

Thèse de doctorat en écologie marine (F/H/X)

Caractérisation de la biocolonisation de structures artificielles dans le cadre du développement de l'éolien en MER : approches méthodologiques et ingénierie écologique

Vous souhaitez intégrer une structure à taille humaine avec une équipe dynamique, bienveillante, ayant le sens du collectif et orientée innovation pour la transition énergétique ? France Energies Marines vous offre l'opportunité de carrières scientifiques de haut niveau pour lesquelles vous serez reconnu par vos pairs sur vos thématiques d'expertise. Vous pourrez mener une recherche appliquée au service d'une filière industrielle en plein essor. Alors, travaillons ensemble au monde de demain !

L'Institut France Energies Marines

France Energies Marines est un centre de recherche et d'innovation sur l'éolien en mer à l'impact industriel, économique et sociétal reconnu en France et à l'international.

Sa mission ? Lever les verrous auxquels est confronté le secteur de l'éolien offshore. Soutenu par l'Etat, porté par une équipe multidisciplinaire de plus de 90 collaborateurs, un réseau d'experts internationaux et des infrastructures uniques, l'Institut mène des projets de recherche multipartenariaux guidés par l'excellence.

Les résultats qui en découlent sont transférés à la filière sous la forme de prestations de recherche et d'expertise, de licences d'exploitation, de transfert de savoir-faire, ainsi que de participation à des comités d'experts et des réseaux.

Ces activités sont structurées autour de quatre départements complémentaires : Dynamique du Vent et de l'Océan, Systèmes et Performance, Biodiversités et Interactions, Ecosystème et Société. Des services transverses viennent accompagner ces activités.

Contexte

L'énergie éolienne en mer implique l'introduction de nouvelles structures artificielles dans le milieu marin, lesquelles créent de nouveaux habitats rapidement colonisés par divers organismes marins et entraînent des changements locaux. Cette biocolonisation et les modifications d'habitat associées ont été identifiées comme l'une des principales pressions liées au développement de l'énergie éolienne en mer (France Energies Marines, 2023). La biocolonisation fait référence ici *i*) au développement de communautés épibenthiques, c'est-à-dire le biofouling, directement sur les substrats artificiels, mais aussi *ii*) à l'agrégation de diverses espèces de faune mobile, en particulier les poissons téléostéens et les décapodes (Taormina et al., 2022).

Sur le plan environnemental, la biocolonisation des structures des parcs éoliens en mer, également appelée « effet récif », est souvent considérée, du point de vue anthropique, comme un bénéfice environnemental (Copping et al., 2016; Inger et al., 2009; Langhamer, 2012; Lemasson et al., 2024). Cette hypothèse découle en partie de l'augmentation de la diversité locale liée à l'arrivée d'espèces auparavant absentes, dont la colonisation est facilitée par la complexité structurelle accrue de l'habitat créée lors de l'installation des parcs éoliens en mer sur des substrats meubles (De Mesel et al., 2015). En revanche, ces communautés épibenthiques présentent généralement une densité plus élevée d'espèces non indigènes en comparaison avec les substrats durs naturels (Airoldi et al., 2015; Mineur et al., 2012; (Vivier et al. 2021)Taormina et al., 2024). Plusieurs projets français ont visé à améliorer la compréhension de l'effet récif associé aux parcs éoliens en mer (par ex. [SPECIES](#) 2016-2020, [ABIOP+](#) 2019-2022, [MARINEFF](#) 2018-2023, [VELELLA](#) 2023-2027, [FISHOWF](#) 2022-2025, [BIODHYL](#) 2023-2026 et [FISHOWF+](#) 2025-2028). À l'échelle européenne, des efforts de recherche existent depuis plus longtemps, comme en Belgique où la succession écologique sur les fondations des turbines a été suivie pendant 11 ans (Zupan et al., 2023).

Néanmoins, un manque important de connaissances subsiste concernant la caractérisation de la biocolonisation des parcs éoliens en mer, en grande partie parce que les études existantes ont généralement été menées à des échelles spatiales et temporelles limitées (Dannheim et al., 2025). Cela s'explique notamment par le fait que la plupart de ces études reposent sur l'utilisation de plongeurs, une méthode contraignante en raison de ses coûts élevés, du temps de travail sous-marin limité, de la profondeur de travail restreinte, d'une forte sensibilité aux conditions météorologiques, des risques HSE et de lourdes procédures administratives. De plus, à mesure que les parcs éoliens en mer se développent vers le large et des zones plus profondes, l'utilisation de plongeurs deviendra encore plus difficile à mettre en œuvre. Il existe donc un besoin important de développer des méthodes de suivi alternatives - parmi lesquelles les approches vidéo, et l'ADN environnemental - tout en identifiant clairement leurs avantages et leurs limites par rapport aux observations et prélèvements par plongeurs. Parmi celles-ci, l'imagerie sous-marine est de plus en plus utilisée, notamment parce que la collecte de données est rapide, non invasive et réalisable sur des sites difficiles d'accès (Taormina et al., 2020). De plus, l'imagerie est largement utilisée par les industries offshore pour la maintenance et l'inspection, ce qui constitue une opportunité importante d'utiliser ces données, encore largement sous-exploitées, à des fins scientifiques (McLean et al., 2020).

Par ailleurs, afin de renforcer cet effet récif, un intérêt croissant se porte sur les méthodes d'ingénierie écologique offrant aux parties prenantes des options de conception de structures marines favorables à la biodiversité et/ou limitant leur impact environnemental global tout en préservant leur fonction principale (O'Shaughnessy et al., 2020), souvent désignées sous le terme de « Nature Inclusive Designs » ou NIDs (Hermans et al., 2020). Bien que de plus en plus mises en œuvre, l'efficacité de ces mesures d'ingénierie écologique reste encore peu démontrée, en particulier à long terme (Taormina et al., 2022), même si certains effets négatifs non désirés ont été rapportés (R. Gauff et al., 2023; R. P. M. Gauff et al., 2025). De plus, l'évaluation des NIDs repose majoritairement sur des indicateurs structurels tels que la richesse spécifique, l'abondance ou la biomasse des organismes colonisateurs (Taormina et al., 2022). Or, des structures présentant des niveaux de biodiversité comparables peuvent soutenir des fonctionnements écosystémiques très différents. Il apparaît donc nécessaire d'évaluer les conséquences fonctionnelles des différentes conceptions écologiques proposées. En particulier, les NIDs sont susceptibles d'orienter les trajectoires de colonisation vers des assemblages contrastés, dominés soit par des producteurs benthiques, soit par des organismes consommateurs tels que les suspensivores et filtreurs (Vivier 2022). Ces différences de composition peuvent profondément modifier le métabolisme global des communautés, les voies de transfert du carbone entre compartiments biologiques, ainsi que les capacités de rétention ou d'export du carbone au sein des écosystèmes côtiers. Une meilleure compréhension de ces processus apparaît aujourd'hui indispensable afin d'évaluer les bénéfices écologiques réels des NIDs et de développer des critères de conception intégrant non seulement la biodiversité, mais également les fonctions écosystémiques associées aux cycles biogéochimiques.

Description du poste

*La thèse s'inscrit dans le contexte du projet **QUANTUM** (2026-2029) qui aborde d'importantes problématiques liées à la biocolonisation des structures artificielles, tant d'un point de vue ingénierie qu'environnemental.*

La thèse s'articule autour de trois axes :

- **Exploitation de l'imagerie sous-marine** : Développer et optimiser une méthode d'analyse d'images pour le suivi de la biocolonisation et l'appliquer aux jeux de données existants
- **Méthode de suivi** : Comparer différents protocoles de suivi de la biocolonisation (e.g. prélèvements et imagerie par plongeurs et ROV, imagerie sous-marine, ADN environnemental) afin d'identifier leurs performances, limites et complémentarités ;
- **Ingénierie écologique** : Évaluer l'efficacité écologique de dispositifs d'ingénierie écologique sur la biocolonisation.

Les missions attendues sont :

- S'imprégner de la littérature actuelle dans le domaine de l'analyse d'images sous-marines et proposer et tester des protocoles d'annotation d'images sous-marines optimisés sur la base d'une banque d'images sous-marines déjà acquise mise à disposition par des partenaires du projet ;
- Extraire les données biologiques de ces banques d'images sous-marines afin d'étudier et analyser les patterns de biocolonisation sur de larges échelles spatio-temporelles (par ex pour identifier ses spécificités sur différentes provinces biogéographiques) ;
- Organiser, préparer et participer à des campagnes de terrain en mer afin de déployer différentes méthodes de suivi de la biocolonisation sur deux sites d'étude : la structure de protection du câble d'export d'un parc éolien en mer en Atlantique ainsi que le mât de mesure du parc éolien de Fécamp en Normandie ;
- Dépouiller les échantillons obtenus lors des différentes campagnes de terrain *e.g.* détermination de la macrofaune benthique, analyse d'images, préparation d'échantillons pour séquençage de l'ADN ;
- Analyser statistiquement et comparer les données de biodiversité obtenues avec les différentes méthodes de suivis ;
- Organiser, préparer et participer à des campagnes de terrain en mer biennale pour étudier la biocolonisation de structures artificielles éco-conçues et non-éco-conçues déployées *in-situ* ;
- Mesurer des flux d'oxygène et de carbone (CO₂ et carbone organique) afin de caractériser le métabolisme des communautés associées à des structures artificielles éco-conçues ;
- Analyser et interpréter statistiquement les patterns de succession écologique de la biocolonisation ;
- Restituer les résultats obtenus à des conférences internationales et les valoriser sous-forme d'articles scientifiques.

Le travail de thèse s'effectuera entre France Energies Marines, IFREMER et l'Université de Caen.

Profil et compétences

Formation initiale

Master 2 en écologie marine / biologie marine ou équivalent d'école d'ingénieurs.

Expérience professionnelle

- Une première expérience en analyse d'image

Connaissances spécifiques

- Connaissance des écosystèmes marins et plus particulièrement benthiques
- Compétences en exploitation de données et analyses statistiques sur R
- Compétences en gestion et manipulation de bases de données
- Intérêt pour les enjeux environnementaux et les énergies marines renouvelables

Qualités professionnelles

- Appétence pour le travail de terrain
- Esprit d'initiative
- Esprit d'équipe
- Capacité rédactionnelle
- Maîtrise de l'anglais écrit et oral

Les + :

- Un attrait pour les outils informatiques de traitement d'images
- Une bonne capacité au travail en mer
- Un intérêt pour la science appliquée

Informations pratiques

Type de contrat	CDD – Thèse CIFRE
Durée du contrat	36 mois
Statut	Cadre
Lieu de travail	France Energies Marines 525 Avenue Alexis de Rochon 29280 Plouzané – Une partie de la thèse pourra se faire à l'université de Caen (à préciser avec le/la candidat-e).
Date de prise de poste	15/11/2026 (flexible)
Date limite de candidature	10/08/2026
Encadrement de la thèse	Pascal Claquin : Directeur de thèse (Université de Caen ; laboratoire MERSEA) - Pascal.Claquin@unicaen.fr Antoine Carlier : Encadrant de thèse (IFREMER – Plouzané ; unité DYNECO) - Antoine.Carlier@ifremer.fr Bastien Taormina : Encadrant de thèse (France Energies Marines – Plouzané) - Bastien.Taormina@france-energies-marines.org

Conformément à la réglementation, à compétences égales, la priorité sera donnée aux personnes en situation de handicap.

Modalités de candidature

- Les dossiers de candidatures doivent être composés d'un **CV** et d'une **lettre de motivation**.
- Pour candidater, rendez-vous sur le **site web** de France Energies Marines à la rubrique **Nous rejoindre**.

N/Ref : FEM-SAS-2026-189

Date : 15/06/2026