



Université de Bretagne Occidentale

Ecole Doctorale

Sciences de la Mer et du Littoral

IFREMER Laboratoire des Structures en mer

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le jeudi 19 décembre 2019 à 13^h30

à l'Institut Universitaire Européen de la Mer, amphithéâtre "D", Technopôle Brest-Iroise, Plouzané
Monsieur LE GUEN-GEFFROY ANTOINE

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Marine ageing and fatigue of carbon/epoxy composite propeller blades "

Le jury sera ainsi composé :

- M. BALEY CHRISTOPHE, Professeur des universités
Université Bretagne Sud - LORIENT
- MME BELEC LENAÏK, Maître de conférences
Université de Toulon - LA GARDE
- M. BERGGREEN CHRISTIAN, Professeur Associé
Technical University of Denmark - DK-2800 KGS, LYNGBY - DANEMARK
- M. BONNEMAINS THOMAS, Maître de conférences
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- M. DAVIES PETER, Ingénieur
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE
- M. HOCHARD CHRISTIAN, Professeur des universités
Université d'Aix-Marseille - MARSEILLE 13EME

invité(e) s :

- M. HABERT BERTRAND,
DGA - PARIS 15EME
- M. LE GAC PIERRE-YVES, Ingénieur
IFREMER - Centre Bretagne - PLOUZANE

A BREST, le 13 décembre 2019

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



M. GALLOU

Présidence

3, rue des Archives
CS 93837
29238 Brest cedex 3

www.univ-brest.fr

English abstract

The current document presents the long term seawater ageing effect on the fatigue properties of carbon fibre reinforced epoxy marine propeller blades. Seawater uptake in the resin and the composite was identified to correspond to a Fickian diffusion. Calculations of the mass to saturation of the composite based on that of the resin reveal the presence of water in the composite's porosities.

Accelerated ageing of the pure resin highlighted three ageing phenomena: oxidation, plasticization and physical ageing. The last two were mechanically characterised separately and coupled with one another. Above all, it was shown that the presence of seawater accelerated the physical ageing kinetics by reducing the relaxation time.

The composite was studied under different quasistatic and cyclic loadings. Few effects of seawater have been found for tensile stresses on fibre oriented loadings. This was not the case for transversely loaded composite that showed non-negligible decrease of the mechanical properties for both static and fatigue loadings. This was also the case for flexure loading which was studied under four-point flexure. This latter test method was particularly studied due to the particular induced damage.

The composite was studied under two delamination loadings: crack opening and inplane shear. It was observed that seawater decreased the critical strain energy release rates for both load cases as well as the fatigue resistance of both crack modes.

Finally, the effect of physical ageing on the composite was studied and found to be non-negligible, demonstrating the necessity of taking it into account for both ageing and mechanical design.

Résumé en Français

Les travaux présentés dans ce document portent sur l'étude du vieillissement en milieu marin d'un composite carbone époxy pour applications pales d'hélice de navires. La caractérisation de la prise en eau dans la résine pure et le composite a montré un comportement Fickien. La présence d'eau dans les porosités du composite a également été mise en évidence analytiquement.

Le vieillissement accéléré de la résine a mis en évidence trois phénomènes : l'oxydation, le vieillissement physique et la plastification. L'effet mécanique des ces deux derniers a été particulièrement étudié. La présence d'eau et donc d'une résine plastifiée a eu l'effet d'accélérer le vieillissement physique.

L'effet du vieillissement accéléré sur le composite a ensuite été étudié sous différentes sollicitations quasi-statiques et de fatigue. Peu d'effets de l'eau ont été relevés pour les sollicitations de traction sur des orientations sens fibres. Cependant, des pertes plus importantes des propriétés mécaniques ont été observées en traction sens transverse aussi bien en statique que en fatigue. Ces mêmes résultats ont été trouvés sous sollicitations de flexion grâce à l'essai de flexion quatre points. Ce dernier a été discuté du fait de l'endommagement qu'il provoque.

Enfin, le composite a été étudié sous sollicitations de délaminage suivant deux modes de fissuration : ouverture et cisaillement dans le plan. La présence d'eau a eu pour effet de diminuer l'énergie de fissuration dans les deux modes. Ce même résultat a été trouvé sous chargement de fatigue.

L'influence du vieillissement physique sur les propriétés mécaniques du composite a également été démontré, son effet étant négatif, il nécessite d'être pris en compte.