



**HAL**  
open science

## Comportement mécanique et tenue en service de composites recyclables pour application nautique

Haithem Bel Haj Frej, Romain Léger, Perrin Didier, Patrick Ienny

### ► To cite this version:

Haithem Bel Haj Frej, Romain Léger, Perrin Didier, Patrick Ienny. Comportement mécanique et tenue en service de composites recyclables pour application nautique. Journées Jeunes Chercheurs Eco-composites et Composites Bio-sourcés, Mar 2018, Tarbes, France. hal-03238416

**HAL Id: hal-03238416**

**<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-03238416>**

Submitted on 8 Jun 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Comportement mécanique et tenue en service de composites recyclables pour application nautique

Haithem BEL HAJ FREJ<sup>1</sup>, Romain LEGER<sup>1</sup>, Didier PERRIN<sup>1</sup> et Patrick IENNY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre des Matériaux des Mines d'Alès, IMT Mines Ales, Univ Montpellier, Ales, France

---

## Résumé

Les premières tentatives d'utilisation des matériaux composites en milieu marin datent de plus de 70 ans. En conséquence, en août 2017, la flotte des navires de plaisance comptait plus d'un million d'immatriculations en eaux maritimes françaises dont environ 12 500 délivrées en 2017 [1]. Chaque année, en France, environ 25.000 bateaux sont laissés à l'abandon, stockés, brûlés ou coulés en mer [2]. Ces exutoires non-écologiques dépeignent un manque de solutions pérennes et économiquement rentable de la gestion des bateaux de plaisance hors d'usage (BPHU) qui, pour la plupart, sont constitués des résines pétrosourcées thermodurcissables renforcées par des fibres de verre et de carbone. Malgré les nombreuses tentatives de substitution de ces matériaux par des bio-composites issus de la biomasse, lesquels présentant des résultats encourageants au niveau écologique, les performances mécaniques médiocres et la durabilité limitée ne les favorisent pas pour des telles applications. Les limitations du recyclage de ces matériaux ainsi que les coûts de production élevés d'une part, et l'apparition sur le marché des résines thermoplastiques infusibles d'autre part [3] permettent d'entrevoir enfin une nouvelle stratégie de gestion des BPHU. Dans ce contexte d'économie circulaire, les objectifs de la présente étude sont de caractériser dans, un premiers temps, de nouveaux composites développés à partir des fibres de carbone recyclées et de résines thermoplastiques infusibles à température ambiante, et dans un second temps, d'étudier la durabilité et la recyclabilité de ces matériaux en vue de les utiliser dans des structures nautiques.

## Mots clés

Composites, milieu marin, durabilité, recyclabilité, thermoplastique.

---

## 1. Introduction

Les bateaux de plaisance sont fabriqués majoritairement en composites à résine thermodurcissable (le plus souvent, résine polyester renforcée par des fibres de verre) ce qui pose des problèmes amont en phase de construction avec les dégagements de styrène lors de la réticulation de la résine et aval en fin de vie avec l'absence de filières pérennes de gestion des BPHU. Comme la solution la moins coûteuse est la mise en décharge, l'impact environnemental est très important d'où la nécessité de développer des solutions beaucoup plus écologiques.

Dans ce contexte, la région Occitanie finance le projet DURACOMP qui implique le Centre des Matériaux de l'École des Mines d'Alès (C2MA) et deux partenaires industriels régionaux : la société

REVINSIDE qui développe une gamme de catamarans de loisirs électriques haut de gamme et dont l'activité est résolument tournée vers l'innovation et l'écoconception ainsi que la société en création ECOTRANSAT qui s'appuie sur l'association DEFERLANTE OCEANE et ambitionne de créer un chantier naval dédié à l'écoconception. Les objectifs de cette thèse sont, outre la caractérisation mécanique du nouveau composite, de comparer ces résultats avec ceux obtenus pour des composites monolithiques pétrosourcés et traditionnellement utilisés dans le milieu marin. Ces matériaux présentent, en effet, une bonne tenue en milieu sévère sous chargement couplé hydro-thermo-mécanique. Il s'agit également d'évaluer la durabilité de cet éco-matériau à résine thermoplastique et de vérifier son potentiel de recyclabilité après vieillissement accéléré dans l'eau.

## 2. Matériaux et méthodes

La résine utilisée dans ce travail de thèse est une résine acrylique thermoplastique peu visqueuse qui offre l'avantage d'être infusible à température ambiante et dont les propriétés mécaniques sont comparables à celles des résines époxy. Cette résine, potentiellement recyclable, sera renforcée par des fibres de carbone recyclées issues de déchets de production ou de produits en fin de vie issus de l'industrie aéronautique. Ces fibres pourront ou non être traitées afin d'assurer une bonne compatibilité avec la matrice.

La campagne expérimentale sera dédiée en premier temps à l'optimisation de la méthode de mise en œuvre de ces éco-composites par infusion sous vide. Dans un deuxième temps, la détermination des propriétés mécaniques de ces matériaux à faible empreinte environnementale sera réalisée tout en les comparant avec celles d'un matériau de référence. Une fois ces matériaux caractérisés statiquement, leur durabilité sera étudiée en menant des essais de vieillissement accéléré dans l'eau représentatif des conditions de service de la structure. Le suivi expérimental du matériau sera accompagné toutefois par des analyses de la morphologie et de la microstructure ainsi que des mécanismes de dégradation. Finalement, la recyclabilité du matériau sera étudiée avant et après vieillissement. Un modèle numérique sera proposé afin de prédire la durée de vie du matériau pour des conditions hydro-thermo-mécaniques données.

## Références

- [1] Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer, "La plaisance en chiffres" 2017.
- [2] Claire Maron, "Plaisance: Les bateaux peuvent être recyclés - Lorient - LeTelegramme.fr," 2014. [Online]. Available: <http://www.letelegramme.fr/morbihan/lorient/plaisance-les-bateaux-peuvent-etre-recycles-21-10-2014-10394776.php>. [Accessed: 20-Feb-2018].
- [3] P. Davies, P. Y. Le Gac, and M. Le Gall, "Influence of Sea Water Aging on the Mechanical Behaviour of Acrylic Matrix Composites," *Appl. Compos. Mater.*, vol. 24, no. 1, pp. 97–111, 2017.