

**ANALYSE DES GRANDEURS HYDRODYNAMIQUES LIEES AUX
MOUVEMENTS VERTICAUX D'EOLIENNES FLOTTANTES**
17^{èmes} JOURNEES DE L'HYDRODYNAMIQUE JH2020

Marc Le Boulluec⁽¹⁾, Dominique Le Roux⁽¹⁾, Cyril Bourgoin⁽³⁾, Marc Guyot⁽³⁾
⁽¹⁾IFREMER
⁽²⁾WindGlaz
⁽³⁾EOLINK

Auteur correspondant : Marc Le Boulluec, IFREMER, marc.le.boulluec@ifremer.fr

Mots clefs : support flottant, éolienne, mouvements verticaux, amortissements, plaques anti-pilonnement

Les mouvements verticaux des supports flottants d'éoliennes, pilonnement, roulis et tangage, influent sur leur dimensionnement structurel et les performances des éoliennes elles-mêmes [1][2].

Le projet ROTOR a pour objectif le développement d'une plate-forme d'essais en bassin pour la simulation du comportement de flotteurs supports d'éoliennes à axes horizontaux sous diverses stratégies de contrôle. Une nacelle à échelle réduite reproduit les fonctionnalités d'une nacelle réelle : orientations de l'axe d'azimut, orientation des angles d'incidence des pales, ajustement de l'inclinaison de l'axe du rotor et de son déport horizontal. Le flotteur ROTOR de base est constitué de colonnes et pontons de sections circulaires.

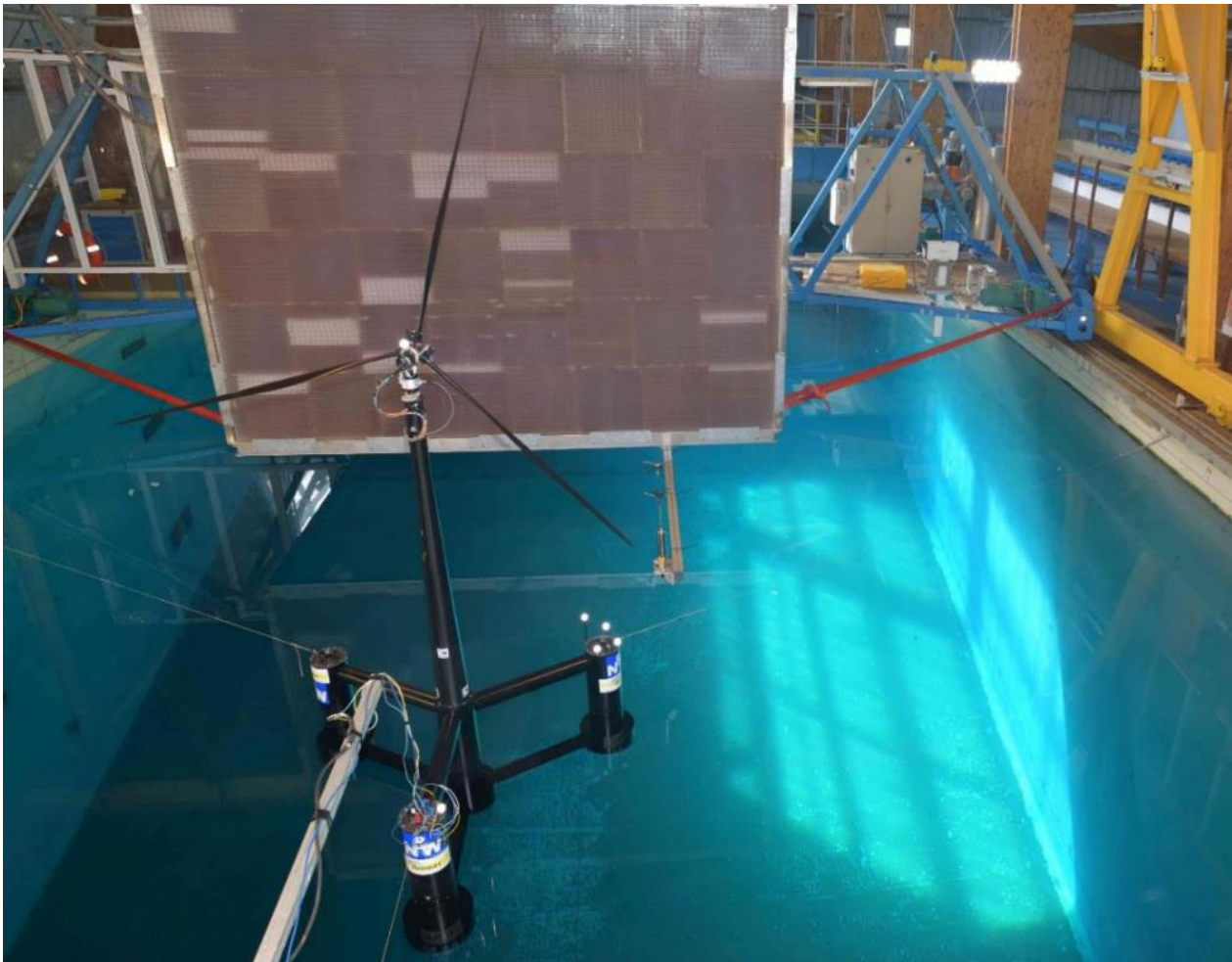
Le projet EOLINK [2] vise le développement d'un concept de flotteur ancré en un point unique qui s'oriente face au vent sans nécessité d'orienter la nacelle en son sein. Le flotteur EOLINK comporte des colonnes et pontons de sections carrées.

Les deux maquettes sont représentatives de systèmes éoliens de puissances multi-MW à des échelles géométriques proches de 1/50 pour des états de mer et des vitesses de vent en similitude de Froude. Les deux rotors sont adaptés au régime de Reynolds en bassin pour reproduire les efforts à échelle de Froude.

L'analyse porte sur l'identification de grandeurs hydrodynamiques des flotteurs ROTOR et EOLINK à partir des mouvements observés en bassin : essais d'extinction en eau calme, essais sur houles régulière et irrégulière.

Les mouvements analysés sont ceux de roulis, tangage et pilonnement. L'analyse des mouvements permet par identification la détermination des grandeurs hydrodynamiques telles que les inerties ajoutées et les amortissements connaissant le cas échéant les efforts excitateurs de houle par un calcul de diffraction-radiation. Une formulation de traînée de type Morison permet notamment de rendre compte des fonctions de transfert en pilonnement sur houle tant du point de vue de la réponse autour de la période de résonance que de la réponse autour de la période d'équilibrage.

Les grandeurs issues des analyses des essais d'extinction en eau calme et des essais sur houle sont comparées afin d'identifier les effets des écoulements, notamment sur les amortissements (Figures 2a et 2b) [3][4]. Des tests sont menés sur la maquette ROTOR en présence de plaques anti-pilonnement additionnelles (Figure 2b).



Figures 1a et 1b : éolienne flottante ROTOR et éolienne flottante EOLINK.
Tests au bassin de l'Ifremer Centre de Bretagne en présence de houle et de vent.

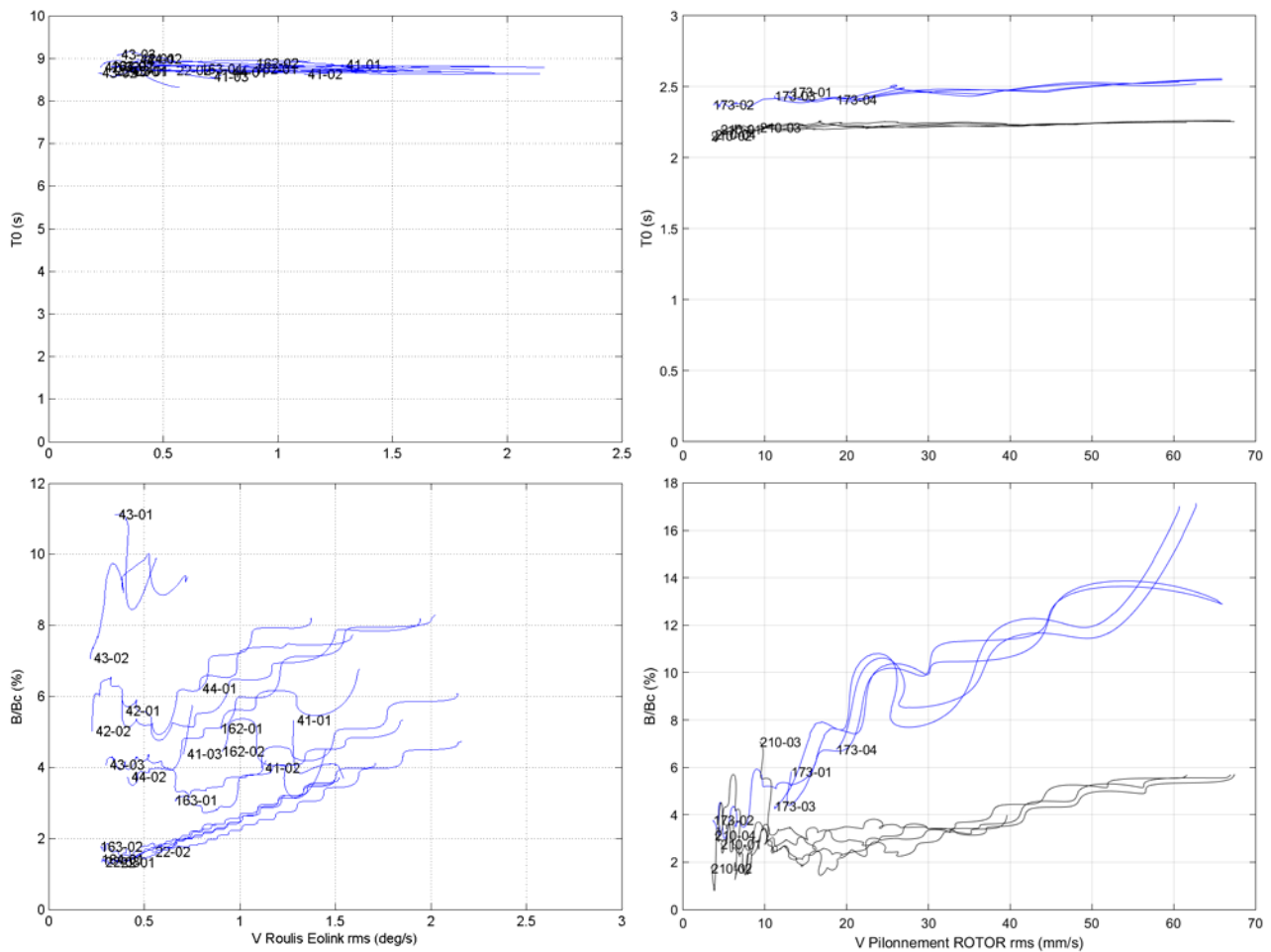


Figure 2a et 2b :

2a : Période propre et taux d'amortissement en roulis du flotteur EOLINK identifiés lors d'essais d'extinction de roulis en eau calme. Les effets du rotor en action sont particulièrement visibles sur le taux d'amortissement.

2b : Période propre et taux d'amortissement en roulis du flotteur ROTOR identifiés lors d'essais d'extinction de pilonnement en eau calme. Les effets des plaques anti-pilonnement sont particulièrement visibles sur le taux d'amortissement et la période propre.

Références :

- [1] An investigation of the effects of wind-induced inclination on floating wind turbine dynamics: heave plate excursion Raffaello Antonutti, Christophe Peyrard, Lars Johanning, Atilla Incecik, David Ingram. Ocean Engineering. Volume 91, 15 November 2014, Pages 208-217.
- [2] Guyot Marc, De Mourgues Cyrille, Le Bihan Gérard, Parenthoine Pierre, Templai Julien, Connolly Aengus, Le Boulluec Marc (2020). Experimental Offshore Floating Wind Turbine Prototype and Numerical Analysis During Harsh and Production Events . ASME 2019 2nd International Offshore Wind Technical Conference (American Society of Mechanical Engineers). ISBN: 978-0-7918-5935-3. Paper No: IOWTC2019-7602, V001T02A004; 10 pages .
- [3] Hydrodynamic characteristics of a separated heave plate mounted at a vertical circular cylinder Lixin Zhu, Hee-Chang Lim. Ocean Engineering. Volume 131, 1 February 2017, Pages 213-223.

[4] Effects of heave plates on the global performance of a multi-unit floating offshore wind turbine
Ha-Kun Jang a, Sewan Park, Moo-Hyun Kim, Kyong-Hwan Kim, Keyyong Hon. Renewable
Energy. Volume 134, April 2019, Pages 526-537.