

Poste de thèse à IFP Energies nouvelles (IFPEN) en *Génie mécanique*

Etude du frottement interne dans les câbles d'ancrage synthétiques, application à l'épissure

Les éoliennes en mer sont une composante importante de la transition énergétique en cours en France et dans le monde. IFP Energies Nouvelle étudie en particulier la technologies des éoliennes flottantes, dont l'avantage est de pouvoir être déployées en mer relativement profonde. Un composant fondamental de l'éolienne flottante est la ligne d'ancrage, celle-ci associant souvent un câble synthétique et une chaîne. La thèse sera consacrée au câble synthétique et en particulier à son épissure. L'épissure est, à ce jour, la solution la plus efficace pour terminer un câble synthétique. Malgré cela, les câbles cassent habituellement au niveau des épissures, que ce soit en traction monotone ou en fatigue. Il s'agit donc d'un point faible. L'épissure tient par frottement. Pour comprendre une épissure, il faut comprendre le frottement dans un câble, or celui-ci est complexe et de ce fait mal connu. Il s'agira donc de :

- Réaliser des essais de frottement sur câble. Ces essais se feront à deux échelles : le toron, à l'ENSTA, et le câble multi-toron, sur un banc forte capacité à IFPEN. Des montages spécifiques devront être conçus et fabriqués. Il s'agira d'établir les courbes de frottement selon différentes configurations,
- Développer une loi de frottement adaptée au câble synthétique, à partir des lois disponibles dans la littérature. L'implémenter dans le code éléments finis Abaqus et l'identifier sur les essais de frottement,
- Caractériser les surfaces de contact, en particulier les modifications matériau et les éventuels endommagements,
- Réaliser des épissures et les tester en traction, les exploiter par analyse d'images. Simuler ces essais avec la loi de frottement développée dans la thèse. En déduire les points de fragilité.

Le (la) doctorant(e) utilisera les bancs d'essai de l'IRDL et de l'IFPEN. Il (elle) bénéficiera de l'expérience des deux instituts dans les éoliennes offshore, les câbles synthétiques et leurs applications maritimes. Une société fabricant des câbles d'ancrage sera impliquée dans la thèse. Le travail se déroulera à l'IRDL, à l'ENSTA Bretagne, à Brest, et sur le site d'IFPEN Lyon, à Solaize.

Mots clefs: Mécanique des matériaux et des structures, modélisation multi-échelle, loi de frottement, essais de frottement, câble synthétique, éolienne flottante

Directeur de thèse	Prof Yann MARCO, IRDL, ORCID : 0000-0002-0163-7279
Ecole doctorale	ED648 SPIN, ENSTA Bretagne
Encadrant IFPEN	Dr Michaël MARTINEZ, michael.martinez@ifpen.fr
Localisation du doctorant	IFPEN, Lyon, France et IRDL / ENSTA Bretagne, Brest, France
Durée et date de début	3 ans, début au cours du quatrième trimestre 2024 (4 novembre)
Employeur	IFPEN
Qualifications	Master en génie mécanique ou mécanique des matériaux
Connaissances linguistique	Anglais niveau B2 (CECR)
Autres qualifications	Programmation, calculs par éléments finis

Pour postuler, merci d'envoyer votre lettre de motivation et votre CV à l'encadrant IFPEN indiqué ci-dessus.

IFP Energies nouvelles

IFP Energies nouvelles est un organisme public de recherche, d'innovation et de formation dont la mission est de développer des technologies performantes, économiques, propres et durables dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. Pour plus d'information, voir [notre site web](#).

IFPEN met à disposition de ses doctorants un environnement de recherche stimulant, avec des équipements de laboratoire et des moyens de calcul très performants. Outre une politique salariale et de couverture sociale compétitive, IFPEN propose à tous les doctorants de participer à des séminaires et des formations qui leur sont dédiés.

PhD position at IFP Energies nouvelles (IFPEN) in *Mechanical Engineering*

Study of the internal friction in synthetic fiber mooring ropes, application to splice

Offshore wind turbines are an important component of the energy transition underway in France and around the world. IFP Energies Nouvelle studies in particular the technology of floating wind turbines, which can be deployed in relative deep sea. A critical component of the floating wind turbine is the mooring line, which is often made of a chain and a synthetic fiber rope. The thesis will be devoted to synthetic fiber rope and particularly to the splice. Splicing is a very old technique, but it is, to date, the most effective solution to end a fiber rope. Despite this, rope usually breaks at the splice, whether in monotonous traction or fatigue, it is a weak point. The splice holds by friction. To understand the splice behaviour, one has to understand the friction within the rope, which is complex and poorly known. The PhD work will include :

- Perform friction tests on ropes. These tests will be carried out on two scales: the strand scale, at ENSTA bench, and the multi-strand rope scale, on a high capacity bench at IFPEN. Specific devices will have to be designed and manufactured. The friction curves will be established, according to different configurations,
- Develop a friction model adapted to synthetic ropes, based on the models available in the literature. Implement the model in a finite element code (Abaqus) and identify it on friction tests,
- Characterize the contact surfaces, in particular the material changes and possible damage,
- make splices and test them in tension, exploit the tests thanks to image analysis and simulate them by finite element, with the friction law developed in the thesis. Deduce the fragility points.

The doctoral student will use the IRDL and IFPEN test benches. He (She) will benefit from the experience of both institutes in offshore wind turbines, synthetic fiber ropes and their maritime applications. A rope provider will be involved in the thesis. The work will take place at IRDL, ENSTA Bretagne, Brest, and at IFPEN Lyon, Solaize.

Keywords: mechanics of materials and structures, multi-scale simulation, friction model, friction tests, synthetic fiber rope, floating wind turbine

Academic supervisor	Prof Yann MARCO, IRDL, <i>ORCID</i> : 0000-0002-0163-7279
Doctoral School	ED648 SPIN, ENSTA Bretagne
IFPEN supervisor	Dr Michaël MARTINEZ, michael.martinez@ifpen.fr
PhD location	IFPEN, Lyon, France and IRDL / ENSTA Bretagne, Brest, France
Duration and start date	3 years, 3 years, starting in the fourth quarter 2024 (November 4)



Employer	IFPEN
Academic requirements	University Master degree in Mechanical Engineering or in Mechanics of Materials
Language requirements	English level B2 (CECR)
Other requirements	Programing, finite element simulation

To apply, please send your cover letter and CV to the IFPEN supervisor indicated here above.

About IFP Energies nouvelles

IFP Energies nouvelles is a French public-sector research, innovation and training center. Its mission is to develop efficient, economical, clean and sustainable technologies in the fields of energy, transport and the environment. For more information, see [our WEB site](#).

IFPEN offers a stimulating research environment, with access to first in class laboratory infrastructures and computing facilities. IFPEN offers competitive salary and benefits packages. All PhD students have access to dedicated seminars and traini