

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 : REMEC - FOWT

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	Realistic experimental modelling of environmental conditions for floating wind turbines
Nom	Augier
Prénom	Benoît

Demande d'ARED

Se reporter à la notice ARED Région Bretagne et préciser :

Priorité régionale	Atténuation et/ou adaptation au changement climatique
DIS	DIS 1 / Economie maritime pour une croissance bleue
Levier thématique	Renforcer l'excellence régionale sur la transition énergétique pour et grâce au monde de la mer
DIS secondaire	DIS 5 / Economie de l'industrie pour une production intelligente
Levier thématique secondaire	Développer une industrie des transitions
Axe transversal	Les transitions numérique et industrielle

Porteur du projet HDR

Date obtention de l'HDR	15 Avril 2023
Nom	Augier
Prénom	Benoît
Adresse électronique	Benoit.augier@ifremer.fr
Tel	02 98 22 47 14
Expérience d'encadrement	<p>Thèses :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agathe de la Hougue (2020-23) Optimisation paramétrique des hydrofoils : application aux supports Olympique, dirigée par Patrick Bot de l'IRENav, co encadrée par Benoît Augier et Matthieu Sacher de l'ENSTA Bretagne, financement Bourse ARED Région Bretagne (50%), IFREMER (50%) - Camil Matoug (2018-2022, soutenue le 04/05/2022. Aujourd'hui CDI ingénieur Cool Roof) Etude numérique et expérimentale d'une éolienne flottante à deux rotors verticaux contra rotatif, dirigée par Stéphane Barre du LEGI co encadrée Benoît Augier et Benoît Paillard HydroQuest, financement CIFRE HydroQuest - Fatiha Mohammed Arab (2016-2020, soutenue le 01/12/2020. Aujourd'hui CDI ingénieure de recherche entreprise FARWIND) Contrôle actif par pression interne des performances hydrodynamiques et de l'apparition de la cavitation d'un hydrofoil composite déformable, dirigée par André Astolfi de l'IRENav et Pascal Casari du GeM et co encadrée par Benoît Augier et François Deniset de l'IRENav, financement Ecole Navale (4ans) - Vanilla Temtching Temou (2017- 2020, soutenue le 18/09/2020. Aujourd'hui CDI ingénieure de recherche entreprise SEAir) Etude expérimentale et numérique des interactions fluide-structure sur des hydrofoils flexibles en composites, dirigée par André Astolfi de l'IRENav et Gilles Ausias de l'UBS-IRDL, encadrée par Benoît Augier financement CIFRE SEAir <p>PostDoctorat :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nidiana Rosado Hau (2021-2022 – 18months) <i>Développement d'outils numériques et expérimentaux pour le test d'éoliennes flottantes en bassin d'essai</i>, encadrée par Benoît Augier et Martin Träsch de l'Ifremer, Benoît Paillard d'HydroQuest. 2. Paolo Perali (2021-2023- 24month) Développement d'outils numériques dédiées aux hydrofoils avec IFS proche de la surface libre. Encadré par Benoît Augier de l'Ifremer, Matthieu Sacher de l'ENSTA Bretagne et Patrick Bot de l'IRENav

Unité de recherche

Nom de l'unité	IFREMER Recherche et Développement Technologique
Acronyme de l'Unité (umr xx, ...)	RDT
Nom et prénom du responsable	Philippe Craneguy
Le cas échéant, nom de l'équipe de recherche	Laboratoire Hydrodynamique Marine
Le cas échéant, nom du responsable de l'équipe de recherche	Christophe Maisondieu

Co-directeur de thèse – si nécessaire

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

Co-encadrant (s) de thèse – si nécessaire

Nom	Träsch
Prénom	Martin
Unité de recherche	Recherche et Développement Technologique
Etablissement de tutelle	IFREMER
Expérience d'encadrement	PostDoctorat : 1. Nidiana Rosado Hau (2021-2022 – 18months) <i>Développement d'outils numériques et expérimentaux pour le test d'éoliennes flottantes en bassin d'essai</i> , encadrée par Benoît Augier et Martin Träsch de l'Ifremer, Benoît Paillard d'HydroQuest.

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

Description du projet : complément

Lieu principal de déroulement du projet en Bretagne :

IFREMER - Laboratoire Hydrodynamique Marine
1625 Route de Sainte Anne
29280 Plouzané

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)
<p>Résumé synthétique du projet (2 000 caractères maximum)</p> <p>La dynamique du vent et des vagues a un impact important sur le comportement des éoliennes flottantes. Cette dynamique environnementale induit en effet des variations des efforts sur les pales de l'éolienne et modifie les interactions entre le rotor et son flotteur. L'objectif de la thèse est d'améliorer la prise en compte des variations du forçage environnemental dans la modélisation expérimentale des éoliennes flottantes lors des essais en bassin à houle.</p> <p>Il s'agira dans un premier temps d'évaluer l'importance des fluctuations spatio-temporelles des composantes de vent et de houle mesurées <i>in situ</i> sur la réponse d'une éolienne flottante typique. Ce travail s'appuiera sur des données environnementales obtenues sur le site de Sainte Anne du Portzic (anémomètres, houlographes) et seront complétées par modélisations numériques réalisées sur OpenFAST.</p> <p>On cherchera ensuite, en s'appuyant sur les travaux menés dans le cadre de la thèse de C. Matoug, à développer un outil constitué d'actionneurs multidirectionnels couplés à un système de contrôle de type « software-in-the-loop » et destiné à reproduire à échelle réduite, pour les essais en bassin, l'effet des chargements complexes identifiés (gradient vertical, vent turbulent, sillage, interaction flotteur-rotor, ...).</p> <p>Par sa capacité à reproduire des conditions réalistes, cet outil permettra de mieux évaluer des éléments indispensables aux études de dimensionnement et aux procédures de contrôle, comme par exemple la performance des machines ou les efforts subis par la structure ou les systèmes d'ancrage.</p>
<p>Hypothèses, questions posées, points de blocage, approche méthodologique, technique (4 000 caractères maximum)</p> <p>Le développement des éoliennes marines est un des sujets de recherche liés à la transition énergétique les plus prometteurs car il vise à récupérer l'énergie des vents marins qui sont caractérisés par leur stabilité et leur puissance. Les technologies d'éoliennes flottantes font notamment parti des solutions favorisées, comme indiqué par les appels d'offre récemment annoncés par le gouvernement français [A05, A06].</p> <p>Or, la modélisation expérimentale à échelle réduite des éoliennes flottantes est limitée par l'impossibilité de réaliser une similitude complète à la fois de l'aérodynamique du rotor et de l'hydrodynamique des vagues [Müller, 2014]. Pour résoudre ce problème, il est possible d'utiliser des approches hybrides en combinant la modélisation expérimentale et numérique [Bayati, 2017] [Oguz, 2018] [Leroy, 2018]. Cela consiste à tester physiquement le chargement aéro- ou hydro-dynamique tandis que le second est simulé numériquement. Dans une précédente thèse encadrée par l'Ifremer, des essais ont notamment été réalisés avec d'une part des essais en bassin sur un flotteur équipé de propulseurs motorisés pour modéliser la poussée du rotor d'éolienne (comme dans [Arnal, 2020] [Azcona, 2014] [Pires, 2020]), et d'autre part des essais en soufflerie avec un rotor fixé sur une plateforme lui imposant des mouvements de tangage et pilonnement [Matoug, 2020].</p> <p>L'analyse combinée des résultats de ces études et de la littérature ont souligné le fait que l'hypothèse de vent stable et uniforme adopté en général n'est pas nécessairement adaptée. En parallèle, il a été observé que les simulateurs de poussée à un degré de liberté comme celui développé par [Matoug, 2020] ne permettent de simuler que des conditions d'opération simplifiées et doivent être améliorés pour représenter des chargements dynamiques. C'est pourquoi l'objectif du présent sujet de thèse est double : d'une part, identifier le domaine de validité des hypothèses usuelles d'écoulement uniforme et</p>

constant et, d'autre part, de développer un simulateur de poussée à plusieurs degrés de liberté qui soit adapté à la simulation de chargements fortement dynamiques sur les éoliennes offshore.

L'approche proposée est constituée de trois axes :

1. Analyse de données *in situ* collectées sur le site de Sainte Anne, au SEM-REV, et comparaison avec des données de vent de sites potentiels d'implantations de fermes éoliennes. Identification des principales caractéristiques des chargements dynamiques.
2. Etude numérique paramétrique basée sur le modèle numérique OpenFast et classement de l'influence des principales sollicitations sur le comportement d'une éolienne.
3. Développement d'un système Software in the Loop en bassin d'essai pour reproduire les sollicitations dynamiques typique d'une éolienne flottante

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

Plusieurs études ont été menées au sein du laboratoire Hydrodynamique Marine sur une éolienne flottante à échelle intermédiaire testée en conditions réelles. Celles-ci se sont intéressées à la caractérisation des conditions environnementales réelles d'opération pour un prototype d'éolienne 10kW sur le site d'essai *in situ* de Sainte-Anne du Portzic dans le contexte du projet WindGem. En parallèle, des recherches ont été menés sur la simulation numérique d'éolienne flottante [Rosado-Hau, 2022], sur les déformations des pales d'éoliennes dues aux interactions fluide-structure [Träsch, 2022] et sur la caractérisation *in situ* du sillage proche d'une éolienne. Ces études ont représenté une étape importante pour les problèmes de similitude et pour la caractérisation réaliste de l'environnement.

Ce travail a pour objectif une meilleure caractérisation et une meilleure compréhension, ainsi qu'une meilleure capacité de modélisation de la variabilité du vent et du chargement sur une éolienne flottante. Il représente une étape importante dans le développement de la capacité du laboratoire à soutenir le déploiement d'éoliennes flottantes à tous les niveaux de maturité technologiques (TRL) et aux échelles correspondantes. En effet, le relativement bas niveau de TRL des candidats aux appels d'offres sur les sites français (AO5 et AO6) met en évidence le besoin de soutien au développement de leurs concepts

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

Ce travail bénéficiera du soutien de l'infrastructure de recherche THEoREM pour profiter des derniers développements des systèmes Software in the Loop (SiL) à l'Ecole Centrale de Nantes (ECN), ainsi que sur la caractérisation de la turbulence sur le site de test du SEM-REV.

Le travail sera mené en collaboratoire avec PoliTechnico di Milano (Pr. Marco Belloli, Pr. Sarah Muggiasca) qui développe des applications SiL appliquées à l'étude des éoliennes flottantes en soufflerie.

Une inter-comparaison avec les données métocéan collectées en Méditerranée par le LOPS-SIAM (S. Jullien) pourrait étendre les observations et conclusions effectuées sur les sites de tests de la côte Atlantique à toutes les côtes françaises.

Pour les demandes Région Bretagne

Adéquation du projet avec le DIS de Rattachement

Le projet de thèse s'inscrit dans le thème 1 / *Economie maritime pour une croissance bleue* et suit l'axe transversal *Les transitions numérique et industrielle*. Ces travaux de thèse en effet pour but de contribuer à la production de connaissances autour des éoliennes flottantes afin

d'accompagner leur développement. Forte du potentiel important de ces côtes et des différents sites de production qui vont accueillir les fermes pilotes, la région Bretagne est un acteur incontournable du développement de l'éolien en mer en France. Les d'éoliennes flottantes ont aujourd'hui besoin d'être accompagné scientifiquement depuis le concept tester en bassin d'essai, la validation des modèles numériques ou « digital twins », en passant par des sites d'essais de petite taille comme Ste Anne du Portzic, jusqu'à des tests à échelle une sur des sites d'essais dédiés.

Ce projet propose d'améliorer les modèles numériques et expérimentaux, permettant une meilleure connaissance des chargements et capacités de production des machines en mer. La conséquence directe sera une meilleure projection des productibles et coût d'exploitation associée, offrant une vision claire sur les investissements nécessaires pour le développement des énergies marines renouvelable sur nos côtes.

Si priorité régionale, préciser (200 caractères maximum)

La Bretagne est un acteur incontournable de l'éolien en mer. La géographie des sites d'essais et fermes pilotes, le développement des infrastructures portuaires de Brest ainsi que la proximité avec le port de St Nazaire font de l'éolien flottant un axe majeur de développement pour le développement industriel de la filière.

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			
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			

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)

2- Positionnement international du sujet, cotutelle ou co-encadrement international (4 lignes maxi)

3- Effet intégrateur entre unités de recherche et / ou interdisciplinarités (4 lignes maxi)

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

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.*) : IFREMER

Si le cofinancement n'est pas encore confirmé, date prévue de réponse du cofinancier : juin 2023

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

Si oui, laquelle :

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

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*) :

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 :

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) :

Titulaire d'un master ou d'un diplôme d'ingénieur en aérodynamique, mécanique des structures ou mécatronique.
Expérience souhaitée dans le domaine de l'énergie éolienne, de l'aérodynamique ou de l'hydrodynamique expérimentale, en traitement de données, et/ou en modélisation numérique.
Aisance dans le travail en équipe, la communication à l'oral et à l'écrit en anglais et/ou en français.

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