

Proposition de thèse de doctorat

Modélisation expérimentale du comportement des éoliennes flottantes au travers d'une approche « software-in-the-loop ».

La modélisation physique des éoliennes est une thématique de recherche forte du LHEEA engagée en 2010 avec la thèse de M. Courbois. Le travail proposé consiste à développer le savoir-faire du LHEEA dans la modélisation physique d'une éolienne flottante en bassin de houle et à accroître le savoir sur le comportement des éoliennes flottantes.

Contexte

La modélisation expérimentale du comportement d'une éolienne flottante en bassin nécessite de relever plusieurs challenges afin de représenter le plus fidèlement possible l'influence du rotor sur l'ensemble de la structure. Les phénomènes physiques et les efforts dus au vent et à la houle ne sont en effet pas gouvernés par les mêmes lois de similitudes. En effet, alors que les coefficients de traînée et de portance des pales sont fortement dépendants du nombre de Reynolds, les efforts hydrodynamiques sont dictés par le nombre de Froude. Cette incompatibilité nécessite de faire des compromis de modélisation.

Ces compromis concernent principalement la représentation du rotor pour contrer les effets de Reynolds. Ainsi, la représentation de l'éolienne peut être réalisée soit en gardant la forme des profils et les dimensions principales des pales tout en augmentant la vitesse du vent soit en utilisant des pales différentes dites « bas Reynolds » permettant de limiter les décollements.

Pour des écoulements de vent stationnaires, ces deux approches permettent d'obtenir un fonctionnement de l'éolienne modèle similaire à celui de l'éolienne réelle. En fonctionnement instationnaire (vent avec rafales) ou lorsque l'éolienne bouge à cause de la houle, il n'existe pas d'études dédiées permettant de qualifier ces deux approches.

De plus, l'influence du contrôle des éoliennes est encore actuellement mal prise en compte. En effet, une éolienne réelle est pilotée en nombre de tours et en pas (orientation des pâles) par un système d'asservissement. Afin de représenter fidèlement en bassin le comportement global de l'éolienne et de son flotteur il est ainsi nécessaire d'utiliser des stratégies de contrôle proche des stratégies développées par les fabricants de turbines. De plus, l'influence des stratégies de contrôle sur la production d'énergie ou les mouvements du flotteur est un champ d'investigations complètement neuf.

Description du sujet

Les travaux de thèse auront pour but de développer un dispositif expérimental innovant dédié aux essais en bassin d'une éolienne flottante et basé sur une approche appelée « Software in the Loop ». Cette approche mêle à la fois la modélisation numérique à la modélisation physique. L'originalité du dispositif expérimental vient du fait que le rotor est représenté par un actionneur placé en tête de mât qui est en charge d'émuler la réponse du rotor. Les efforts aérodynamiques sont simulés numériquement et sont communiqués en temps réel à l'actionneur, qui reproduit ces efforts. En réponse, des capteurs placés sur la maquette renseignent en temps réel le modèle numérique sur l'attitude et la vitesse de déplacement de la nacelle, données d'entrée nécessaires au modèle numérique. Ce dispositif permet ainsi de s'affranchir des problèmes de similitude et permet de tester de manière fine différentes lois de contrôle du rotor.

L'étudiant devra dans un premier prendre en main le logiciel aérodynamique qui renseignera l'émulateur et y effectuer des modifications pour faciliter l'interfaçage avec la partie hardware. L'étudiant participera au montage et au réglage du dispositif expérimental avec l'aide des techniciens de l'équipe expérimentale du LHEEA. Il participera à la définition, à la mise en place et à la réalisation d'essais en bassin pour éolienne flottante, ainsi qu'à l'analyse des résultats.

Mots clés : Modélisation expérimentale, génie océanique, éolien, contrôle.

Compétences requises : 1^{ère} expérience en modélisation physique en hydrodynamique, programmation (Python, Fortran).

Laboratoire : LHEEA

Equipe : EMO

Localisation de la thèse : LHEEA

Contact : jean-christophe.gilloteaux@ec-nantes.fr

Financement : Région (en cours de dépôt)

Commencement : Sept-Oct. 2017