

**Titre :** Réduction de la fatigue et des vibrations d'une éolienne offshore flottante sous chargements de vent et de houle stochastiques

**Mots clés :** Fatigue, Vibration, FOWT, Barge plateforme, OpenFAST, absorbeur dynamique accordé omnidirectionnel, contrôle actif, outil de dissipation d'énergie

**Résumé:** Cette thèse étudie l'atténuation bidirectionnelle des vibrations et de la fatigue à court terme d'une éolienne flottante de type barge de 5 MW soumise à des chargements aléatoires vent-vague non alignés, à l'aide d'OpenFAST, un outil de simulation aéro-hydro-servo-élastique dans le domaine rafale provoquant une défaillance suivie d'un arrêt d'urgence temporel. L'atténuation des vibrations bidirectionnelles et de la fatigue à court terme est réalisée au moyen d'un absorbeur dynamique accordé omnidirectionnel (OTMD) installé dans la barge flottante. Une technique d'optimisation efficace pour le réglage des paramètres de l'OTMD a été proposée afin de permettre son optimisation dans un environnement haute-fidélité, aéro-hydro-servo-élastique, plutôt que d'utiliser des modèles réduits couramment utilisés dans la littérature. La faisabilité de l'intégration de l'OTMD dans la barge a été évaluée, et ses performances ont été analysées en conditions de fonctionnement et d'arrêt. Dans le cas opérationnel, des vagues désalignées unidirectionnelles/multidirectionnelles ont été considérées, et l'efficacité de l'OTMD a été quantifiée grâce à la réduction de (i) la fatigue à court terme calculés à certains points critiques et (ii) les vibrations de certaines réponses en déplacement. Dans le cas d'arrêt, un scénario combinant une simulation aéro-hydro-servo-élastique dans le domaine rafale provoquant une défaillance suivie d'un arrêt d'urgence temporel. L'atténuation des vibrations bidirectionnelles et de la fatigue à court terme est réalisée au moyen d'un absorbeur dynamique accordé omnidirectionnel (OTMD) installé dans la barge flottante. Une technique d'optimisation efficace pour le réglage des paramètres de l'OTMD a été proposée afin de permettre son optimisation dans un environnement haute-fidélité, aéro-hydro-servo-élastique, plutôt que d'utiliser des modèles réduits couramment utilisés dans la littérature. La faisabilité de l'intégration de l'OTMD dans la barge a été évaluée, et ses performances ont été analysées en conditions de fonctionnement et d'arrêt. Dans le cas opérationnel, des vagues désalignées unidirectionnelles/multidirectionnelles ont été considérées, et l'efficacité de l'OTMD a été quantifiée grâce à la réduction de (i) la fatigue à court terme calculés à certains points critiques et (ii) les vibrations de certaines réponses en déplacement. Dans le cas d'arrêt, un scénario combinant une simulation aéro-hydro-servo-élastique dans le domaine rafale provoquant une défaillance suivie d'un arrêt d'urgence temporel. L'efficacité de l'OTMD a été quantifiée à travers la réduction (i) des vibrations de certaines réponses en déplacement et (ii) des valeurs maximales de certaines réponses dynamiques. Enfin, un OTMD actif (AOTMD) basé sur un régulateur linéaire quadratique (LQR) a été développé afin d'améliorer davantage les capacités d'atténuation de l'OTMD en conditions de fonctionnement et d'arrêt. Des courbes de conception ont été élaborées pour guider le concepteur dans le choix des horizons de contrôle nécessitant une puissance moyenne et des forces maximales compatibles avec les ressources disponibles tout en assurant une meilleure atténuation des vibrations.

**Title :** Fatigue and vibration mitigation of a floating offshore wind turbine under stochastic wind and wave conditions

**Keywords:** Fatigue, Vibration, FOWT, Barge platform, OpenFAST, omnidirectional tuned mass damper, active control, energy dissipation device

**Abstract:** This thesis investigates bidirectional vibration and short-term fatigue mitigation of a 5 MW barge-type FOWT subjected to stochastic misaligned wind–wave loadings using OpenFAST, an aero-hydro-servo-elastic time-domain simulation tool. Bidirectional vibration and short-term fatigue are mitigated through an omnidirectional tuned mass damper (OTMD) installed in the barge floater. An efficient optimization technique for tuning the OTMD parameters was suggested to enable OTMD optimization within a high-fidelity fully aero-hydro-servo-elastic environment, rather than relying on the reduced-order models commonly used in the literature. The performance of the OTMD was assessed under both operating and parked conditions. In the operating case, misaligned unidirectional/multidirectional waves were considered, and the efficacy of the OTMD was quantified

through reduction of (i) short-term fatigue at some critical points of the FOWT and (ii) vibration of selected FOWT displacement responses. In the parked case, a gust-induced fault followed by an emergency shutdown scenario under misaligned unidirectional waves was analyzed, with OTMD effectiveness quantified through reduction of (i) vibration of selected displacement responses and (ii) peak value of other dynamic responses. Finally, an active OTMD (AOTMD) based on a linear quadratic regulator (LQR) was established to further enhance mitigation capabilities of the OTMD under both operating and parked conditions. Design curves were generated to guide the designer to select the control horizon values that require mean power consumption and maximum control forces in accordance with the available tools and leading to higher vibration mitigation.