

*17<sup>èmes</sup> JOURNEES DE L'HYDRODYNAMIQUE JH2020*

## **Etude numérique et expérimentale d'une hydrolienne à axe vertical et à pitch variable**

**P. PERGLER<sup>(1)\*</sup>, O. KIMMOUN<sup>(1), (2)</sup>, B. PAILLARD<sup>(3)</sup>, H. BRANGER<sup>(1)</sup>, C. LUNEAU<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Ecole Centrale de Marseille, IRPHE, France

<sup>(2)</sup> Institut Pytheas, Marseille

<sup>(3)</sup> Alternative current energy, Bordeaux

Paul.pergler@centrale-marseille.fr

### **Résumé**

Devant les enjeux environnementaux contemporains, il est urgent de trouver des solutions écartant les sources d'énergie fossiles pour fournir de l'énergie. Dans ce contexte, les hydroliennes marines présentent de forts atouts notamment avec un très grand potentiel en France (3,5 GW [1]). Cette technologie est encore émergente et il n'existe pas encore de consensus sur son design notamment sur la problématique de l'axe de rotation horizontal ou vertical. Malgré un rendement a priori plus faible et une position d'équilibre stable qui la rend difficile à démarrer, les hydroliennes à axe vertical présentent différents avantages avec notamment un fonctionnement moins dépendant de la qualité de l'écoulement (direction et taux de turbulence) [2] et sont donc encore en lice dans la course au développement. Afin d'améliorer le rendement et la faculté à démarrer, une piste consiste à modifier l'angle de calage des pales en fonction de leur position lors de la rotation par rapport au courant (angle azimutal) [3].

Cette étude comporte deux volets, un premier expérimental et un second numérique. Une maquette d'hydrolienne a été réalisée à l'IRPHE à Marseille et testée dans le canal de circulation du LHEEA à Nantes. Sur cette maquette, les angles de calage de chaque pale sont programmables indépendamment et les bras qui supportent les pales sont interchangeables afin de tester deux solidités différentes. Un des objectifs de l'expérience était la recherche des paramètres optimaux d'une loi de calage de type Fourier à l'ordre 0, 1 et 2, fonction de la position azimutale de la pale considérée. Cette optimisation a été réalisée à l'aide d'un algorithme génétique (self organized genetic algorithm) de la suite open source « Dakota ». Elle a permis d'obtenir une augmentation de 32% du coefficient de puissance entre l'angle de calage fixe et la loi de Fourier d'ordre 2 et de dépasser ainsi la limite de Betz. Ces résultats ont été obtenus en augmentant petit à petit le couple résistant sur l'axe de rotation (figure 1). Lors de cette expérience, des mesures PIV ont permis d'obtenir des champs de vitesse et de vorticité qui sont comparés aux champs obtenus numériquement (figure 2 présentant le champ de vitesse numérique et expérimental). Le volet numérique a été réalisé en 2D instationnaire sur le code CFD open source « OpenFOAM ». Conformément aux travaux sur les paramètres critiques de simulation des turbines à axe vertical réalisés par Balduzzi et al. [4], le modèle de turbulence adopté est le modèle k-omega SST.

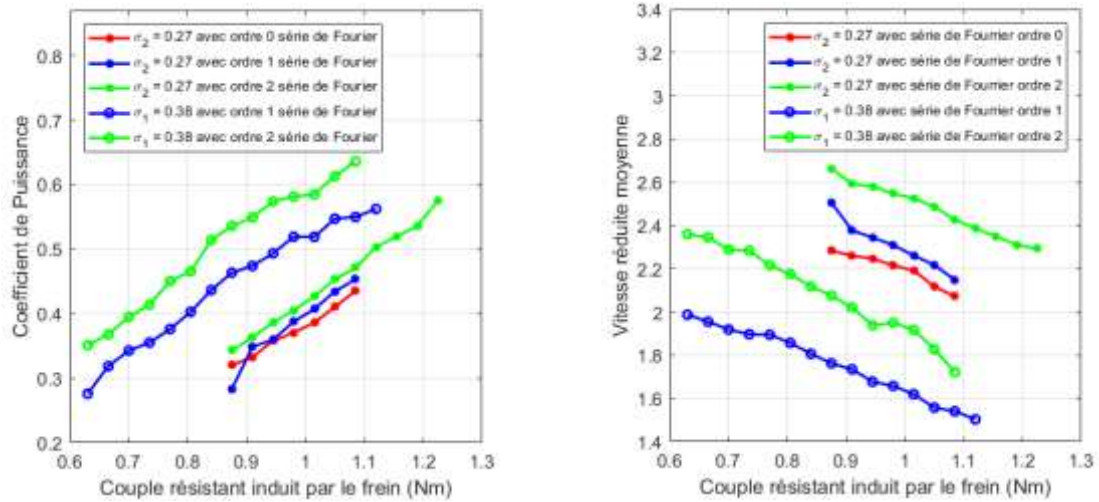


Figure 1 A gauche : Coefficient de puissance en fonction du couple résistant pour différentes lois de calage et deux solidités. A droite : Vitesse réduite en fonction du couple résistant pour différentes lois de calage et deux solidités.

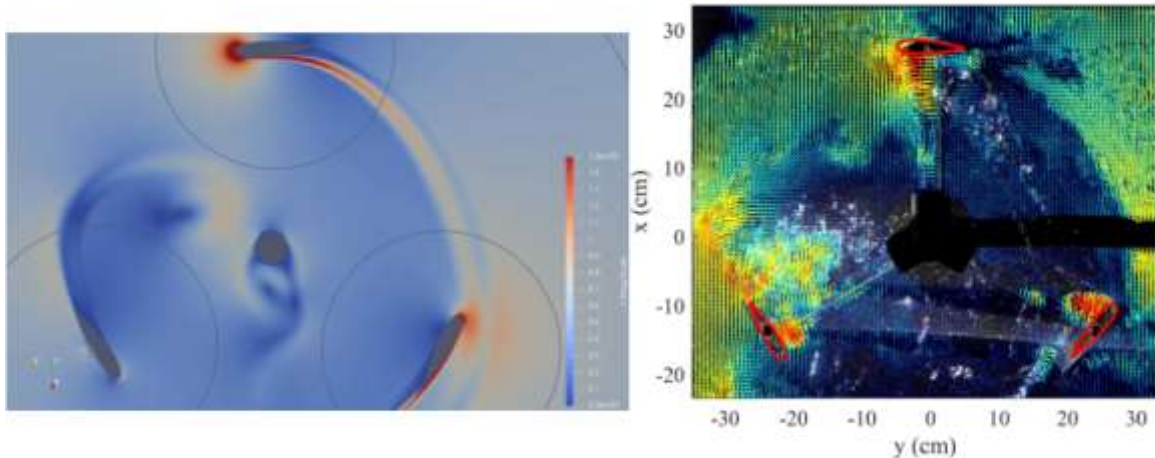


Figure 2 Champ de vitesse obtenu numériquement à gauche et avec PIV à droite.

## Références

- [1] ADEME, “ Etude stratégique de la filière hydrolien marin,” 2018.
- [2] Kirke B.K., Lazauskas L. 2011. Limitations of fixed pitch Darrieus hydrokinetic turbines and the challenge of variable pitch. *Renewable Energy*, 36 (3): 893–897. T. Roc, D. Greaves, K. Thyng, and D. Conley, “Tidal turbine representation: towards realistic applications,” *Ocean Engineering*, vol. 78, pp. 95-111, 2014.
- [3] H. Branger, B. Paillard, C. Luneau, D. Bourras, S. Roy, and J. J. Lasserre. Study of a variable pitch control system for an offshore vertical axis wind turbine. page 12, *Journées de l'hydrodynamique Marseille*, Nov. 2018.
- [4] F. Balduzzi, A. Bianchini, R. Maleci, G. Ferrara, and L. Ferrari. Critical issues in the CFD simulation of Darrieus wind turbines. *Renewable Energy*, 85:419–435, Jan. 2016.