

SUJET DE THESE

Université de Nantes / GeM au sein du projet ANR Mooring Health Monitoring-EMR

Titre de la thèse

Méthodologie optimale d'instrumentation mécanique d'ancrages d'éoliennes flottantes en présence de bio-colonisation

Contexte

Les opérations de mise en place et de maintenance des éoliennes offshore ou des navires d'exploitation d'hydrocarbures (type FPSO) ont un coût très élevé qui vient renchérir le prix de l'énergie ou de la ressource produite. Le recours au Contrôle de Santé des Structures (ou SHM : Structural Health Monitoring) peut réduire cette dépense. Dans un cadre plus général d'applications, c'est un des enjeux de l'action COST Vo-SHM TU 1402 (Quantifying the value of structural health monitoring), débutée au printemps 2015, dans laquelle le BV et le GeM (un des deux membres français du Management Committee) sont impliqués.

Le SHM consiste à instrumenter la structure pour disposer d'informations à pas de temps beaucoup plus faible que lors d'un contrôle non destructif ponctuel, souvent en temps réel, et anticiper la maintenance en s'affranchissant des inspections très coûteuses dont la fiabilité est réduite en mer. Plus concrètement, le recours au SHM supporte l'aide à la décision sous deux angles :

- la surveillance avec la mise en place d'alertes (ELU);
- la mise à jour de la connaissance par la mise à disposition de trajectoires (ELS).

Si l'utilisation du SHM tend à se généraliser, aucune méthode de valorisation et quantification du bénéfice de l'information récoltée n'est proposée pas plus que d'exigence technique sur les capteurs, leur durabilité, leur maintenance. Si cela permet en l'état de faire foisonner les idées de chaque constructeur, cette approche, non contrôlée, risque à terme de décrédibiliser l'usage même de ces solutions techniques.

Par ailleurs, les recommandations des sociétés de certification (RECOMMENDED PRACTICE DNV GL-RP-0001 Edition May 2015,

« Probabilistic methods for planning of inspection for fatigue cracks in offshore structures ») intègrent uniquement les contrôles non destructifs.

Les systèmes d'ancrage proposés pour les dispositifs EMR (Energie Marine Renouvelable) flottants, en particulier les éoliennes, diffèrent notablement de ceux utilisés dans l'offshore pétrolier (profondeur d'eau, flotteur à forte dynamique dans la houle). Les normes et les outils de conception doivent être adaptés et validés. Les solutions adoptées (configurations, matériaux, mutualisation des ancrages) renforcent l'incertitude sur leur prédiction durée de vie. En outre, la rupture d'une ligne d'ancrage représente un danger majeur pour les autres activités marines.

Description de la thèse

Le suivi de l'état des composants d'ancrage en cours d'exploitation apparaît ainsi comme un des enjeux des EMR flottants, dont l'éolien. Les objectifs de cette thèse sont donc de :

- développer une méthodologie de suivi de durée de vie des composants d'ancrage à l'aide des mesures effectuées en mer (tensions, angles, mouvements flotteurs, environnement) et des méthodes et outils de calcul existants. Cette méthodologie comporte le choix, la position, le nombre, la durée de vie ou la maintenance des capteurs afin de quantifier périodiquement (mensuellement ou annuellement) l'endommagement potentiel des composants et de programmer les opérations de maintenance. Cette méthode se placera dans un cadre probabiliste de calcul de l'endommagement ;
- intégrer l'effet de la distribution spatiale aléatoire et non homogène du biofouling le long des lignes d'ancrages dans la réponse structurelle de manière à en réaliser une mesure indirecte et une mesure de ses effets (par rapport à un état 0 connu et avec des informations complémentaires) ;
- calculer le bénéfice en termes de réduction des risques et en déduire une optimisation du système.

Pour cela, le doctorant mettra en place les étapes suivantes :

- Modélisation mécanique des lignes d'ancrage incluant une dégradation et une fatigue non homogènes à partir de sollicitations fournies par un laboratoire d'hydrodynamique ; On intégrera notamment la variabilité de la bio-colonisation le long de ligne d'ancrage (masse, masse ajoutée,

écran) ;

- Simulation de la réponse de différents systèmes d'instrumentation et mesure de la qualité de la mise à jour de la probabilité de défaillance ;
- Optimisation économique par analyse de risque en intégrant les erreurs de mesure des systèmes et les mauvaises décisions associées;
- Réalisation d'expériences en laboratoire afin de valider les concepts.

Description des applications

La méthodologie développée sera mise en place au sein du projet ANR MHM-EMR et utilisera les résultats du projet FLOATGEN (éolien flottant) et du projet IHES (houlomoteur) comme cas d'application et de validation afin de permettre un déploiement potentiel ultérieur dans le cadre des projets de démonstrateurs ou de ferme pilote d'EMR flottants (éolien, hydrolien, houlomoteur, ETM). Des liens directs seront établis, dans la mesure du possible, avec les projets OMDYN, Biofouling et POLYAMOOR.

Compétences clés

Modélisation mécanique probabiliste ;

Fiabilité des Structures ;

Simulation numérique ;

Contacts :

Pr Franck Schoefs, Université de Nantes : franck.schoefs@univ-nantes.fr

Pr Pascal Casari, Université de Nantes : pascal.casari@univ-nantes.fr