

Titre : Validation d'un solveur hydrodynamique haute-fidélité pour une plateforme éolienne flottante en mer à géométrie complexe

Mots clés : Mécanique des fluides, génie océanique, éolien flottant, OpenFOAM

Résumé : Cette thèse présente le développement et la validation d'un simulateur numérique haute-fidélité pour les éoliennes flottantes, initié au sein du laboratoire LHEEA de Centrale Nantes. Ce travail porte sur la simulation couplée de la propagation de la houle, de l'interaction fluide-structure et de la dynamique des systèmes d'ancrage. Les champs de vagues sont générés à l'aide de la méthode spectrale implémentée dans le code HOS-NWT, tandis que les lignes d'ancrage sont modélisées selon une décomposition en masses via le solveur MoorDyn. Les interactions fluide-structure sont simulées à l'aide d'un modèle de dynamique des fluides (CFD) basé sur OpenFOAM. Une méthodologie de validation modulaire est proposée afin de permettre l'identification préliminaire des sources d'erreur de modélisation avant d'avoir recours

à des simulations couplées plus coûteuses en ressources de calcul. La validation du modèle numérique est réalisée avec des données expérimentales issues de deux campagnes sur plateformes flottantes : la semi-submersible VoltornUS-S de l'Université du Maine et la plateforme Hexafloat développée par SAIPEM. Le modèle montre un bon accord avec les résultats expérimentaux dans les deux cas, en particulier aux fréquences de réponse des vagues. Ce travail met en évidence le potentiel des simulations haute-fidélité pour prédire avec précision le comportement hydrodynamique complexe des éoliennes flottantes offshore tout en optimisant les ressources de calcul.

Title : Validation of a high-fidelity hydrodynamic solver for a floating offshore wind turbine platform with a complex geometry

Keywords : Fluid mechanics, ocean engineering, floating wind turbine, OpenFOAM

Abstract : This thesis presents the development and validation of a high-fidelity numerical simulator for floating wind turbines, initiated at the LHEEA Laboratory of Centrale Nantes. The work focuses on the coupled simulation of wave propagation, fluid-structure interaction, and mooring system dynamics. Wave fields are generated using the High-Order Spectral method implemented in the HOS-NWT code, while the mooring lines are modeled using a lumped-mass approach via the MoorDyn solver. Fluid-structure interactions are captured through a computational fluid dynamics (CFD) model based on OpenFOAM. A modular validation methodology is proposed to enable the preliminary identification of modeling discrepancies before undertaking computationally intensive fully coupled simulations.

Validation of the numerical framework is carried out through comparisons with experimental data from two floating platform campaigns: the VoltornUS-S semi-submersible from the University of Maine, and the Hexafloat platform developed by SAIPEM. The model demonstrates good agreement with experimental results in both cases, particularly at wave-frequency responses. This work highlights the potential of high-fidelity simulations to accurately predict the complex hydrodynamic behavior of floating offshore wind platforms, while optimizing computational resources.