

Titre : Modélisation multi-échelle du comportement mécanique non linéaire des câbles d'énergie sous-marins pour les éoliennes flottantes

Mot clés : câble, flexion, homogénéisation, contact, méthode des éléments finis

Résumé : Les câbles électriques de puissance utilisés pour l'éolien flottant présentent des non-linéarités dues au frottement et au glissement entre leurs constituants, particulièrement en flexion. Prédire leur réponse est crucial pour l'évaluation structurelle et leur conception. Cette étude propose une modélisation fondée sur une stratégie multi-échelle séquentielle. L'homogénéisation d'un volume élémentaire représentatif prenant en compte le contact frottant conduit à un comportement macroscopique non-linéaire en flexion et dépendant de la traction. Ces résultats permettent de calibrer un modèle macroscopique avec hystérésis de Bouc-Wen uniaxial, ensuite étendu à la flexion multiaxiale. Ce modèle est alors intégré à un modèle poutre du câble. L'approche est d'abord validée sur des câbles multicouches, par comparaison à des simulations haute fidélité. Le cas des câbles électriques est enfin abordé, pour lesquels des essais de flexion 4 points ont été réalisés.

Title: Multiscale modeling of the nonlinear mechanical behavior of submarine power cable for floating wind turbines

Keywords: cable, bending, homogenization, contact, finite element method

Abstract: Power cables used in floating wind applications exhibit nonlinearities caused by friction and slip between their components, particularly under bending. Predicting their response is crucial for structural assessment and design. This study proposes a modeling approach based on a sequential multiscale strategy. The homogenization of a representative volume element accounting for frictional contact leads to a nonlinear macroscopic bending behavior that depends on axial tension. These results are used to calibrate a uniaxial Bouc-Wen hysteretic model, which is then extended to multiaxial bending. The model is subsequently integrated into a beam formulation of the cable. The approach is first validated on multilayer cables through comparison with high-fidelity simulations. Finally, the case of power cables is addressed, for which full-scale four-point bending tests were performed.