

Modélisation mécanique de cordages polymère d'ancrage - Verrous scientifiques pour les futures éoliennes flottantes offshore

Guilhem Bles^a, Laure Civier^d, Cédric Bain^a, Yoan Chevillotte^a, Karel Devos^c, Guillaume Damblans^d, Peter Davies^b, Yann Marco^a.

a UMR CNRS 6027, IRDL, ENSTA Bretagne, 2 Rue François Verny, Brest, 29200, France

b IFREMER, Marine Structures Laboratory, 1625 Rte de Sainte-Anne, Plouzané, 29280, France

c Bekaert-Bexco, Hamme, Belgium

d France Energies Marines, 525 Av. Alexis de Rochon, Plouzané, 29280, France

Les éoliennes en mer permettent de capter des vents plus forts et plus constants, que celles à terre. Elles réduisent aussi l'impact visuel et sonore puisque placées à plusieurs dizaines de kilomètres du littoral. Dans des profondeurs d'eau modestes, typiquement inférieures à 60m, leur fondation est posée sur le fond. Mais les parcs éoliens plus éloignés des côtes présentent des profondeurs d'eau plus importantes, qui rendent les supports posés trop onéreux. La solution de support flottant est donc actuellement en développement pour des parcs d'éoliennes flottantes, en profondeur d'eau plus grande. Cela nécessite un ancrage composé de plusieurs lignes destinées à reprendre les efforts de flotteurs de façon flexible, ancrées au fond marin individuellement. Ces lignes d'ancrage étaient classiquement composées de chaîne acier et/ou de câble en fil d'acier, mais pour les futures éoliennes flottantes, des cordages en fibres polymères (polyester, polyamide) semblent un meilleur choix ; en effet, le rayon de l'empreinte sur le fond en sera réduit, ainsi que les efforts de rappel sur l'éolienne et au final les coûts de l'ancrage.

Pour ces cordages, les fibres polyamide (Nylon) sont les candidats les plus prometteurs et les plus étudiés actuellement. Bien que découvertes il y a environ une centaine d'années, ces fibres sont nouvelles dans cette application de cordage d'ancrage permanent. Plusieurs verrous scientifiques doivent être levés pour leur utilisation de maintien en position des éoliennes flottantes. Un premier verrou est une loi de comportement mécanique cyclique visco-élasto-plastique fiable et implantée dans les codes de simulation des éoliennes flottantes. En effet, cet outil numérique d'aide à la conception est indispensable pour évaluer les efforts sur les structures ainsi que les mouvements de la plateforme. En effet l'amplitude de ces mouvements est un paramètre clé pour la durée de vie du câble électrique dynamique reliant la plateforme de chaque éolienne à la sous-station en passant par le fond marin. Par ailleurs, une prédiction fine des pics d'efforts attendus permet d'affiner les coûts au-delà du dimensionnement de la ligne elle-même, en impactant également les éléments de reprise d'efforts sur le flotteur (chain-stoppeur). Pour limiter au maximum les coûts de maintenance, les phénomènes mécaniques du cordage doivent être anticipés et contrôlés sur une période de 25 ans de service ; ainsi la connaissance de l'endommagement par fatigue et l'allongement des cordages par fluage long-terme sont deux autres verrous scientifiques, indispensables à la validation de cette solution d'ancrage pour les futures éoliennes flottantes.

Ces travaux de recherche ont eu lieu au travers des projet POLYAMOR (ANR-10-IEED-0006-16), MONAMOR (ANR-10-IEED-06-34) et BAMOS (ANR-10-IEED-06-34) portés par France Energies Marines. Ces projets ont bénéficié d'un financement de France Energies Marines, de ses membres et partenaires, ainsi que d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du plan d'investissement France 2030.