



Université de Bretagne Occidentale

Ecole Doctorale

Sciences de la Mer et du Littoral

IFREMER Laboratoire des Structures en mer

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le jeudi 5 décembre 2019 à 9h30

à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, amphithéâtre "A", Technopôle Brest-Iroise, Plouzané

Monsieur DOISENBANT GONZALO

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Modélisation numérique et expérimentale de la captation d'énergie éolienne offshore : application aux essais à échelle réduite en bassin ".

Le jury sera ainsi composé :

- M. BENBOUZID MOHAMED, Professeur des universités
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- M. KIMMOUN OLIVIER, Maître de conférences
Ecole Centrale Marseille - MARSEILLE 13EME
- M. RIVOALEN ELIE, Professeur des universités
INSA de Rouen - SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY
- M. SCOLAN YVES-MARIE, Enseignant-Chercheur
ENSTA Bretagne - BREST

invité(e) :

- M. LE BOULLUEC MARC, Ingénieur de Recherche
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE

A BREST, le 26 novembre 2019

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



M. GALLOU

Présidence

3, rue des Archives
CS 93837
29238 Brest cedex 3

www.univ-brest.fr

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITÉ
DE BRETAGNE OCCIDENTALE
COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ÉCOLE DOCTORALE N° 598

Sciences de la Mer et du Littoral

Spécialité : Mécanique, génie mécanique, mécanique des fluides et énergétique

Par

Gonzalo DOISENBANT

Modélisation numérique et expérimentale de la captation d'énergie éolienne offshore : application aux essais à échelle réduite en bassin

Thèse présentée et soutenue à Brest, le XX XXXX 2019 (mémoire provisoire)

Unités de recherche : Ifremer (PDG-REM-RDT-LCSM), IRDL (ENSTA Bretagne)

Rapporteurs avant soutenance :

Olivier KIMMOUN MCF, HDR, École Centrale Marseille

Élie RIVOALEN PU, INSA Rouen Normandie

Composition du Jury :

Président (à préciser après la soutenance)

Olivier KIMMOUN MCF, HDR, École Centrale Marseille

Élie RIVOALEN PU, INSA Rouen Normandie

Jean-Yves BILLARD PU, École Navale

Mohamed BENBOUZIDPU, UBO

Caroline BRAUD CR, HDR, École Centrale Nantes

Yves-Marie SCOLAN ENSTA Bretagne
Directeur de thèse

Invité(s)

Marc LE BOULLUEC Ifremer
Co-directeur de thèse

Titre : Modélisation numérique et expérimentale de la captation d'énergie éolienne offshore : application aux essais à échelle réduite en bassin

Mots clés : énergie éolienne offshore, modélisation, turbines à axe horizontal, flotteur, angle de calage, BEM

Résumé : Afin d'étudier le comportement dynamique complexe des éoliennes flottantes, l'Ifremer a développé une soufflerie associée au bassin de son Centre de Bretagne en vue de les soumettre à échelle réduite aux actions combinées des vagues et du vent. Nos premières expériences consistent en la caractérisation du vent produit, notamment par rapport aux modèles spectraux de vent turbulent déjà connus, afin de mieux maîtriser la génération de vent en bassin. Les modèles spectraux de vent permettent de produire numériquement des champs de vitesse de vent à partir des mesures expérimentales.

Ensuite, nous faisons des essais en bassin d'une maquette d'éolienne à échelle 1:50. Elle est une turbine à axe horizontal installée sur un support flottant. Une analyse détaillée des protocoles expérimentaux est menée. En plus du mouvement du flotteur, nous mesurons la poussée et le couple sur le rotor. Nous faisons des comparaisons des mesures expérimentales avec les estimations théoriques de la méthode BEM.

Notre travail décrit toutes les instances de la simulation numérique : la simulation du vent, la

simulation du profil aérodynamique, et la simulation aérodynamique du rotor de l'éolienne.

Les résultats des expériences en bassin et ceux des simulations numériques sont comparés entre eux. L'analyse de ces résultats nous conduit à la formulation de conclusions, notamment sur la génération de vent par la soufflerie, la création numérique de champs de vitesse de vent, l'évaluation des efforts aérodynamiques par la méthode des quantités de mouvements appliquées au rotor, l'influence du nombre de Reynolds sur la performance du rotor, et l'importance de la précision des mesures expérimentales.

Notre recherche confirme que les tests expérimentaux d'éoliennes flottantes sont un grand atout pour la validation des simulations numériques. Travailler à des échelles réduites nécessite des compétences de modélisation circonspecte et une bonne connaissance des effets de réduction d'échelle. Le travail met en relief la faisabilité de la simulation numérique et expérimentale des éoliennes flottantes à axe horizontal au début de la phase de conception.

Title: Numerical and experimental modelling of offshore wind energy capture: Application to reduced scale model testing

Keywords: offshore wind energy, model testing, horizontal axis wind turbine (HAWT), floating bodies, pitch angle, blade element momentum

Abstract: We are interested in studying the complex dynamic behaviour of horizontal axis wind turbines installed on board floating supports. For that purpose, the Ifremer develops and installs a wind generator associated to the testing tank in the Centre de Bretagne. Our first experiences consist in the characterisation of the produced wind in relation to the known turbulent wind spectral models. These models allow to numerically reproducing the velocity fields after the experimental measurements.

Then, a model of HAWT at scale 1:50 is developed. The turbine is installed on a floater. We measure the thrust and the torque on the rotor shaft, and the movements of the floater. We compare the experimental results with numerical estimations obtained with the blade element momentum method.

This document describes all the instances of the

numerical simulation: the wind simulation, the aerodynamic profile simulation, and the aerodynamic simulation of the rotor.

Our analysis allows us to obtain interesting conclusions about the experimental and numerical wind generation, the evaluation of the aerodynamic forces on the rotor, the incidence of the Reynolds number on the rotor performance, and the importance of precision in experimental measurements.

Our research confirms that the experimental tests of floating wind turbines are a good asset for validation of numerical simulation.

Our work emphasizes the feasibility of the numerical and experimental modelling of floating HAWT in the earliest stages of design.