

DESCRIPTION D'UN PROJET DE THÈSE FINANCÉ - ÉCOLE DOCTORALE « Matière, Molécules, Matériaux & Géosciences »

✚ INFORMATIONS GÉNÉRALES

<p>Titre de la thèse : Développement de méthodes de cryo-microscopie électronique pour l'étude de la fonctionnalisation de membranes par des enzymes et du colmatage des membranes</p>
<p>Champ disciplinaire 1 : Sciences des Matériaux</p> <p>Champ disciplinaire 2 : Chimie : Procédés et Environnement</p>
<p>Trois mots-clés : cryo-microscopie électronique, localisation des enzymes, caractérisation du colmatage</p>
<p>Unité d'accueil (préciser si temps partagé entre plusieurs sites) :</p> <p>Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN, UMR 6502) : 95% temps</p> <p>Laboratoire de Génie des Procédés pour l'Environnement et l'Alimentation (GEPEA, UMR CNRS 6144) : 5% temps</p>
<p>Nom, prénom du directeur de thèse (HDR indispensable) : COUALLIER, Estelle</p> <p>Adresse mail : estelle.couallier@univ-nantes.fr</p> <p>Nom, prénom du co-directeur (le cas échéant) (HDR indispensable) :</p> <p>MOREAU, Philippe</p> <p>Adresse mail : philippe.moreau@cnrs-imn.fr</p> <p>Nom, prénom du co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant) : ABELLAN, Patricia</p> <p>Adresse mail : patricia.abellan@cnrs-imn.fr</p>
<p>Contact(s) (adresse postale) :</p> <p>Patricia ABELLAN, Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel, 2, rue de la Houssinière BP 32229, 44322 Nantes Cedex 3 France</p> <p>Philippe MOREAU, Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel, 2, rue de la Houssinière BP 32229, 44322 Nantes Cedex 3 France</p>

Estelle COUALLIER,

Laboratoire de GÉnie des Procédés Environnement - Agroalimentaire,

CRTT

CS 90406

44612 Saint-Nazaire

France

ED 3MG - Direction : Le Mans Université - Avenue Olivier Messiaen - 72085 Le Mans Cedex 09

Tél : 02.43.83.37.41 / 06.05.19.08.00

Mail : ed-3mg@doctorat-paysdelaloire.fr

Site Web : <https://ed-3mg.doctorat-paysdelaloire.fr/>

DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET DE THÈSE

Description du sujet : contexte, objectifs, méthodologie (1 page maximum)

Les microalgues constituent une bioressource précieuse et prometteuse pour la récupération des nutriments et des produits chimiques, avec un rendement de production très élevé par rapport aux plantes supérieures. Cependant, la plupart des biomolécules libérées se rassemblent en agrégats, ce qui limite actuellement l'efficacité de leur séparation. L'ambition du projet collaboratif international PREMIUM (ANR PRCI) est de s'attaquer à cette limitation industrielle majeure en développant un réacteur membranaire biocatalytique pour la récupération efficace des biomolécules. Le procédé sera basé sur des membranes sur lesquelles des enzymes seront greffées, afin de coupler réaction enzymatique et filtration membranaire. Dans ce contexte, l'objectif principal de cette thèse est de développer des méthodes pionnières de cryo-microscopie électronique pour la caractérisation des membranes, afin d'évaluer la disponibilité des enzymes et les propriétés de filtration à l'échelle nanométrique. Ces informations, qui ne sont pas disponibles actuellement, sont cruciales pour concevoir une nouvelle génération de réacteurs membranaires biocatalytiques qui pourraient permettre la valorisation de la biomasse microalgale et accompagner une transition vers une croissance et un développement durables, avec des impacts potentiels dans le domaine alimentaire pour assurer l'accès à une alimentation saine et sûre pour les générations futures, les énergies durables, et la chimie et l'ingénierie vertes.

Nous avons déjà démontré la capacité du MEB/FIB 3D, utilisé à des températures cryogéniques et combiné à des méthodes de préparation d'échantillons par cryofixation, à fournir des informations 3D quantifiables sur la structure des pores et le colmatage des membranes de filtration. De nouvelles méthodes combinant ces avancées techniques avec des techniques d'immunomarquage sont nécessaires pour localiser précisément les enzymes dans les membranes. Les informations à l'échelle du nanomètre sur la structure des pores, la localisation, la quantité d'enzymes et le colmatage serviront à développer des membranes fonctionnalisées et à comprendre le processus intensifié couplant la réaction enzymatique et la filtration membranaire à l'échelle locale.

Ce projet est le fruit d'une collaboration entre le GEPEA (E. Couallier) et l'IMN (P. Abellan, P. Moreau). La production d'extraits de microalgues, les tests de filtration avec différentes membranes sur des pilotes à l'échelle laboratoire seront réalisés au GEPEA. Des solutions modèles, représentatives des extraits de microalgues avec une complexité progressive, pourront être également formulées et filtrées pour aider à la compréhension du colmatage des membranes. Les performances du procédé (flux, rétention, ...) seront caractérisées. Des membranes fonctionnalisées par des enzymes seront obtenues en collaboration avec l'institut d'ingénierie des surfaces de Leipzig, IOM (A. Schulze).

Le/La doctorant(e) sera co-supervisé(e) par des chercheurs du GEPEA et de l'IMN et devra assister aux réunions hebdomadaires de microscopie électronique à l'IMN et maintenir une forte interaction, y compris en assistant aux réunions prévues, avec le groupe du GEPEA. Une collaboration étroite avec l'IOM à Leibniz, en Allemagne, est prévue. Il/Elle participera également aux réunions du consortium et y présentera ses résultats, avec tous les collaborateurs du GEPEA, de l'IMN et de l'IOM.

Le/la candidat(e) retenu(e) devra adapter aux géométries de fibres creuses les méthodes 3D cryo-MEB/FIB développées à l'IMN en collaboration avec le GEPEA pour les géométries de membranes planes de filtration. Les tâches comprennent la préparation des échantillons par congélation à haute pression (HPF) afin de préserver l'état vitrifié homogène sur toute l'épaisseur de l'échantillon, la combinaison du MEB/FIB 3D avec le marquage à l'or de récepteurs spécifiques (techniques immunogold) pour localiser sélectivement et précisément les enzymes et l'exploration des approches corrélatives si nécessaire. Le/la candidat(e) retenu(e) utilisera les résultats expérimentaux pour comprendre la relation structure-propriétés afin d'orienter le développement de nouvelles membranes et les efforts de modélisation de ces membranes du projet PREMIUM.

Les expériences seront réalisées à l'aide des installations uniques de microscopie électronique analytique et d'imagerie de la plateforme PLASSMAT de l'IMN en utilisant un appareil de pointe à double faisceau MEB/FIB (ZEISS Crossbeam 550L) avec EDX et capacités cryogéniques pour l'imagerie 3D des échantillons, ainsi qu'avec des logiciels de traitement des données (Dragonfly, ImageJ).

Compétences scientifiques et techniques requises pour le candidat :

Un Master 2 (M2) ou équivalent avec une formation en chimie, en science des matériaux, en microscopie électronique, en sciences physiques, en génie chimique, en génie des procédés, en bioprocédés, en biologie ou une expérience proche.

Fortement intéressé par la réalisation de travaux expérimentaux précis à l'aide d'équipements avancés, de plans expérimentaux et de méthodes de traitement des données.

Soucieuse de la qualité, consciencieuse, créative et désireuse d'un travail coopératif, avec un goût pour la rigueur scientifique.

Capable de communiquer avec différents publics et avez un haut niveau d'anglais.

Une certaine expérience en laboratoire est nécessaire en raison des développements méthodologiques expérimentaux attendus. Une expérience du traitement des données et du travail statistique serait appréciée. Une expérience dans les domaines de la spectroscopie, de la chimie analytique, des techniques d'immunomarquage, des interactions faisceau-matière ou de la microscopie serait également appréciée.

ENCADREMENT DE LA THÈSE¹

Nom de l'unité d'accueil : Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (UMR 6502)	Nom de l'équipe d'accueil : Physique des Matériaux et Nanostructures
Nom du directeur de l'unité : Florent Boucher	Nom du responsable de l'équipe : Jean Le Bideau
Coordonnées du directeur de l'unité : Florent.Boucher@cnrs-imn.fr Tél : 02 40 37 39 24 - Fax : 02 40 37 39 95	Coordonnées du responsable de l'équipe : Jean.Lebideau@cnrs-imn.fr Tél : 02 40 37 39 19
Directeur de thèse Nom, prénom : Couallier, Estelle Fonction : Chargée de Recherche Date d'obtention de l'HDR : 24/04/2019 Employeur : CNRS Taux d'encadrement doctoral dans le présent sujet : 40% Taux d'encadrement doctoral en cours (directions et co-directions) : 110% (à partir de septembre 2024 - En avril 2024, le taux en cours est de 40 %) Nombre de directions/co-directions de thèse en cours : 3 (à partir de septembre 2024 - En avril 2024, le nombre en cours est 1)	
Co-directeur (le cas échéant) Nom, Prénom : Moreau, Philippe Fonction : Professeur des Universités	

¹ Dans l'ED 3MG, si 1 scientifique dans la direction de la thèse = 100% d'encadrement doctoral ; si 2/3 personnes impliquées dans l'encadrement de la thèse, un taux de 40% minimum est exigé pour

l'HDR directeur et 30% pour les autres encadrants.

<p>Date de l'obtention de l'HDR : 18 mai 2011</p> <p>Employeur : Nantes Université</p> <p>École doctorale de rattachement : Matière, Molécules, Matériaux & Géosciences</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30%</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) : 130 %</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 3</p>
<p>Co-encadrant de thèse 1 (le cas échéant)</p> <p>Nom, prénom : Abellan, Patricia</p> <p>Fonction : Chargée de Recherche</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/>oui <input checked="" type="checkbox"/> non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur : CNRS</p> <p>École doctorale de rattachement : Matière, Molécules, Matériaux & Géosciences</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet : 30%</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements): 40 %</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours : 1</p>
<p>Co-encadrant de thèse 2 (le cas échéant)</p> <p>Nom, prénom :</p> <p>Fonction :</p> <p>Titulaire de l'HDR : <input type="checkbox"/>oui <input type="checkbox"/>non Si oui, date d'obtention de l'HDR :</p> <p>Employeur :</p> <p>École doctorale de rattachement :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>
<p>Partenaire privé (si financement CIFRE, privé...)</p> <p>Nom, prénom :</p> <p>Fonction :</p> <p>Entreprise :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :</p> <p>Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :</p> <p>Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :</p>

Partenaire international (si thèse en co-tutelle)

Nom, prénom :

Fonction :

Employeur :

Taux d'encadrement doctoral dans le présent projet :

Taux d'encadrement doctoral en cours (directions/co-directions/co-encadrements) :

Nombre de directions/co-directions/co-encadrements de thèse en cours :

 FINANCEMENT DE LA THÈSE

Origine(s) du financement de la thèse : ANR PREMIUM - employeur : CNRS
Montant brut mensuel : 2135,00 €
État du financement de la thèse : acquis
Date du début/durée du financement de la thèse : Septembre 2024 / 3 ans