

Titre : Caractérisation expérimentale et modélisation de la raideur dynamique des câbles d'ancrage en polymères utilisés pour les éoliennes flottantes.

Mot clés : Raideur, Dynamique, Polymères, Cordages, Ancrages, OrcaFlex

Résumé : Cette thèse porte sur l'étude et la modélisation du comportement mécanique des cordes d'ancrage en polymères utilisés pour les éoliennes flottantes et vise à répondre aux questions suivantes : comment modéliser le comportement dynamique des câbles sous chargement cyclique ? Quelles sont les limites des modèles existants ? Après un état de l'art présentant les approches existantes, elle présente la modélisation bilinéaire de la raideur dynamique en fonction des cycles de chargement. Les contributions principales de ce travail sont : l'identification d'un modèle simple de la raideur sur un jeu de données expérimentales inédit, une méthode d'identification des cycles de tension en conditions réelles (dites "stochas-

tiques") pour le calcul de la raideur et des variables de cycle, la proposition d'un nouveau type d'essai juxtaposant des cycles différents afin d'observer l'influence de l'historique tout en assurant une définition robuste des cycles comme en conditions cycliques standard (dites "harmonique"). Enfin, le modèle est implémenté dans le logiciel de simulation numérique multiphysique OrcaFlex afin d'observer ses limites et ses performances. Cette thèse présente également une section sur l'étude de la fatigue des cordes en nylon, y compris la proposition d'un protocole d'essai de fatigue cyclique accéléré par extrapolation de la force de rupture résiduelle.

Title: Experimental characterisation and modelling of the dynamic stiffness of synthetic anchor cables used for floating wind turbines.

Keywords: Dynamic, Stiffness, Polymers, Ropes, Mooring, OrcaFlex

Abstract: This thesis focuses on the study and modelling of the mechanical behaviour of polymer anchor ropes used for floating wind turbines and aims to answer the following questions: how can the dynamic behaviour of cables under cyclic loading be modeled? What are the limitations of existing models? After a state-of-the-art review presenting existing approaches, it presents a bilinear model of dynamic stiffness as a function of loading cycles. The main contributions of this work are: the identification of a simple stiffness model based on a new set of experimental data; a method for identifying stress cycles under real-world conditions (so called

'stochastic') for calculating stiffness and cycle variables; the proposal of a new type of test juxtaposing different cycles in order to observe the influence of history while ensuring a robust definition of cycles as in standard cyclic conditions (so called 'harmonic'). Finally, the model is implemented in the multiphysics numerical simulation software OrcaFlex in order to observe its limitations and performance. This thesis also presents a section on the fatigue study of nylon ropes, including the proposal of a cyclic fatigue test protocol accelerated by extrapolation of the residual breaking force.