

Durabilité des chaînes d’ancrage des plates-formes éoliennes offshore : influence de la teneur en hydrogène sur la durée de vie en fatigue

Mots-clés : fatigue polycyclique, auto-échauffement, fragilisation par hydrogène, aciers haute limite d’élasticité

Contexte :

Le projet européen DURALINK s’intéresse au dimensionnement en fatigue de deux éléments structuraux des plates-formes offshore : les chaînes d’ancrage métalliques et les assemblages soudés. L’objectif principal du projet DURALINK est de sélectionner des matériaux adéquats pour ces deux détails structuraux qui leur confèrent une tenue en fatigue adaptée au milieu marin. La prise en compte de la corrosion couplée aux chargements mécaniques est indispensable afin de garantir leur intégrité en service. L’utilisation des aciers avec une haute limite d’élasticité requière un développement technologique important afin d’optimiser les revêtements anti-corrosion et répondre aux normes en vigueur ou la mise en place de la protection cathodique pour pallier les problématiques de corrosion et de fatigue-corrosion. Ces méthodes de protection introduisent l’hydrogène dans le matériau et modifient ainsi ses propriétés mécaniques. La prise en compte du risque de fragilisation par hydrogène dans l’évaluation de la durabilité de ces structures présente un verrou scientifique crucial avant leur mise en service. L’objectif à terme du projet DURALINK est de fournir des outils d’aide au dimensionnement afin d’optimiser les designs des plates-formes et permettre de réduire les coûts de production et de maintenance des structures offshore.

Travaux de thèse :

Dans le cadre de ce projet, une thèse est proposée au laboratoire IRDL (UMR CNRS 6027) sur le site de l’ENSTA Bretagne (Brest). L’objectif principal de la thèse est d’évaluer l’influence de la teneur en hydrogène sur la tenue en fatigue des différents matériaux considérés dans cette étude. L’IRDL est bien reconnu sur les thématiques de recherche traitant de la durabilité des matériaux et des structures en particulier pour la prévision des propriétés en fatigue à grand nombre de cycles, basée sur l’auto-échauffement de l’éprouvette sous une sollicitation cyclique. L’une des thématiques de recherche phare du laboratoire est l’étude de la fatigue des matériaux et des structures via la signature thermique sous sollicitation cyclique. Plusieurs études ont montré que le phénomène de l’auto-échauffement est lié aux mécanismes de micro-plasticité qui sont à l’origine de l’amorçage des fissures de fatigue des matériaux, et ce sous des chargements uni-axiaux ou multiaxiaux. La mise en place d’une méthode d’analyse à partir d’un modèle probabiliste à deux échelles, a démontré que les essais d’auto-échauffement permettent, avec un nombre d’éprouvettes réduit, d’estimer non seulement la limite d’endurance moyenne d’un matériau, mais également de prévoir la dispersion intrinsèque des résultats de fatigue. Cette démarche sera adoptée dans le cadre de ce projet. Des essais d’auto-échauffement seront réalisés sur des éprouvettes avec différentes teneurs en hydrogène et le modèle probabiliste à deux échelles sera adapté pour rendre compte de l’effet d’hydrogène sur les propriétés en fatigue des matériaux de l’étude. Plus précisément, les matériaux candidats seront utilisés pour la fabrication des maillons des chaînes d’ancrage et le travail s’articulera autour des thèmes suivants :

1. Caractérisation expérimentale par auto-échauffement de la fatigue à grand nombre de cycles sous sollicitation uni-axiale de traction compression et multiaxiales de traction-compression-torsion ;
2. Identification des mécanismes conduisant à l’amorçage de fissures en fatigue à grand nombre de cycles ;

3. Adaptation du modèle probabiliste à deux échelles permettant d'établir le lien entre les mesures d'auto-échauffement sous sollicitations cycliques et les propriétés à la fatigue HCF des matériaux étudiés et avec la prise en compte de l'effet de l'hydrogène.

Profils recherchés :

Le candidat doit avoir un fort attrait pour la mécanique expérimentale et la modélisation. Des connaissances préalables en mécanique des matériaux sont indispensables et une grande curiosité scientifique ainsi qu'une bonne autonomie sont également souhaitables.

Le projet DURALINK réunit 7 partenaires européens : Eurecat (ES), l'Institut de la Corrosion SASU (FR), Sidenor Investigacion y Desarrollosa (ES), Windar Technology and Innovation SL (ES), Onderzoekscentrum Voor Aanwending Van Staal NV (Arcelor Mittal Belgique) (BE), Grillo-Werke AG (DE) et l'ENSTA Bretagne (FR). Etant donné ce contexte international, le candidat doit justifier d'un bon niveau en anglais (parlé et écrit).

Contacts :

Les candidats doivent envoyer un CV, une lettre de motivation et les relevés des notes des deux dernières années à :

Sylvain CALLOCH (sylvain.calloch@ensta-bretagne.fr) ;

Younès DEMMOUCHE (younes.demmouche@ensta-bretagne.fr) ;

Matthieu DHONDT (matthieu.dhondt@ensta-bretagne.fr) ;

Date limite d'envoi des candidatures : 15/06/2024

Démarrage du projet :

La thèse pourra démarrer entre le 01/09/2024 et 15/11/2024.