

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*) : **ADJUST**

**Intitulé du projet en langue française** : Rôle de l'habitat actuel et du stade ontogénique sur la capacité du bar *D. labrax* à faire face au scénario futur de réchauffement et de baisse de disponibilité en oméga-3 polyinsaturés à longue chaîne dans le réseau trophique.

**Intitulé du projet en langue anglaise** : Role of the current habitat and the ontogenetic stage on the ability of the sea bass to cope with future warming conditions and reduced availability of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids in the food web.

**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** : liste en dernière page de ce document

Sous domaine 7A : Observation, surveillance et gestion de l'environnement, et des écosystèmes et de leurs interactions.

**DIS secondaire si nécessaire** : NA

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

**Établissement porteur du projet** : CNRS

**École Doctorale** : EDSML

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

**Nom du laboratoire d'accueil** : Laboratoire Environnement Marin (LEMAR )

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

**Directeur du Laboratoire** : Luis Tito de Morais

**Nom de l'équipe de recherche :** PANORAMA

**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 :** David Mazurais

- **e-mail :** David.mazurais@ifremer.fr

- **Téléphone :** +33-298 224 87

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

-68 publications; H-index=25

Zambonino-Infante, J.L., Panserat, S., Servili, A., Mouchel, O., Madec, L. & **Mazurais, D.** 2019 Nutritional programming by dietary carbohydrates in European sea bass larvae: Not always what expected at juvenile stage. *Aquaculture* 501, 441-447. (doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.056>).

Callet, T., Dupont-Nivet, M., Cluzeaud, M., Jaffrezic, F., Laloë, D., Kerneis, T., Labbé, L., Quillet, E., Geurden, I., **Mazurais, D.**, Skiba-Cassy, S. & Médale, F. 2018 Detection of new pathways involved in the acceptance and the utilisation of a plant-based diet in isogenic lines of rainbow trout fry. *PLoS One*. 13(7):e0201462. doi: 10.1371/journal.pone.0201462).

Cadiz L, Ernande B, Quazuguel P, Servili A, Zambonino-Infante JL, **Mazurais D.** 2018 Moderate hypoxia but not warming conditions at larval stage induces adverse carry-over effects on hypoxia tolerance of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Mar Environ Res*. 138:28-35. doi: 10.1016/j.marenvres.2018.03.011. Epub 2018 Mar 28.

Zambonino-Infante, J.L., **Mazurais, D.**, Dubuc, A., Quéau, P., Vanderplancke, G., Servili, A., Cahu, C., Le Bayon, N., Huelvan, C. & Claireaux, G. 2017 An early life hypoxia event has a long-term impact on protein digestion and growth in juvenile European sea bass. *J Exp Biol* 220, 1846-1851. (doi:10.1242/jeb.154922).

Vagner, M., Lacoue-Labarthe, T., Zambonino Infante, J.-L., **Mazurais, D.**, Dubillot, E., Le Delliou, H., Quazuguel, P. & Lefrançois, C. 2015 Depletion of Essential Fatty Acids in the Food Source Affects Aerobic Capacities of the Golden Grey Mullet *Liza aurata* in a Warming Seawater Context. *PLoS ONE* 10, e0126489. (doi:10.1371/journal.pone.0126489).

- **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)

Direction de thèse:

Laura Cadiz-Barrera, «Environment and early life stages in fish : developmental plasticity responds to seawater changes in oxygen and temperature » ; Bourse Ifremer-Région Bretagne ; 20 Décembre 2017 ; post-doctorat Institut for Bioscience - Zoofysiologi. Aarhus. Danmark.

Co-Encadrement scientifique:

Gwenaëlle Vanderplancke, «Effets d'une exposition à l'hypoxie pendant les jeunes stades de vie du bar Européen (*Dicentrarchus labrax*) et de la sole commune (*Solea solea*) : voies moléculaires de l'adaptation et conséquences sur les stades ultérieurs. » ; Bourse Ifremer-Région Bretagne ; 12 février 2015 ; Assistante clinique.

**Co-directeur-trice de thèse et co-encadrant scientifique : (précisé si HDR)** Marie Vagner (non HDR)

- **Laboratoire de recherche co-encadrant** (nom + code U/UMR/USR/EA/JE/...) LEMAR UMR 6539

- **e-mail** : marie.vagner@univ-brest.fr

- **Téléphone** : +33 298 224 389

- **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)

1 thèse co-encadrée (2018-2021) avec C. Audet (ISMER, Rimouski, Canada). Indicateurs physiologiques de la croissance et du métabolisme chez des poissons d'intérêt commercial. Financement canadien (CRSNG).

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

**Martin Kainz**, Inter-University Centre for Aquatic Ecosystem Research WasserCluster Lunz (WCL)/Danube University Krems, Austria. [www.kainzlab.com](http://www.kainzlab.com).

**Résumé du projet** (4000 caractères maxi espaces compris) :

Les acides gras polyinsaturés oméga-3 à longue chaîne (**oméga-3 LC**) sont des composants majeurs des membranes cellulaires de tous les organismes, leur conférant un rôle vital dans le maintien des fonctions physiologiques <sup>1</sup>. Ces molécules sont produites à la base de la chaîne trophique, *i.e.* par les microalgues marines, dont les diatomées <sup>2</sup>. Cette production détermine la disponibilité de ces nutriments pour les niveaux trophiques supérieurs, comme les poissons, presque incapables de les synthétiser. Les poissons sont l'un des principaux vecteurs d'oméga-3 LC du milieu aquatique vers l'homme, chez qui les effets bénéfiques sont largement démontrés <sup>3</sup>.

Le changement global (réchauffement, acidification, hypoxie des eaux) <sup>4</sup>, entraîne une réduction de la production globale d'oméga-3 LC à la base du réseau trophique marin, en altérant les assemblages d'espèces de microalgues et leur physiologie <sup>5</sup>. Cette réduction modifierait la composition membranaire des organismes supérieurs <sup>6,7</sup>. De plus, elle interagirait négativement avec une hausse de température sur la composition membranaire <sup>8,9</sup>, soulignant la nécessité de considérer ces facteurs de façon combinée, en particulier dans le contexte du réchauffement des eaux.

De tels changements dans la composition membranaire des organismes peuvent avoir des conséquences à large échelle, en modifiant leurs fonctions physiologiques <sup>8,9</sup> (*e.g.* croissance, reproduction, locomotion), ce qui pourraient se répercuter sur la dynamique des populations et le fonctionnement des écosystèmes, et altérer la disponibilité en oméga-3 LC pour l'homme.

Cette chaîne de conséquences reste peu étudiée, mais soulève la question de **comment les poissons pourraient-ils s'adapter physiologiquement aux changements environnementaux ?** En répondant à cette question, ce projet répondra à la nécessité de tenir compte de la capacité, peu ou pas considérée, des organismes à **s'ajuster physiologiquement (plasticité)** dans les modèles prédisant les réponses des écosystèmes au changement global.

Les poissons marins, qui vivent dans un environnement trophique riche en oméga-3 LC (riches en diatomées), ont une très faible capacité de synthèse de ces molécules (<5% <sup>10</sup>), car ils les trouvent facilement dans leur alimentation. Par contre, les poissons d'eau douce, soumis à un environnement trophique appauvri en oméga-3 LC (peu de diatomées), ont conservé la capacité de produire ~25% des oméga-3 LC à partir des précurseurs présents dans leur alimentation <sup>11,12</sup>. La capacité des poissons euryhalins<sup>1\*</sup>, comme le bar européen *Dicentrarchus labrax*, à activer ou désactiver ces voies de synthèse en fonction du type d'habitat dans lequel ils se trouvent (marin, saumâtre, fluvial) reste mal comprise, de même que le coût énergétique associé à ce type de modulation.

Dans ce contexte, **les objectifs** sont de :

- (1) Mesurer *in situ* la capacité d'une espèce euryhaline d'intérêt à produire des oméga-3 LC dans différents habitats et à différents stades ontogénétiques,
- (2) Évaluer la plasticité de ces voies de synthèse naturelles en mesurant expérimentalement leur modulation face à une baisse trophique en oméga-3 LC couplée à une hausse de température,
- (3) Évaluer le coût énergétique au niveau individuel de la mise en œuvre de ces voies de synthèse.

Ces objectifs seront menés dans le cadre de **collaborations régionales** (UMR LEMAR, unité halieutique de l'Ifremer) et **internationales** (Wasser Cluster Lunz WCL/Danube University Krems, Autriche). L'accent sera mis sur *D. labrax*, espèce euryhaline d'une grande importance écologique et économique en Europe, et pierre angulaire dans le transfert des oméga-3 LC produits en milieu marin vers l'homme et dans l'exportation de matières, dont les oméga-3 LC, des eaux marines où elle se reproduit vers les eaux saumâtres (estuaires et lagunes côtières), et parfois les rivières.

**Detailed presentation of the project :**

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

Des travaux antérieurs suggèrent que *D. labrax* est capable de faire face à une diminution des oméga-3 LC dans la source trophique à certains égards : Exposés à une source trophique déficiente en oméga-3 LC, les bars juvéniles ont stimulé le gène codant pour la delta-6 désaturase, la première enzyme nécessaire, et donc limitante, de la voie de synthèse des oméga-3, mais seulement lorsqu'ils ont été précédemment exposés à cette carence au stade larvaire <sup>13-16</sup>. Cependant, ces expériences n'ont pas révélé la durabilité ou la réversibilité de la mise en œuvre de cette réponse.

Les **questions de recherche** qui émergent de ce contexte visent à savoir :

- (1) Comment les voies de synthèse des oméga-3 LC sont-elles ajustées spatialement (eaux marine, saumâtre, fluviale) et temporellement (selon le stade ontogénétique) chez le bar européen ?
- (2) Comment l'habitat actuel (aire de répartition) affecte-t-il ces voies de synthèse et la capacité des individus à répondre aux scénarios futurs de carence en oméga-3 LC associés à des eaux plus chaudes ?

Les hypothèses qui pourront être soulevées sont :

---

<sup>1\*</sup> Qui tolère une large gamme de salinité, et effectue en général, une partie de son cycle de vie en eau de mer et une autre en estuaire ou en fleuve

**Hypothèse 1** : en raison de son mode de vie estuarien, le bar européen devrait ajuster sa capacité à synthétiser les oméga-3 LC en fonction de son stade de vie : ces capacités seraient activées au niveau transcriptionnel pendant les périodes de vie en estuaire et en eau douce, puis désactivées pendant les périodes de vie en pleine mer. Cela limiterait les coûts énergétiques associés à la mise en œuvre de ces voies de synthèse. Selon l'environnement dans lequel il se trouve, le bar désactiverait ces voies de synthèse en raison du coût de leur maintien.

**Hypothèse 2** : ces capacités de synthèse des oméga-3 LC devraient être ajustables en fonction de la zone géographique de l'espèce. La température régule la teneur en oméga-3 LC des membranes cellulaires pour maintenir leur fonctionnalité (adaptation homéovisqueuse), donc une augmentation de température induit une distorsion de la membrane qui doit être régulée par une diminution du taux d'oméga-3 LC pour éviter une membrane trop fluide. Ainsi, les capacités de synthèse des oméga-3 LC diminueraient en fonction d'un gradient Nord-Sud.

**Hypothèse 3** : l'environnement actuel (aire de distribution) ainsi que le stade ontogénétique du poisson joueraient un rôle significatif dans la capacité du poisson à répondre à une diminution de la disponibilité des oméga-3 LC associée à une température plus élevée, rendant certains individus plus à même que d'autres à faire face aux changements globaux.

Les **principaux verrous** du projet seront basés sur l'interprétation de la variabilité des voies de synthèse des oméga-3 LC en milieu naturel, en raison des effets multifactoriels indémêlables. Cependant, cette thèse donnera une vision générale de la variabilité naturelle de ces voies de synthèse *in situ*, ainsi que des indications sur leur vulnérabilité et leur possibilité d'ajustement/plasticité face à l'environnement, ce qui est actuellement totalement inconnu.

2 – Approches méthodologiques et techniques:

### **Volet 1 : Caractériser la capacité du bar à synthétiser les oméga-3 LC en fonction de son stade de vie et de son habitat (approche *in situ*) - année 1**

Dans le cadre de la campagne de pêche prévue dans le cadre du projet européen FEAMP Nourdem (Nourriceries à Demerseaux, R. Le Goff, unité halieutique Ifremer) en 2019, 2020 et 2021, des individus des stades G0 à G3 seront échantillonnés sur trois estuaires français (d'amont en aval) suivant un gradient nord sud (Gironde, Loire et Seine). Ces campagnes permettront de caractériser, dans un environnement naturel et selon une approche multi-sites, la capacité des poissons à synthétiser les oméga-3 LC par la mesure (1) de l'expression des gènes codant pour les voies de synthèse des oméga-3 LC, (2) de la teneur en oméga-3 LC dans les tissus et (3) de la bioconversion des précurseurs des acides gras (approche isotopique de composés spécifiques – collab. M. Kainz, WCL/Danube University Krems, Autriche). L'histoire environnementale et l'âge des poissons seront mesurés par otolithométrie (collab. F. Le Loc'h, UMR LEMAR).

### **Volet 2 : Caractériser la plasticité de ces voies de synthèse en mesurant comment ces voies de synthèse peuvent être ajustées en réponse à un scénario futur (approche expérimentale) - année 1 & 2**

Les individus de stade ontogénétique similaire prélevés sur chacun des 3 sites "Seine", "Loire" et "Gironde" seront ramenés au laboratoire et exposés à des scénarios futurs (*i.e.* +2°C couplé avec une déficience alimentaire en oméga-3 LC) pendant plusieurs semaines, puis leur capacité à répondre à ce scénario futur sera évaluée par la mesure (1) des capacités de synthèse des oméga-3 LC mesurées lors du volet 1, (2) des performances métaboliques associées en mesurant les fonctions physiologiques clés de survie en milieu naturel (taux de croissance, survie, taux métabolique et capacité de nage). Ce volet 2 permettra d'obtenir des informations sur la plasticité potentielle des voies de synthèse pour la production d'oméga 3 LC de chaque population.

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

Comprendre la réponse des organismes marins au changement climatique est au cœur des **préoccupations mondiales**. En particulier, comprendre l'avenir des populations de poissons est un défi à la fois économique et de santé publique pour les populations humaines pour qui elles sont la principale source de protéines et d'oméga-3 LC. Cependant, le rôle de la plasticité et de l'ajustement physiologique dans la réponse des organismes aux changements environnementaux demeure peu étudié et n'est actuellement pas du tout pris en compte dans les modèles de prédiction de la réponse des écosystème au changement. Plusieurs hypothèses tendent à montrer que cela jouerait néanmoins un rôle majeur dans l'éventuelle adaptation des organismes au changement en cours. Le financement de cette thèse devrait permettre de poursuivre efficacement l'intégration de notre laboratoire dans le réseau international des centres de recherche qui travaillent dans ce domaine. Ce projet sera réalisé dans le cadre de **collaborations régionales** (UMR 6539 LEMAR, unité de pêche de l'Ifremer) **et internationales** (CMT/Université du Danube Krems, Autriche) étroites. Ce projet de thèse s'inscrit notamment dans une dimension de recherche au niveau **européen** à travers une forte collaboration via projet européen *Nourdem* financé par le FEAMP (Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche) porté par l'unité halieutique de l'Ifremer (C. Lebigre, R. Le Goff), à travers laquelle ce projet fournira des informations précieuses sur l'avenir de cette espèce, emblématique de l'assiette du consommateur européen. La **dimension internationale** du projet de thèse est également **renforcée** par le développement d'une collaboration avec le prestigieux laboratoire de Martin Kainz en Autriche (<https://www.donau-uni.ac.at/en/universitaet/whois/09189/index.php> | [www.kainzlab.com](http://www.kainzlab.com)) pour mesurer la capacité des poissons à convertir les acides gras précurseurs en oméga-3 LC selon leur habitat et leur stade ontogénétique.

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

Le DIS n° 7 et le DIS secondaire 7A (Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des écosystèmes et de leurs interactions) visent à apporter des réponses aux grands enjeux environnementaux tels que la préservation des milieux naturels, tout en assurant le développement durable et la valorisation du continuum terre-mer. L'atteinte de ces objectifs implique inévitablement une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes en réponse aux changements environnementaux, y compris la façon dont les **organismes qui composent ces écosystèmes réagiront à ces changements**. En proposant d'étudier comment les voies de synthèse des oméga-3 LC sont ajustées en fonction de l'environnement, ce projet soutient pleinement les principaux objectifs du DIS7. Ce projet de thèse permettra d'évaluer l'état de plasticité des voies de synthèse des oméga-3 LC en fonction de l'habitat et du stade ontogénétique, et face aux scénarios futurs de réchauffement et de disponibilité réduite en oméga-3 LC.

5 - Si « projet blanc » (hors DIS), préciser les raisons de ce choix : **NA**

6 - Si lien avec projet ERC, préciser lequel : **NA**

7 - Autres informations utiles (CPER, FEDER, concernant la politique régionale) : **NA**

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 permettra au doctorant d'acquérir de vastes compétences scientifiques en physiologie des poissons à différents niveaux d'intégration (moléculaire, tissulaire, individuelle) en combinant des approches de terrain et de laboratoire sur une espèce présentant un intérêt économique et écologique majeur en Europe. L'étudiant aura l'opportunité de développer sa rigueur scientifique, sa capacité de gestion du temps, son esprit d'équipe, sa capacité de communication, ses compétences de supervision, à travers notamment la rédaction d'articles scientifiques, la participation à des conférences scientifiques internationales et de vulgarisation scientifique, la supervision de stages, l'arbitrage de publications dans son domaine de spécialisation. De plus, **le séjour de 8 mois du doctorant dans le laboratoire autrichien** de Martin Kainz pour effectuer des analyses isotopiques de composés spécifiques lui permettra d'acquérir une formation en écologie trophique ainsi qu'une vision élargie de la recherche européenne sur le sujet et d'enrichir son réseau pour ses futures recherches post-doctorales. De plus, l'étudiant aura l'opportunité d'élargir ses compétences à travers la possibilité d'enseigner des cours (vacations), pour être plus compétitif sur les postes d'enseignement/recherche. En ce sens, les perspectives d'insertion professionnelle en milieu académique et non académique sont larges, et peuvent concerner aussi bien les domaines scientifiques de l'écologie et de l'aquaculture, de la recherche et/ou de l'enseignement, que les missions effectuées dans les bureaux d'études.

9 - Contexte scientifique et partenarial : éléments généraux

Ce projet de doctorat s'inscrit dans le cadre d'une volonté mondiale forte de comprendre la réponse des organismes marins d'intérêt écologique et économique aux changements environnementaux à des fins de conservation de la biodiversité et des services écosystémiques associés. Alors que la plupart des projets sur le terrain concernent l'effet des facteurs environnementaux sur les fonctions physiologiques des organismes, peu prennent en compte le rôle de la plasticité des organismes au niveau intraspécifique. Ce projet original impliquera de fortes collaborations au sein de **l'UMR LEMAR** pour les approches métaboliques (J.L. Zambonino, P. Soudant, F. Le Grand pour le métabolisme des lipides et G. Claireaux et K. Salin pour le métabolisme énergétique), génétiques (G. Charrier), écologie trophique (G. Schaal, E. Kraffe), et de traits d'histoire de vie (F. Le Loc'h, L. Pecquerie). Ce projet établira un lien au sein du laboratoire entre les physiologistes, les généticiens des populations (G. Charrier) et les modélisateurs (e.g. F. Le Loc'h, L. Pecquerie) intéressés par les données physiologiques obtenues. Ce projet s'inscrit également dans le cadre des récents projets LEMAR soumis et portant sur la dynamique de la production et du transfert d'oméga 3 LC dans le réseau trophique (ERC Oceanomega 3, ANR DYNomega3, P. Soudant). Ce projet sera mené en collaboration avec l'unité halieutique de **l'Ifremer** (C. Lebigre, R. Le Goff) pour les approches de terrain. Par ailleurs, une collaboration internationale sera développée grâce à un séjour de 8 mois dans le laboratoire de Martin Kainz (**WCL/Danube University Krems, Autriche**), pour réaliser toutes les analyses d'écologie trophique (capacité de bioconversion de précurseurs à partir d'analyses isotopiques de composés spécifiques). Ce séjour permettra à l'étudiant d'apprendre une nouvelle technique essentielle en écologie trophique, et de développer son réseau de collaborateurs dans un des laboratoires les plus réputés dans le domaine de l'écologie trophique des poissons.

10 - Si projet de co-tutelle internationale, précisez le pays et l'établissement : **NA**. Un co-encadrement international est prévu, mais pas une "co-tutelle" car un séjour de plus de 8 mois au total pendant la période doctorale n'est pas compatible avec l'agenda des expériences prévues au niveau local (prélèvements sur le terrain (années 1 et 2), biologie moléculaire (années 1 et 2) et mesures physiologiques (année 2) en France).

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

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

13 - Si cofinancement refusé, autres sources de cofinancement identifiées : cd29

## Le – la candidat.e

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

Le candidat idéal pour ce poste doit posséder de l'expérience en physiologie animale, en écophysiologie ou en biochimie au niveau Master, être disposé à aller prélever des échantillons sur le terrain, apprendre diverses méthodes de manipulation en laboratoire et sur des animaux, posséder de solides compétences en gestion du temps et en communication et être capable de travailler de façon autonome et en équipe. Une expérience préalable de manipulation des poissons ou du métabolisme des lipides serait un atout, mais ce n'est pas obligatoire. De plus, comme des expériences de plusieurs mois sont prévues à l'Université du Danube de Krems (WasserCluster Lunz - Biologische Station, Autriche) dans le laboratoire de Martin Kainz, la langue anglaise doit être maîtrisée. Une attention particulière sera portée à la mobilité géographique du candidat (années académiques à l'étranger, année de rupture, etc.). Il devra faire preuve d'une maturité et d'un recul suffisants avant de choisir de s'investir dans ce projet de doctorat.

## Projet de thèse en cotutelle internationale

**S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale (oui/non) : Non.** Une co-encadrement international est prévu, mais pas une co-tutelle car un séjour de plus de 8 mois au total pendant la période doctorale n'est pas compatible avec l'agenda des expériences prévues au niveau local (prélèvements sur le terrain (années 1 et 2), biologie moléculaire (années 1 et 2) et mesures physiologiques (année 2) en France).

**Si oui, préciser l'établissement pressenti (et le pays de rattachement) : NA**

**Ce projet de thèse fera-t-il l'objet d'un cofinancement international (oui/non) : NA**

*(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 : NA**

## 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) : ISBLUE**

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

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

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

### References

- 1.Sargent, J. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. *Aquaculture* **179**, 217–229 (1999).
- 2.Kainz M. *Lipids in Aquatic Ecosystems*. (Springer New York, 2009).
- 3.Siriwardhana, N., Kalupahana, N. S. & Moustaid-Moussa, N. Health Benefits of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids. in *Advances in Food and Nutrition Research* **65**, 211–222 (Elsevier, 2012).
- 4.IPCC. Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. in pp 1535 (Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley, 2013).
- 5.Hixson, S. M. & Arts, M. T. Climate warming is predicted to reduce omega-3, long-chain, polyunsaturated fatty acid production in phytoplankton. *Glob. Change Biol.* **22**, 2744–2755 (2016).
- 6.Gladyshev, M. I., Arts, M. T. & Sushchik, N. N. Preliminary estimates of the export of omega-3 highly unsaturated fatty acids (EPA + DHA) from aquatic to terrestrial ecosystems. in *Lipids in Aquatic Ecosystems* 179–211 (New York: Springer, 2009).
- 7.Pethybridge, H. R. *et al.* Spatial patterns and temperature predictions of tuna fatty acids: Tracing essential nutrients and changes in primary producers. *PLOS ONE* **10**, e0131598 (2015).
- 8.Vagner, M. *et al.* Depletion of essential fatty acids in the food source affects aerobic capacities of the golden grey mullet *Liza aurata* in a warming seawater context. *PLOS ONE* **10**, e0126489 (2015).
- 9.Vagner, M. *et al.* Ocean warming combined with lower omega-3 nutritional availability impairs the cardio-respiratory function of a marine fish. *J. Exp. Biol.* jeb.187179 (2019). doi:10.1242/jeb.187179
- 10.Tocher, D. Metabolism and Functions of Lipids and Fatty Acids in Teleost Fish. *Rev. Fish. Sci.* **11**, 107–184 (2003).
- 11.Murray, D. S., Hager, H., Tocher, D. R. & Kainz, M. J. Effect of partial replacement of dietary fish meal and oil by pumpkin kernel

- cake and rapeseed oil on fatty acid composition and metabolism in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture* **431**, 85–91 (2014).
12. Stubhaug, I., Tocher, D. R., Bell, J. G., Dick, J. R. & Torstensen, B. E. Fatty acid metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) hepatocytes and influence of dietary vegetable oil. *Biochim. Biophys. Acta BBA - Mol. Cell Biol. Lipids* **1734**, 277–288 (2005).
13. Vagner, M., Zambonino Infante, J. L., Robin, J. H. & Person-Le Ruyet, J. Is it possible to influence European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juvenile metabolism by a nutritional conditioning during larval stage? *Aquaculture* **267**, 165–174 (2007).
14. Vagner, M., Robin, J. H., Zambonino-Infante, J. L., Tocher, D. R. & Person-Le Ruyet, J. Ontogenic effects of early feeding of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae with a range of dietary n-3 highly unsaturated fatty acid levels on the functioning of polyunsaturated fatty acid desaturation pathways. *Br. J. Nutr.* **101**, 1452–1462 (2009).
15. Vagner, M. & Santigosa, E. Characterization and modulation of gene expression and enzymatic activity of delta-6 desaturase in teleosts: A review. *Aquaculture* (2010). doi:10.1016/j.aquaculture.2010.11.031
16. Vagner, M., Robin, J. H., Zambonino Infante, J. L. & Person-Le Ruyet, J. Combined effects of dietary HUFA level and temperature on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae development. *Aquaculture* **266**, 179–190 (2007).



**Domaines d'innovation stratégique**

- 1/ Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative
- 2/ Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité
- 3/ Activités maritimes pour une croissance bleue
- 4/ Technologies pour la société numérique
- 5/ Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie
- 6/ Technologies de pointe pour les applications industrielles
- 7/ Observation et ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement

**Ventilation en sous-domaines**

**D1 – Innovations sociales et citoyennes pour une société ouverte et créative**

- 1A- Démarches d'innovation sociale et citoyenne
- 1B- E-éducation et e-learning
- 1C- Patrimoine et tourisme durable
- 1D- Industries créatives et culturelles
- 1E- Transitions et mutations des modèles économiques des filières et des entreprises

**D2- Chaîne alimentaire durable pour des aliments de qualité**

- 2A- Qualité et sécurité sanitaire des aliments
- 2B- Nouveaux modèles de production agricole
- 2C- Usine agro-alimentaire du futur

**D3- Activités maritimes pour une croissance bleue**

- 3A- Energies marines renouvelables
- 3B- Valorisation de la biomasse marine et biotechnologies (pour toutes les applications)
- 3C- Valorisation des ressources minières marines
- 3D- Nouveaux modèles d'exploitation des ressources vivantes aquatiques (pêche et aquacultures)
- 3E- Navire du futur
- 3F- Sécurité et sûreté maritime

**D4- Technologies pour la société numérique**

- 4A- Internet du futur : objets communicants, cloud computing et big data
- 4B- Images et contenus
- 4C- Conception logiciels
- 4D- Modélisation numérique
- 4E- Réseaux convergents, fixes mobile broadcast
- 4F- Cybersécurité

**D5- Santé et bien-être pour une meilleure qualité de vie**

- 5A- Prévention – santé – bien-être
- 5B- Nouvelles approches thérapeutiques alliant génétique, bio-marqueurs et biomolécules
- 5C- Technologies médicales, diagnostiques et thérapeutiques et e-santé

**D6- Technologies de pointe pour les applications industrielles**

- 6A- Photonique et matériaux pour l'optique
- 6B- Matériaux multi-fonctionnels
- 6C- Technologies en environnements sévères
- 6D- Electronique, robotique et cobotique pour l'ingénierie industrielle
- 6E- Systèmes de production avancés de petites et moyennes séries (usine du futur)

**D7- Observation et Ingénieries écologique et énergétique au service de l'environnement**

- 7A- Observation, surveillance et gestion de l'environnement et des éco-systèmes et de leurs inter-actions
- 7B- Réseaux énergétiques intelligents
- 7C- Système constructif performant et durable (éco-construction et éco-rénovation, TIC et bâtiment)
- 7D- Véhicules et mobilités serviciels durables
- 7E- Eco-procédés, éco-produits et matériaux bio-sourcés.

Marie Vagner, CR CNRS  
UMR LEMAR 6539  
Postal Address: Ifremer/PFOM/ARN  
ZI pointe du diable  
29 280 Plouzané

Lunz am See, Jan 14, 2019

Dear Dr. Vagner,

By this letter, I would like to strongly stress our scientific interest for collaborative research within the proposed research project, entitled “Role of the current habitat and the ontogenetic stage on the ability of the sea bass to respond to future warming conditions and reduced availability of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids in the food web” (ADJUST).

As discussed during the international conference on ‘Lipids in the Ocean’ last November, my lab is currently conducting research on diet-consumer interaction, in particular fish feeds and fish, in an effort to understand how consumers respond to various diet qualities to meet their physiological requirements. To date, we are focusing on selected freshwater fishes, examine the ability of hepatocytes and astrocytes to convert dietary fatty acids by using bioassays and, recently, compound-specific stable isotopes. Your proposed research is ecologically and eco-physiologically very important as it targets how fishes will react to climate change parameters to still meet, or fail, their somatic requirements. This research falls within our research and will, as planned, be particularly beneficial for your PhD student that will also perform her/his work in our labs in Austria. Here in our research center, we welcome such PhD-internships and provide student housing as well as access to our labs, including labs for lipid biochemistry and analytical labs equipped with GC-MS, GC-FID, GC-IRMS, EA-IRMS ... in brief, a wide suite of analytical equipment for your PhD student.

Finally, I would like to stress that such PhD-internships have, in the past, always resulted in collaborative scientific papers and long-lasting international collaborations, all of which I like to support.

I hope that you will get the requested funding for the PhD position within the above mentioned project! Please let me know if you or the funding agency requires more information about the anticipated research collaboration.

Best regards,

Martin Kainz