

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

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

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

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

Acronyme : **BIOCOAT**

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

Établissement porteur du projet : UBO  UBS  Institut Agro Rennes

IMTA  ENSTA  ENIB

Ecole Doctorale : EDSML

SPI BZH  SPIN  MATHSTIC Bretagne Océane  pour les projets ISblue

### Identification du projet

|                    |   |
|--------------------|---|
| Intitulé du projet | Revêtements réticulés hydrophiles biosourcés pour application antifouling |
| Nom                | FAY   |
| Prénom             | Fabienne  |

### Demande d'ARED

*Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :*

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Priorité régionale           | Atténuation et/ou adaptation au changement climatique  |
| DIS                          | 3  |
| Levier thématique            | Environnement, santé des océans et gestion du littoral |
| DIS secondaire               | HORS DIS   |
| Levier thématique secondaire | NAVIRE DU FUTUR  |
| Axe transversal              | TRANSITIONS ENERGETIQUES ET ECOLOGIQUES                |

### Organisme de tutelle : encadrement et unité de recherche

#### Porteur du projet HDR

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Date obtention de l'HDR | 8 juillet 2013 |
| Nom                     | FAY            |
| Prénom                  | FABIENNE       |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Adresse électronique     | Fabienne.fay@univ-ubs.fr  |
| Tel                      | 0297874626  |
| Expérience d'encadrement | 8 thèses soutenues, 3 en cours (dont 2 soutenances prévues en mars et septembre 2023) |

#### Unité de recherche

|   |   |
|---|---|
| Nom de l'unité  | Laboratoire de Biotechnologie et Chimie Marines |
| Acronyme de l'Unité (umr xx, ...)                           | LBCM  |
| Nom et prénom du responsable                                | Isabelle Linossier                              |
| Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche                |   |
| Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche |   |

#### Co-directeur de thèse – si nécessaire

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Nom                      | Hellio   |
| Prénom                   | Claire   |
| Unité de recherche       | LEMAR  |
| Etablissement de tutelle | UBO  |
| Expérience d'encadrement | 12 soutenues et 5 en cours (3 soutenances en 2023) |

#### Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Nom                      | Rios de Anda                                  |
| Prénom                   | Agustin                                       |
| Unité de recherche       | Institut de Chimie et des Matériaux Paris Est |
| Etablissement de tutelle | CNRS – UPEC                                   |
| Expérience d'encadrement | Soutenance HDR janvier 2023                   |

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

#### Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne : Université Bretagne Sud - Lorient

Lieu principal de déroulement du projet si hors Bretagne :

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

Résumé synthétique du projet  
(2 000 caractères maximum)

Le projet a pour objectif le développement de revêtements hydrophiles biosourcés stables et durables, résistants aux contraintes mécaniques et empêchant l'adhésion d'organismes marins par une approche originale de surface hétérogène. En considérant les propriétés antifouling des films polymères hydrophobes, certaines études ont démontré qu'une meilleure résistance à la bioadhésion pouvait être obtenue en augmentant partiellement leur hydrophilie. A l'inverse, pour les polymères hautement hydrophiles, l'amélioration de la résistance à la colonisation par l'introduction d'éléments hydrophobes n'est pas encore clairement établie. Le projet vise à fournir des surfaces hétérogènes aux propriétés doubles en termes d'hydrophobie et de viscoélasticité. Une stratégie basée sur des exopolysaccharides bactériens hydrophiles biosourcés issus du milieu marin sera mise en œuvre. Ces polymères sont réticulables par des approches chimiques respectueuses de l'environnement et sont biocompatibles, biodégradables, disponibles commercialement. Des premiers travaux de thèse montrent l'intérêt de ces polymères pour l'obtention de revêtements aux propriétés bioadhésives modulables, cependant des verrous nécessitent d'être levés afin d'appréhender l'impact des propriétés physico-chimiques, topographiques et viscoélastiques de ces surfaces hydrophiles réticulées sur les interactions établies avec des organismes marins. Les revêtements cibleront des applications de type capteur, aquaculture, perliculture. La thèse s'articulera en 3 axes : i) conception des revêtements, ii) développement d'outils de caractérisation physico-chimiques et mécaniques des revêtements hydratés, iii) impact des propriétés des revêtements sur l'effet anti-bioadhésif, anti-biofilm et fouling release. Il s'intègre dans une question de recherche du laboratoire LBCM : Quel est le lien entre l'hétérogénéité d'une surface et les interactions surface/cellules microbiennes lors de la formation du biofilm ?

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

Parmi les paramètres impliqués dans le contrôle de la colonisation des revêtements anti-bioadhésifs, le contrôle des propriétés physico-chimiques et mécaniques de surface semble primordial. Le projet s'oriente vers un système réticulé hydrophile afin de proposer une surface ultra-molle, hautement hydratée perturbant les interactions organismes-surface. Ces systèmes restent actuellement peu documentés et plusieurs interrogations subsistent : balance élasticité/rigidité, épaisseur, taux d'hydratation. Ces paramètres sont modulables et liés entre eux. Néanmoins, les principaux verrous de ces systèmes concernent leur adhésion au substrat et la disponibilité d'outils de caractérisation à l'état hydraté. La méthodologie s'articulera en 3 axes : 1. **Conception des revêtements.** 4 Exopolysaccharides bactériens ont été sélectionnés selon leurs propriétés filmogènes, hydrophilie, viscosité, rendement de production, composition chimique. Les revêtements devront répondre aux contraintes suivantes : i) une résistance mécanique pour l'adhésion au substrat (verre, inox, plastique). Une fonctionnalisation des substrats est envisagée (SEA Saclay). ii) un contrôle du processus de réticulation et donc des propriétés mécaniques. L'utilisation de silane comme agent inorganique de réticulation pourrait améliorer les performances (stabilité, association antagoniste hydratation et rigidité, mécanique) sans affecter les propriétés intrinsèques des polysaccharides. Le contrôle du processus de réticulation permettra une maîtrise des propriétés mécaniques et de l'épaisseur des films. iii) La présence de domaines hydrophobes (silanes) et hydrophiles (polysaccharides) pour obtenir un effet répulsif. 2. **Développement d'outils de caractérisation physico-chimiques et mécaniques des revêtements réticulés à l'état hydraté.** Aucune méthode ne permet actuellement d'accéder à la caractérisation des propriétés désirées. En plus des techniques de caractérisation à l'état sec (IR, DSC, SEM, DMA), le développement de méthodes analytiques spécifiques permettant la caractérisation de ces revêtements hydratés est une nécessité. Pour ce faire une approche expérimentale macroscopique combinant des tests de traction, des analyses DSC et DMA seront entrepris. Ils permettront d'accéder à la résistance mécanique macroscopique des échantillons ainsi que la caractérisation de la densité de réticulation mécanique des réseaux. Ils seront complétés par des études de RMN<sup>1</sup>H du solide, technique spécifique permettant la caractérisation des réseaux de polymères de type élastomère : mobilité moléculaire, densité de réticulation et concentration

des défauts de chaîne. Enfin la Microscopie à Force Atomique permettra l'obtention d'informations quantitatives de surface (rugosité, module). Il s'agira ici de proposer des méthodes spécifiques de caractérisation des revêtements hydrophiles réticulés (collaboration ICMPE, CNRS). 3. Impact des propriétés physico-chimiques et mécaniques des revêtements sur l'effet anti-bioadhésif, anti-biofilm et fouling release. Il s'agira d'établir des liens entre les propriétés physico-chimiques et mécaniques mises en évidence et la capacité des organismes à interagir avec les revêtements. Les techniques utilisées seront principalement microbiologiques (tests en microplaques) et microscopique (confocale à balayage laser couplée à un bioréacteur à biofilm sous flux). Les compétences complémentaires des laboratoires collaborant sur ce projet (LBCM, LEMAR, site expérimental IFREMER d'Argenton et Hellenic Centre for Marine Research) permettront une étude sur quatre niveaux trophiques : bactéries, diatomées, spores d'algues et larves (huîtres et balanes). De plus, le maintien des propriétés mécaniques et l'adhésion renforcée du revêtement hydrophile au substrat permettra une évaluation en condition réelle d'immersion (statique et dynamique) grâce aux installations du LBCM.

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

Le projet s'inscrit au cœur d'une thématique environnementale et économique et a pour but de proposer de nouveaux revêtements antisalissures à travers une stratégie innovante. En effet, la restriction des molécules biocides (réglementation sur les produits biocides, UE n°528/2012) oriente les recherches vers des revêtements dont les propriétés physico-chimiques et mécaniques perturbent l'adhésion des organismes plutôt qu'un effet toxique. Ce secteur est très concurrentiel au niveau international. Au niveau national, la région Bretagne et PACA en sont les leaders. Le développement de revêtements hydrophiles réticulés montre une fracture technologique par rapport aux stratégies existantes et permettra la valorisation de macromolécules d'origine marine, ouvrant de nouveaux secteurs d'application. Ce projet est pluridisciplinaire (chimie macromoléculaire et analytique, physico-chimie des surfaces, propriétés mécaniques, microbiologie, biologie des organismes) et s'inscrit donc dans l'évolution actuelle des programmes de recherche. Le doctorant évoluera principalement au sein du LBCM. Il s'intégrera à la question de recherche 1 : Lien entre l'hétérogénéité d'une surface et les interactions surface/cellules microbiennes lors de la formation du biofilm regroupant 8 enseignants chercheurs et 5 doctorants de disciplines différentes (chimie des polymères, physico-chimiste des surfaces, microbiologistes). Il participera aux échanges scientifiques au sein du LABCOM SAFER (Solutions Antifouling Ecoresponsables) avec la société Bretonne Nautix. Le LBCM possède les équipements nécessaires au bon déroulement du doctorat : laboratoires de microbiologie, synthèse et formulation, souchothèques de micro-organismes, microscopes, techniques de caractérisation des polymères et des revêtements. Le doctorant évoluera également au sein du laboratoire LEMAR ce qui lui donnera accès à la plateforme BIODIMAR et au site expérimental d'Argenton. Il aura donc accès aux équipements de culture de macro-organismes. Les résultats obtenus dans le cadre de cette thèse apporteront des connaissances fondamentales dans le cadre du développement de nouvelles surfaces antifouling innovantes et respectueuses de l'environnement.

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

Des collaborations assureront la mise à disposition d'équipements et de savoirs faire nécessaires à la bonne réalisation de la thèse et permettra de renforcer des collaborations et d'en déployer de nouvelles :

- CEA Saclay : Pascal Viel est spécialiste de la fonctionnalisation des surfaces (axe 1)

- ICMPE, CNRS, Thiais (10 publications en commun) : Agustin Rios De Anda, est spécialiste de la relation entre la structure et la morphologie, la mobilité moléculaire et les propriétés thermomécaniques des polymères par combinaison de techniques de caractérisation multi-échelles (axe 2)

- L'activité anti-larves de balanes sera réalisée à Hellenic Centre For Marine Research en Grèce (Maria Protopapa) dans le cadre d'une mobilité internationale

- L'activité anti-larves d'huitres sera réalisé sur le site expérimental d'Argenton accessible via le LEMAR (Carole DiPoi et Hugo Koechlin).

- Le doctorant sera également associé à la collaboration de recherche avec l'entreprise PacificBiotech localisée en Polynésie Française, dans le but de valoriser des exopolysaccharides bactériens originaux issus de la mer (1 publication récente en commun : Marie Champion, Marine Drugs 2022). Une mobilité au sein de l'entreprise est envisagée.

- Il participera aux échanges scientifiques au sein du LABCOM SAFER (Solutions Antifouling Ecoresponsables) avec la société Nautix (nombreuses communications commune).

D'autre part, Claire Hellio co-dirige avec Claudia Guerrero (Station Marine de l'Ecole Polytechnique du Mexique) une thèse portant sur la valorisation d'Exopolysaccharides en antifouling. Une collaboration entre les deux doctorants et une mobilité au Mexique est envisagée.

#### **Pour les demandes Région Bretagne**

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement  
Pour les demandes Région Bretagne (3 000 caractères maximum)

Le domaine d'innovation stratégique de rattachement est le DIS 3 : Activité maritime pour une croissance bleue. Le projet répond à cette priorité de la Région Bretagne. En effet, il est proposé de mettre en œuvre des biotechnologies bleues en valorisant des polymères biosourcés à des fins de préservation des océans en proposant des systèmes de protection contre les salissures qui trouveront une application dans le domaine marin (capteurs, filets) et aquaculture.

Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)

Atténuation du changement climatique : les pollutions marines représentent un des facteurs importants du réchauffement de la planète et impact la biodiversité marine. La stratégie proposée n'aura aucune empreinte sur le milieu marin.

**Demande de (co)financement ISblue**

**Vous sollicitez un financement ISblue,**

Précisez le lien du sujet avec les thèmes ISblue :

| Thème ISblue                                  | Thème principal | Thème secondaire (si nécessaire) | Autre (si nécessaire) |
|---|-----------------|----------------------------------|-----------------------|
| la régulation du climat par l'océan           |                 | X                                |                       |
| les interactions entre la Terre et l'océan    |                 |                                  |                       |
| la durabilité des systèmes côtiers            |                 |                                  | X                     |
| l'océan vivant et les services écosystémiques | 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) Le projet est en lien avec le thème 4 afin de répondre aux priorités scientifiques relatives à la gestion des éco-systèmes marins à partir de bio-ressources. La stratégie proposée est fondée sur la nature, dans le cadre d'un développement biotechnologique basé sur une recherche fondamentale et appliquée (thème 3). Il visera à réguler le climat par l'océan en réduisant les pollutions (thème 1).

**2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international** (4 lignes maxi)  
 1. Centre Hellenic for Marine Sciences (Maria Protopapa) : co-encadrement et accueil en mobilité du doctorant  
 2. Station marine de l'École Polytechnique du Mexique : mobilité et échange de doctorants sur des thématiques connexes.

**3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités** (4 lignes maxi) : Ce projet collaboratif est pluridisciplinaire entre le LBCM (UBS, Lorient), le LEMAR (UBO, Brest), l'Institut de Chimie et des Matériaux de Paris Est (Thiais) et Hellenic Center for marine Sciences (Grèce, Dr Maria Protopapa). Il contribuera aux nouvelles stratégies de recherches concernant les revêtements antifouling et à la valorisation de macromolécules d'origine marine. Une collaboration sera également engagée avec la station marine de l'École Polytechnique du Mexique (Dr Claudia Guerrero).

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

Ce projet de thèse pluridisciplinaire apportera au futur docteur de solides compétences dans les domaines de la physico-chimie et la caractérisation des matériaux, la microbiologie, la biologie des organismes complétées par la pratique de la formulation et la chimie analytique. Le futur docteur sera capable de rejoindre un laboratoire de recherche académique ainsi que l'industrie.

## Financement du projet de thèse

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

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

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) : oui

Si oui, laquelle : CDE UBO

Sollicitez-vous un co-financement Is-Blue (oui/non) ? oui

**Important : Veillez à bien compléter les différents co financements sollicités sur le serveur Thèses en Bretagne Loire lors du dépôt de votre dossier.**

## Projet de thèse en cotutelle internationale

S'agit-il d'un projet de thèse en cotutelle internationale dans le cadre d'une convention (oui/non) : non

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

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

*(Rémunération du doctorant par l'établissement implanté sur le territoire régional (18 mois sur 36 mois), et l'établissement étranger, qui s'engage également à rémunérer le doctorant dans le cadre de son séjour à l'étranger, soit durant 18 mois -a minima-)*

En cas de cofinancement international, préciser -si vous en avez connaissance- l'organisation du calendrier des périodes de séjour :

Préciser quel est le stade du projet international (joindre une lettre d'engagement du partenaire)

## Vous sollicitez un financement UBO EDSML qui sera porté à la décision du Conseil de l'ED

Indiquez le ici,    oui     non     **et sur le serveur TEBL (indispensable)**

## Le candidat

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

Le (a) candidat(e) devra posséder des compétences solides en biologie des organismes (microbiologie, biologie cellulaire), des connaissances en chimie et physico-chimie des matériaux, en techniques de caractérisation et microscopie seront appréciées. Une appétence pour les biotechnologies seront un atout.

**ATTENTION :** Tout dossier non déposé sur le serveur dans les délais indiqués, ne pourra être pris en compte notamment par les instances ISblue, conseil de l'EDSML.

**Veillez à enregistrer votre document au format    NOM du porteur /Acronyme labo.pdf**