

Traitement du signal de fibre optique et capot de protection

Olatz LÓPEZ AHEDO

Stage de fin d'études à IMT Mines Albi

Tuteurs: Floretin BERTHET, Quentin GOVIGNON, Gilles DUSSE

Référent école : Laurent MICHEL

Octobre 2021

1. Introduction

L'adoption de la technologie des matériaux composites a connu une augmentation significative dans un certain nombre d'industries (navale, aéronautique, etc) grâce au développement de matériaux composites innovants et aux progrès réalisés dans les processus de fabrication. La production à l'échelle industrielle n'intègre pas actuellement de capteurs dans le composant pour surveiller le processus de fabrication, et le contrôle de la qualité est en grande partie effectué de manière empirique. L'utilisation de ces capteurs non optiques est limitée aux applications de laboratoire, car les capteurs ne sont pas adaptés à l'intégration dans les composites renforcés de fibres de verre, ou sont trop grands pour être intégrés dans les composites critiques. Le contrôle de la qualité dans les processus de fabrication des composites pourrait être simplifié par l'utilisation de capteurs embarqués qui peuvent fournir une surveillance en temps réel.

Dans le cas particulier de la recherche marine le développement de navires de recherche optimisés, avec capteurs intégrés, semble être une réponse pour la récolte d'informations et la protection des zones marines.

2. Contexte

Dans ce but, une étude a été réalisée sur le traitement du signal d'un bateau composite, dans lequel la technologie des capteurs sur fibres optiques est appliquée. L'Alfred Merlin est un navire français d'exploration archéologique affecté au service du DRASSM (Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines), conçu par l'entreprise Mauric et construit par le chantier naval iXblue Shipyard. La longueur est de 46 mètres pour une largeur maximale de 10.8 mètres et un tirant d'eau de 3.2 mètres. Ce navire est équipé d'une coque dotée de capteurs à réseaux de Bragg (installés avant l'infusion de la coque) pour mesurer les déformations subies lors de la navigation.

Le navire présentera plusieurs aspects clés tels qu'un impact environnemental minimisé de la construction au démantèlement grâce à l'utilisation de PRF (Plastic Recycling Facilities) recyclés de haute qualité. En effet, l'inconvénient majeur de ce matériau est le retour d'information limité sur l'évolution de ses performances dans le temps. C'est pourquoi des fibres optiques seront installées dans le fond de la coque (sur toute la longueur) et sur les parois frontales pour enregistrer les déplacements dans le composite à cause des effets d'accostage et d'affaissement (hogging and sagging) du navire et à la pression d'impact sur les coques latérales avant.

Ce travail appartient vise la mesure et l'analyse en temps réel des contraintes mécaniques appliquées à la structure au moment de la navigation.

3. Objectifs

Le projet de stage, en continuité des travaux précédents, se concentrera sur l'acquisition et sur l'exploitation des données de déformation récupérées sur fibre optique. À cette fin, il sera nécessaire de faire une deuxième version du capot de protection pour le rendre plus facile d'utilisation.

La première tâche consiste à effectuer une analyse par EF de la déformation globale du navire, en partant des déformations locales. Les réseaux de Bragg mesurent la déformation locale en un point spécifique du navire où les fibres de verre ont été installées. L'objectif principal est d'établir un diagnostic de l'état des charges, en comparant les déformations du navire mesurées par les 8 fibres optiques en fonction des différents cas de charge et des conditions aux limites.

Une seconde partie concernera le développement d'une nouvelle version de capot de protection (imprimé 3D). La résine est entrée dans certains des capots de protection, donc il faudra penser à un nouveau design.

4. Exploitation des données extraites des fibres optiques

Pour représenter le modèle de déformation globale souhaité à partir des mesures de déformation locales du navire, il faut une bonne conception de la géométrie et des propriétés des matériaux et une représentation correcte des charges et des conditions aux limites, qui a été réalisée à l'aide des logiciels de CAO Catia v5 et Abaqus. Un modèle de type membrane a été utilisé, car les éléments filaires sont suffisamment grands par rapport à l'épaisseur du coque (12 mm). Des analyses statiques FE ont été effectuées pour trois cas de contraintes: flexion, torsion, et simulation d'une vague (pression normale distribuée).

Afin de représenter la déformation mesurée par chaque réseau de Bragg, nous avons créé des éléments filaires fixés à la surface avec une longueur d'environ 1260+/-5 mm et 1270+/-5 mm (selon la fibre optique). Un déplacement pris d'exemples des trois cas de charge mentionnés ci-dessus a été appliqué à ces éléments. Nous avons comparé un premier modèle avec seulement les déplacements mesurés du modèle en flexion (par exemple) avec un autre modèle où nous avons mis les BC des déflexions plus les conditions aux limites pour savoir s'il est nécessaire de connaître l'état de chargement de notre navire pour relier le type de déformation que nous mesurons.

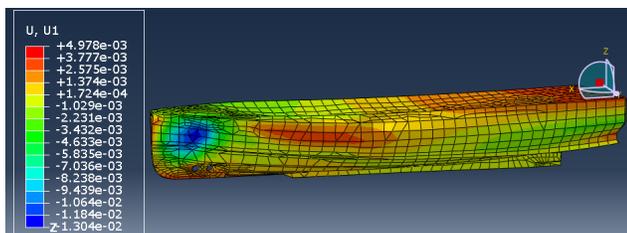


Figure 1. Déformation du navire en flexion

5. Nouveau design du capot de protection de la fibre optique

La deuxième tâche consiste en la création d'un nouveau capot de protection en fibre optique. D'une part, sa manipulation est compliquée par sa petite taille et, d'autre part, la fibre optique est trop étroite aux angles obtus, ce qui pourrait entraîner la rupture de la fibre optique et la perte du signal. À cela s'ajoute le problème de la pénétration de la résine. Pour résoudre tout cela, nous avons augmenté les tangentialités pour une meilleure étanchéité, nous avons réduit la pente de l'entrée du capuchon de la fibre optique, nous avons augmenté les surfaces où les capuchons sont scellés avec du mastic (pour que la résine ne pénètre pas) et en général nous avons augmenté les dimensions.

6. Conclusions

Il est important de comprendre le comportement de la structure afin de savoir si les résultats sont cohérents, et si les conditions appliquées représentent les contraintes auxquelles un navire pourrait être soumis ou non. Ceci peut être utilisé pour relier directement un cas de charge aux valeurs déterminantes de la déformation en fonction de la position des réseaux de Bragg.

Il est clair qu'avec seulement la réponse de 8 fibres optiques (en réalité, seules 5 d'entre elles fonctionnent), nous ne pourrions pas obtenir une bonne représentation de la déformation globale, mais seulement une déformation locale pour les zones où les fibres optiques sont plus concentrées.

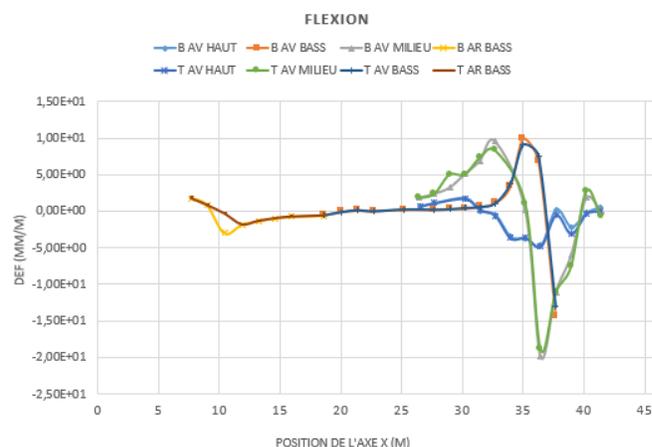


Figure 2. Déformation par rapport à la position de l'axe x (le long du navire) et de la fibre optique pour le cas en flexion.

Ce qui est clair, c'est que la position des fibres optiques supérieures, les plus hautes, donne des informations sur la flexion du bateau (hogging et shagging) et les deux plus basses sur le comportement des vagues. Puisque les deux premiers sont au-dessus de la ligne de flottaison. Ce serait un point de référence pour l'interprétation des déformations.

Toutefois, il peut être intéressant d'installer ces fibres dans les zones où l'on sait que le navire présente un risque plus élevé de déformation ou de rupture, afin d'économiser d'importants coûts d'installation de fibres optiques.