

CONTEXTE

Les bateaux en fin de vie présentent une problématique environnementale puisque ceux-ci ne sont actuellement pas recyclables et finissent dans les sites d'enfouissement ou sont directement laissés dans la nature. Le présent projet de recherche est issu du Programme de bateaux abandonnés (PBA) de Transport Canada et a pour but d'analyser le recyclage des navires en matériaux composites (fibres de verre et résine thermosable) ainsi que les performances des matériaux recyclables dans la conception de navires. Pour la réalisation du projet, le centre Innovation maritime (IMAR) s'est associé au Centre de développement des composites du Québec (CDCQ). L'expertise des deux centres spécialisés dans le domaine maritime et des matériaux composites permet de tester, analyser, concevoir, fabriquer et valider rigoureusement le potentiel du recyclage et des matériaux recyclables pour des applications maritimes.

MÉTHODOLOGIE

Dans un premier temps, des essais de mise en œuvre ont été réalisés dans les laboratoires du Centre de développement des composites du Québec afin d'étudier le système de résine thermoplastique ciblée. Ainsi, des tests de vieillissement et de caractérisation mécaniques ont été accomplis. Les propriétés obtenues ont été comparées avec celles de constructions traditionnelles. Ensuite, une collaboration fut établie avec des entreprises du secteur nautique. Lorsque la composition visée fut appropriée, des pièces prototypes (coque et pont) ont été moulées avec les matériaux et procédés retenus. En parallèle, un protocole de test a été élaboré par Innovation maritime et des essais en conditions réelles sur les prototypes seront réalisés sur le fleuve Saint-Laurent au printemps 2021. Entre-temps, les bateaux ont été testés dans les installations intérieures d'Innovation maritime (test de chute en bassin).

RETOMBÉES SUR LA FORMATION

Dans le cadre du projet, l'équipe du CDCQ a été accompagnée d'un étudiant lors de la fabrication du prototype de bateau en composite thermoplastique chez le mouleur. Cet étudiant a donc bénéficié d'une expérience de travail pratique en milieu industriel et a été formé sur les techniques d'infusion de grandes pièces avec une résine non conventionnelle. À la fin de l'été, une midi conférence a été organisée et l'étudiant a présenté son expérience aux étudiants et enseignants en techniques de transformation des matériaux composites du Cégep de Saint-Jérôme.

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

La propriété intellectuelle développée dans le projet reste disponible au partage. D'ailleurs, à la suite du projet, il est envisagé de présenter les résultats aux différentes entreprises et acteurs du secteur nautique afin de les sensibiliser à des solutions alternatives pour la construction de bateaux en matériaux composites plus facilement recyclables.

PARTENAIRES

Plusieurs partenaires ont contribué à la réalisation du projet. Le leader des matériaux de spécialités Arkema a fournis la résine acrylique utilisée pour les essais et pour le prototype de bateau en composite thermoplastique. Le fabricant de bateaux électriques écologiques Vision Marine Technologies nous a permis d'utiliser son moule d'embarcation Volt 180 via son sous-traitant AbitibiCo chez lequel les deux bateaux de validation ont été fabriqués.

HYPOTHÈSE DE DÉPART ET RISQUE

La fabrication de bateaux en matériaux composites depuis les 50 dernières années a permis d'obtenir des produits performants et durables. Ces embarcations sont fabriquées avec une grande variété de matériaux : des fibres de verre, une résine thermosable, du bois, des mousses, des pièces de métal, etc. La complexité de la revalorisation provient de cette hétérogénéité des matériaux qu'il faut séparer lors du démantèlement des navires. De nos jours, durable inclus aussi la notion de recyclabilité en fin de vie. Il nous faut donc repenser complètement la fabrication des bateaux pour permettre de les revaloriser. Afin de relever le défi de faire un bateau 100 % recyclable, le CDCQ et IMAR regroupent leurs experts pour réaliser une embarcation. La construction, les matériaux et les procédés de fabrication doivent être réinventés pour fabriquer un bateau aussi performant. Les risques du projet résident dans la maturité des matériaux et procédés ciblés pour le développement du bateau recyclable.

RÉSULTATS

Jusqu'à maintenant, deux bateaux ont été construits. Un avec des matériaux traditionnels (fibres de verre et résine thermosable) et l'autre, à l'aide de fibres de verre et de résine thermoplastique. Le projet a permis de valider le procédé et d'évaluer les avantages et les inconvénients de la fabrication avec ce nouveau type de matériau. Des essais de recyclabilité ont aussi été effectués. Certaines améliorations potentielles ont été observées et une phase 2 est en cours. Le CDCQ travaille en partenariat avec un industriel pour mettre au point une nouvelle gamme de résines pour formuler le gelcoat (couche esthétique), la matrice et les mousses utilisés dans la construction du bateau. Les procédés de fabrication seront adaptés pour éliminer entre autres toutes les composantes en bois qui rendent la revalorisation des bateaux difficile. IMAR travaille à la validation de la structure de l'embarcation, l'instrumentation et à des essais en conditions réelles d'utilisation.



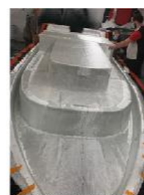
Fabrication de la coque (gelcoat et renforts de fibres de verre)



Fabrication de la coque (ajout de renforts de fibres de verre)



Infusion de la coque



Matrice de la coque - placement des renforts



Bateau recyclable en composite thermoplastique (première version)



Test de chute du bateau en bassin protégé en composite thermoplastique



Bateaux prototypes dans le bassin d'essai à l'Innovation maritime

FINANCEMENT

Le projet est financé par le Programme de bateaux abandonnés (PBA) de Transport Canada. De plus, une portion de l'enveloppe R102-V3 a été utilisée pour les déplacements chez le mouleur afin de fabriquer les pièces prototypes.

AVANCÉE TECHNIQUE OU TECHNOLOGIQUE

À ce jour, l'ensemble des bateaux commerciaux sont constitués de matériaux composites à matrice thermosable (résine polyester, vinylester ou époxy). La résine thermoplastique ciblée pour le projet représente en soi une avancée technique. Cette résine acrylique, bien que thermoplastique, se moule comme les résines thermosables. Ceci permet d'utiliser les renforts de fibres de verre habituels. Le procédé employé est aussi une avancée technique pour le secteur nautique. La plupart des bateaux au Québec et au Canada sont encore produits à l'aide d'un procédé de moulage artisanal nommé *moulage contact*. Dans notre projet, le procédé d'*infusion sous vide* a été employé pour faire des pièces innovantes et performantes.

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

L'intégration de changements n'est pas toujours facile dans un contexte de production. Les entreprises partenaires se sont montrées ouvertes aux solutions proposées pour le nouveau bateau. Comme le procédé d'infusion sous vide n'était pas un procédé utilisé à grande échelle dans leur production, le projet a permis de faire un transfert technologique au mouleur. Lors de la fabrication des deux bateaux, le CDCQ a participé activement aux opérations de moulage en usine et l'entreprise a été initiée à la technique de moulage et aux paramètres à contrôler. De plus, un transfert de technologie a été réalisé sur la nouvelle résine thermoplastique employée.

COMPÉTITIVITÉ

Le but principal du projet est orienté sur le développement durable. Bien que les résultats soient prometteurs, il reste certains éléments à évaluer dont l'aspect économique. Toutefois, nous croyons que le projet ouvre la porte à de nouveaux marchés (consommateurs avec conscience environnementale). De plus, lorsque les règlements environnementaux deviendront plus sévères, comme par exemple dans les pays d'Europe, le développement réalisé dans le projet permettra aux entreprises d'être plus compétitives, plus performantes.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Globalement, notre projet cible directement deux objectifs du programme de Transport Canada afin de protéger l'environnement : 1- recyclage des bateaux et 2- développement de matériaux et conception d'aménagements structurels (coque, cabine, cale, etc.) pour améliorer le caractère recyclable d'un bateau et ainsi réduire son impact sur l'environnement en fin de vie. Le premier volet vise le court terme alors que le deuxième volet est à plus long terme. La présente portion du projet permettra donc de résoudre la problématique des bateaux en fin de vie dans quelques années puisque les résultats du projet ne sont pas encore appliqués en industrie.

DANS UN MONDE SANS CONTRAINTE...

Le manque de financement limite grandement la capacité de revalorisation des bateaux en fin de vie et le développement des bateaux de demain. Le projet pourrait aller plus loin s'il était plus facile de convaincre les fabricants que ce serait profitable à long terme d'opter pour des matériaux et procédés différents et ainsi, intégrer les innovations de développement durable. Aussi, nous croyons qu'intégrer des étudiants à des projets de développement durable est prometteur pour qu'ils puissent influencer les entreprises qui vont les embaucher et ensuite devenir des agents de changement. Si nous avions eu les moyens financiers, plusieurs étudiants auraient été intégrés au projet.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

CLOUTIER Simon,

étudiant-stagiaire CDCQ

CÔTÉ Christian, enseignant IMAR

DUGAS Gabriel, chargé de projets IMAR

MATHIEU Yves, chargé de projets CDCQ

POIRIER Daniel, chargé de projets CDCQ

RENAUD Christophe, technicien CDCQ

RIOUX Francois Xavier, chargé de projets IMAR