d'huile riche en AGPI n-3. Si de nombreuses micro-algues marines permettent la production de ces AGPI en phototrophie, les concentrations cellulaires des cultures restent limitées et les coûts de production sont souvent rédhibitoires pour leur industrialisation. Aussi, les procédés industriels se tournent vers la production en hétérotrophie et notamment celle de protistes hétérotrophes appartenant au phylum des Thraustochytrides.

Les thraustochytrides sont des protistes osmo-hétérotrophes présents dans les réseaux trophiques benthiques. Bien que leur écologie et leur physiologie soient encore très mal connues, ils sont largement répandus dans les habitats marins (des mers côtières aux mers profondes) caractérisés par l'accumulation de grandes quantités de matière organique réfractaire. Même si leur abondance « numérique » est faible par rapport aux procaryotes, leur rôle dans la dégradation de différents substrats organiques est déterminant dans le fonctionnement des boucles microbiennes marines

(Raghukumar 2002).

Il s'agit donc dans ce projet de proposer un système intégré couplant i) le traitement de digestats de différentes qualités par des cultures de Thraustochytrides et ii) la production de compléments alimentaires aquacoles à hautes valeurs ajoutées. L'abattement quasi-total de l'azote et du phosphore en sortie des effluents de méthaniseurs permettra d'en réduire drastiquement l'impact environnemental. Ceci facilitera l'installation de méthaniseurs dans des zones où l'absence de surface d'épandage freinait jusque-là leur développement et par conséquent le recyclage de déchets organiques. A cet effet, des travaux préliminaires au LEMAR montrent qu'il est possible de cultiver une souche hétérotrophe d'*Aurantiochytrium mangrovei* sur un milieu essentiellement composé de digestat issus de méthaniseurs et d'une source de carbone, et d'en abattre (entre 69% et 90%) la teneur en azote et en phosphore. Le recyclage des nutriments contenus dans le digestat de méthanisation devrait constituer un avantage concurrentiel dans la production de compléments alimentaires pour l'industrie de l'alimentation aquacole car il permettrait la valorisation de cet effluent dont la gestion est coûteuse lorsqu'il doit être évacué, tout en évitant les coûts des "intrants".

Ce projet permettra *in fine* de démontrer et d'évaluer un cycle de vie complet partant d'un déchet industriel riche en sels nutritifs jusqu'à la production d'un aliment aquacole à haute valeur ajoutée.

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

Le projet répond aux attentes des DIS 3 et 7 et plus particulièrement dans les activités 3B Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications) et dans les activités 7A Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des écosystèmes et de leurs interactions et 7E Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés.

Le monde des hétérotrophes unicellulaires vivants dans les milieux marins bretons reste encore peu exploré et exploité mais peut constituer une ressource biologique intéressante avec de multiples applications biotechnologiques et notamment pour l'alimentation aquacole. Ce projet s'intègre tout particulièrement dans la dynamique de la Région bretonne qui souhaite renforcer ses positions dans ces secteurs dans un esprit de valorisation responsable des ressources marines (DIS3). Avec l'appui de l'interreg NWE ALG-AG, il s'agit bien de concrétiser au niveau industriel la production de composés à hautes valeurs ajoutées pour l'aquaculture à partir d'effluents riches en éléments nutritifs à l'origine d'évènements d'eutrophisation sur les côtes bretonnes en maîtrisant les problématiques sanitaires et environnementales associés à l'usage d'effluents. Ainsi, ce projet pourrait permettre de faire émerger une nouvelle voie de gestion des effluents de méthanisation riche en azote (DIS7). En effet, la Bretagne est dans son intégralité considérée comme une zone vulnérable (max 170 kgN/ha/an) et a dû établir dans le cadre de la 5^{ème} directive Nitrates (91/676/CEE) des Zones d'Actions Renforcées sur lesquelles il n'est possible d'épandre qu'au maximum 50kg de N/ha/an ou en moyenne sur 3 ans. Sur les 12 millions de tonnes de lisier produits par an, 1/3 est traité (= pas d'épandage) ce qui représente un coût de 16M€ sachant que 11000t de N et 5000t de P ne sont alors plus valorisés. Par ailleurs au-delà de cette problématique de surcroît d'azote, la Bretagne est également confrontée à une importation massive de matière première pour les besoins de son élevage: 2.7 Mt de soja importés soumis à la fluctuation des prix et forte dépendance du monde agricole et à des sources OGM (DIS3).

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

Ce projet s'intègre parfaitement dans l'axe biotechnologie marine du thème 4 d'ISblue qui vise à contribuer à la production de biomasse de manière durable et renouvelable. Ce projet de thèse vise à faire face à une demande croissante en lipides marins par le développement de nouveaux procédés industriels, basés sur les organismes marins ; ici les Thraustochytrides, des protistes hétérotrophes, un maillon négligé des boucles microbiennes dans nos estuaires. Se positionnant sur un continuum allant de la recherche fondamentale à la valorisation industrielle de la recherche, les

perspectives d'insertion professionnelle dans le milieu académique et non académique (plus particulièrement dans les industries de la méthanisation et de l'aquaculture) peuvent être envisagées sereinement ; l'essor de la biotechnologie marine étant particulièrement dynamique en Bretagne.

Dans le cadre du partenariat entre ISblue et l'Ocean Future Institute (OFI, équivalent canadien à ISblue), nous déposerons dès 2019 un dossier de « visiting international fellowship » en vue de tester les compléments alimentaires produits sur des juvéniles de saumon avec le Pr Parrish. Des perspectives d'embauche en tant que post-doc ou même chercheur sont également envisageables grâce à plusieurs points de convergences scientifiques entre ISblue et OFI.

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Le marché des acides gras polyinsaturés n-3 (AGPI n-3) (appelés aussi Omega 3) pour les applications en alimentation humaine et animale s'est fortement développé ces dernières années. La demande est actuellement satisfaite pour une part importante par la transformation des produits de la pêche. Or, la surexploitation des ressources marines et le besoin croissant en AGPI n-3 impliquent de développer de nouvelles sources d'acides gras à forte valeur nutritionnelle ; c'est-à-dire riches en 20:5n-3 (EPA) et/ou 22:6n-3 (DHA).

Par ailleurs, les systèmes de méthanisation qui permettent de valoriser les déchets organiques en énergie se développent dans nos régions mais produisent des volumes croissants d'effluents riches en nutriments (N, P, K...). Ces milieux ne pouvant pas être épandus comme biofertilisants dans les zones vulnérables au Nitrate (Directive Nitrates 91/676/CEE) pourraient être valorisés pour des cultures d'eucaryotes unicellulaires hétérotrophes comme les Thraustochytrides.

Les aspects innovants scientifiques et techniques du projet reposent sur la capacité des thraustochytrides à se développer rapidement sur des milieux riches en azote et matières organiques (Fan et al., 2001). Le choix de ces espèces est particulièrement pertinent au regard de leur composition en AGPI n-3 (omega 3) (Marchan et al, 2017 ; Winwood, 2013), mais également en pigments (caroténoïdes et astaxanthine) lorsqu'elles sont exposées à la lumière (Lewis et al., 1999).

Ce projet vise à démontrer la possibilité de traiter des digestats de méthaniseurs de différentes qualités par la culture de Thraustochytrides et d'en valoriser la biomasse pour la production de compléments alimentaires aquacoles à hautes valeurs ajoutées.

Au sein du LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin), ce projet s'intégrera plus particulièrement dans l'axe de recherche « Valorisation biotechnologique des produits de la mer (aquaculture, alimentation, santé, cosmétique) de l'équipe « Physiologie intégrative et adaptation des organismes marins : du gène à la population » et s'assurera le soutien de 2 plateformes technologiques LEMAR : i) LIPIDOCEAN spécialisée dans l'analyse fine de la composition lipidique d'organismes marins, ainsi que dans l'étude des mécanismes physiologiques régulant cette composition lipidique et ii) BIODIMAR plateforme spécialisée dans les techniques d'extraction, de purification et d'analyse des biomolécules issues des extraits /produits naturels marins et l'analyse de leurs activités biologiques.

Concernant le contexte partenarial, l'équipe proposante est impliquée dans un projet interreg NWE intitulé « Creating value from waste nutrients by integrating algal and anaerobic digestion technology (ALG-AD) ». Ce projet regroupe des partenaires publiques et privés originaires d'Angleterre, de France, de Belgique et d'Allemagne Ce projet a permis de prendre en charge la construction d'un réacteur pilote de 2 m³ qui pourra être utilisé dans le cadre de cette thèse pour la production de biomasse en grande quantité.

Au-delà du projet ALG-AD qui finira en 2021, deux autres collaborations avec des partenaires européens et internationaux seront mises en place :

- i) Avec le Pr Parrish (Memorial University of Newfoundland in St. John's, Canada), nous déposerons dès 2019 un dossier de « visiting international fellowship » à l'Ocean Future Institute (OFI, équivalent à ISblue). Il s'agira de tester les compléments alimentaires produits sur des juvéniles de saumons dans les structures expérimentales de l'OFI.
- ii) Avec le Dr Fiz da Costa (ECIMAT de l'Université de Vigo), nous déposerons un dossier ASSEMBLE Plus (European Marine Biological Resource Centre) pour bénéficier gratuitement des infrastructures expérimentales de ECIMAT afin de tester les biomasses produites de Thraustochytrides sur différentes espèces de bivalves.

Marchan, L. F., Chang, K. J. L., Nichols, P. D., Polglase, J. L., Mitchell, W. J., & Gutierrez, T. (2017). Screening of new British thraustochytrids isolates for docosahexaenoic acid (DHA) production. *Journal of applied phycology*, 29(6), 2831-2843.

Lewis, T. E., Nichols, P. D., & McMeekin, T. A. (1999). The biotechnological potential of thraustochytrids. *Marine Biotechnology*, 1(6), 580-587.

Winwood, R. J. (2013). Recent developments in the commercial production of DHA and EPA rich oils from micro-algae. *OCL*, 20(6), D604.

Fan, K. W., Chen, F., Jones, E. B., & Vrijmoed, L. L. (2001). Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids production by and okara-utilizing potential of thraustochytrids. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 27(4), 199-202.

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

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

2016 – 2019 : Responsable scientifique (Partner leader) du projet FUI (Fond unique inter-ministériel) MICROPLASTIC2 : Pollution aux microplastiques: détection, risques et remédiation à l'interface terre-mer. Responsable scientifique de l'ensemble du projet. Financement du LEMAR à 60% par la Région Bretagne

2015 - 2017 : Responsable scientifique du projet ALGUENCHAINÉ : nouvelle voie de traitement du lisier par bio-remédiation via la production de microalgues, en partenariat avec l'entreprise NUTREA ; financement Région Bretagne.

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

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées

Le – la candidat.e

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

Le candidat aura de fortes compétences en physiologie et écologie des protistes (approches cellulaires et biochimiques). Il devra posséder une expérience en culture de micro-organismes en bioréacteur, ainsi que des compétences concernant les techniques analytiques par chromatographie. Il devra également pouvoir résoudre différents problèmes techniques inhérents à des bioréacteurs de laboratoire et à un prototype automatisé qui nécessite polyvalence et autonomie. Enfin, il devra avoir des compétences en analyses statistiques de données expérimentales. Une expérience de travail dans des équipes pluridisciplinaires et la capacité de communiquer en anglais sont fortement souhaitables.

Projet de thèse en cotutelle internationale

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

(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*) : **oui**

Si oui, préciser la nature du cofinancement (*ANR, partenaire privé, Ademe, etc.*) : ADEME en attente de l'appel d'offre (fin Janvier) et de discussion avec les ingénieurs ADEME pour vérifier l'adéquation du projet avec les domaines d'activité de l'ADEME

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

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