

Construire un catamaran de croisière prototype : sandwich ou composite bois époxy ?

MULTICOQUES MATCH

Pour le composite bois époxy

Alain Borsotti a fait ses classes chez Denis Kergomard au chantier de la Méridienne, il a ensuite construit les Etincelle 60' au Brésil (J. Fioleau) avant de s'installer à Sète et de fonder Rives Sud. Spécialiste des multicoques, restaurateur et constructeur de talent (Fleury Michon IV, Pat's), Alain maîtrise parfaitement tous les composites, mais avoue une préférence pour le bois époxy.



La construction composite bois n'a cessé d'évoluer depuis 25 ans. A l'époque, je construisais mon premier catamaran (un Punch 1000 de Ph. Harlé), sorte de Muscadet à deux pattes, caisse en contreplaqué "westé" à la résine, stratifié seulement sous la flottaison et collé en joints congés. Il navigue toujours aux Caraïbes, en parfait état. Une autre alternative était le bois moulé : méthode magique (et longue !) pour fabriquer des multicoques tout en courbes, légers et résistants. Il m'aura fallu quatre ans pour reconstruire Fleury Michon 4, trimaran de 45 pieds dessiné par Dick Newick ! Cette méthode semble difficilement rentable de nos jours, car trop coûteuse. Dommage, car c'est le "nec plus ultra".

La multiplicité des techniques composite bois permet d'optimiser devis de poids, contraintes mécaniques, exigences de confort et esthétique, à condition d'adopter le bon matériau au bon endroit. Le trawler à voile RS57 actuellement en construction au chantier regroupe les trois techniques principalement utilisées aujourd'hui.

Le strip planking, héritier en droite ligne (ou en droit fil !) du bois moulé est idéal pour la réalisation des fonds de coques. Il est composé de lattes de red cedar (cèdre rouge, bois imputrescible de 20 à 30 mm d'épaisseur) collées ensemble puis recouvertes de tissu de verre biaxial imprégné de résine époxy. Raideur longitudinale

et résistance aux chocs sont ainsi garanties.

Le contreplaqué entre dans la construction des cloisons et des bordés. La découpe numérique permet aujourd'hui un gain de temps et une précision d'ajustage qui étaient inimaginables il y a une quinzaine d'années. Tous les éléments arrivent entièrement prédécoupés aux cotes grâce à un logiciel informatique couplé à une machine à commande numérique industrielle. Ces éléments sont ensuite assemblés au sol, tel un puzzle géant. Piges d'alignement et scarfs en escalier permettent un collage optimum des différents éléments. Les fonds de coques reçoivent ces éléments (varangues, cloisons et autres renforts), puis le tout est aligné au laser. La collaboration de trois personnes pendant deux semaines a suffi pour aligner l'ossature du RS57. Auparavant, les côtés extérieurs des bordés avaient été stratifiés sous vide sur un marbre, réduisant ainsi le travail de finition et de ponçage. L'intérieur est entièrement "westé" (imprégné de résine époxy) en trois couches, rendant impossible une reprise d'humidité dans le temps.

Pour le pont et le rouf, la technique dérivée du sandwich, déjà bien connue, nous paraît la plus appropriée. Pour le RS57, nous avons adopté le principe suivant : couche supérieure (extérieure) en tissu de verre, âme en mousse PVC et couche intérieure en contreplaqué. Le CP en parement intérieur pourra recevoir sa laque de finition sans exiger un travail fastidieux de ponçage et enduisage. La mousse PVC garantit une excellente isolation thermique, et la stratification extérieure complète la rigidité de l'ensemble.

Il y a 20 ou 30 ans, l'assemblage des différents éléments se faisait exclusivement avec des vis et des joints congés. C'était parfois leur point faible, par lesquels des infiltrations d'eau pouvaient se produire, ainsi qu'une faiblesse structurelle à l'usage. Désormais, toutes les pièces d'un multicoque moderne en composite bois sont stratifiées entre elles par des bandes de tissu, généralement biaxial. Des cloisons principales aux varangues et jusqu'à la moindre étagère, toutes les pièces

participent à la structure de l'ensemble. Ceci explique le résultat : des châssis légers, d'une raideur incomparable. L'adjonction de fibre de carbone en petites quantités aux endroits stratégiques (cloisons de mât, poutres, appendices) permet d'améliorer encore les performances techniques. L'évolution des techniques du composite bois ces 30 dernières années, la variété d'usage et de formulations qu'elles offrent, en font une alternative tout à fait intéressante par rapport aux autres matériaux reconnus. Les principaux reproches que l'on pouvait adresser au bois il y a quelques décennies ne sont plus d'actualité. L'entretien extérieur est largement facilité par l'emploi systématique de tissu et résine époxy en revêtement extérieur sur l'ensemble du bateau. Ainsi, le bois est très bien protégé de l'humidité, et à part une peinture neuve tous les 10 ans, l'entretien n'est pas plus contraignant que pour n'importe quel autre matériau. L'entretien intérieur est, quant à lui, bien plus simple : pas de vaigrages, pas de meubles rapportés, une structure globale lisse et unifiée, qui facilite le nettoyage et une éventuelle rénovation. Enfin, grâce à l'alliage de matériaux comme les fibres de verre biaxiales, les fibres de carbone, à l'étanchéité de la résine époxy, à des contreplaqués relativement fins agencés entre eux et solidaires de manière à assurer une bonne solidité globale, on obtient au final des bateaux légers et résistants. Enfin, ce matériau reste parmi les plus écologiques pour la construction navale, la proportion de bois étant bien supérieure aux matériaux issus du pétrole, offrant un bilan carbone parmi les plus bas. Un argument de plus qui laisse à penser que le composite bois a aujourd'hui plus que jamais sa place dans la construction navale.



Le match de Multicoques Mag est une tribune ouverte, un espace de liberté d'opinion ouvert aux acteurs de la plaisance à plusieurs coques. Pour ce match, nous avons demandé à Dereck Kelsall et à Alain Borsotti de nous donner leur avis sur la meilleure méthode de construction d'un multi. Composite bois époxy ou sandwich, à vous de juger...

Pour le sandwich

Derek Kelsall est un pionnier des multicoques (il est notamment un des principaux inventeurs du process sandwich). Coureur, constructeur, architecte de talent, il a signé les 3 fameux Three Legs of Mann de Nick Keig, ainsi que William Saurin, le premier des trimarans géants pour Eugène Riguidel. Aujourd'hui établi en Nouvelle-Zélande, Derek s'occupe du développement et de la promotion de sa technique de construction à l'unité, le KSS, en plus de ses activités de designer.



J'ai toujours aimé travailler le bois, mais ajouter de la résine à chaque étape me semblait moins intéressant ! Pour un canoë par exemple, les lattes de bois peuvent donner un résultat remarquable, mais, si on cherche un maximum d'efficacité dans le temps de construction, le coût et le poids, il existe une technique supérieure à toutes les autres : le KSS sandwich. La mousse de PVC utilisée comme âme entre deux peaux de fibre de verre montre une souplesse d'emploi unique. Il n'y a presque aucune limite aux formes qui peuvent être mises en œuvre et nous découvrons toujours de nouvelles "ficelles du métier". Le contreplaqué et le bois moulé sont figés, l'usage de la mousse n'est limité que par

l'imagination, comme un logiciel d'ordinateur régulièrement mis à jour.

POURQUOI LE SANDWICH ?

Quand j'ai construit mon premier trimaran au Texas, nous avons utilisé du mauvais contreplaqué, recouvert d'un matériau formidable : la fibre de verre ! Je me suis demandé pourquoi la fibre n'était utilisée que pour le revêtement, tant elle semblait robuste et dure. A l'époque, je ne connaissais rien au design ou à la construction des bateaux, mais mon bagage en ingénierie me montrait que la première exigence de la fabrication d'un bateau était la rigidité des panneaux, et que ce sont les différentes formes de sandwichs qui offrent la meilleure rigidité. Une structure sandwich est constituée d'une âme légère et de peaux fines, mais très résistantes. C'est le principe de la poutre IPN ; la rigidité est proportionnelle au carré de l'épaisseur ; si vous doublez l'épaisseur de l'âme, elle devient 4 fois supérieure avec un poids supplémentaire négligeable !

LES MATERIAUX

Dès 1965, j'ai trouvé les bons matériaux en Grande-Bretagne, c'était l'époque où le polyester moulé devenait populaire. La société BTR Industries avait produit le Pasticell, une mousse PVC à damiers qui n'avait pas encore été utilisée sur des bateaux. Pendant quelques années, nous avons utilisé les méthodes traditionnelles, les plaques de mousse étaient fixées au moyen de vis sur des armatures en bois ; j'ai alors suggéré qu'un tissu de verre unidirectionnel serait plus approprié (chaque peau nécessitant au moins deux couches croisées). A l'époque, la résine de polyester était la plus répandue, et c'était celle que je connaissais le mieux. Aujourd'hui, on utilise plutôt la résine Vinylester, mais les spécifications de base n'ont pas changé. La technique traditionnelle encore utilisée pour produire des coques de monocoques en sandwich est fastidieuse (application de la peau extérieure, puis retournement pour appliquer la peau intérieure),

elle implique également de longues heures d'enduit, de ponçage et de peinture. Pas avec le KSS, qui est une méthode complète et directe de fabrication de panneaux ! La plupart des constructeurs recherchent une belle finition, qui implique plusieurs passages d'enduit et le ponçage entre chaque couche. L'épaisseur des peaux de la plupart des multis est d'un ou deux millimètres. Pourtant, j'ai vu des enduits d'une épaisseur de 10 à 12 mm afin d'obtenir une finition "miroir" lors de l'application de la peinture ! L'enduit peut facilement doubler le poids de la peau ! En 1973, j'ai effectué un pas important en fabriquant une table de lamination de grande taille ; je me souviens encore du premier panneau produit avec belle finition brillante qui n'avait pas nécessité toutes ces étapes fatigantes ! Le process avait évolué en qualité et en gain de temps, donnant une meilleure ambiance dans l'atelier et suscitant l'enthousiasme des constructeurs. La possibilité de produire des panneaux de grandes tailles légèrement courbés aux lignes élégantes était assurée ! Travaillant et dessinant en même temps, je concevais mes bateaux pour que toutes les pièces puissent être fabriquées sur le marbre, en employant le vide pour assurer l'adhérence entre le cœur et la peau (le chauffage étant utilisé pour optimiser les qualités de la résine). KSS (Kelsall Swiftsure Sandwich) fut le nom suggéré par notre premier client propriétaire, nous l'avons adopté en 1990. Les clients se sont rapidement mis au KSS. Il n'y a aucune autre technique disponible pour produire des coques élégantes et légères en 3 ou 4 jours comme nous et nos clients le faisons régulièrement !

LA VERSATILITE DE LA MOUSSE

Quand la mousse est utilisée comme âme, elle montre des propriétés remarquables. J'aime la comparer à un bois très léger avec lequel on ne se préoccupe pas du sens de la fibre. Par exemple, les panneaux en courbe simple sont plats lors de leur fabrication (sans la deuxième peau), enlevez-les de la table, pliez pour trouver la forme désirée, et ajoutez la deuxième peau pour fixer la forme en utilisant l'élasticité de la mousse !

LES AVANTAGES DE LA TECHNIQUE SANDWICH KELSALL

Moins de poids / Réduction du temps de construction
Meilleures finitions - Lignes élégantes - Atelier propre
Finition moins onéreuse - Assemblage modulaire
Durabilité (des Kelsall de 45 ans passent des contrôles facilement !)
Facile à réparer - Bref, la plus satisfaisante des méthodes de construction !
C'est pourquoi le KSS est le process qui convient le mieux à la construction des bateaux à l'unité de toutes tailles.
Son seul inconvénient: il ne peut pas être appliqué aux formes de bordés courbes (style coquille d'œuf) de certains designers, mais il reste possible de combiner la technique classique avec le travail sur table KSS.