



L'opérateur se tient debout sur ce qui sera le plafond du rouf et projette une couche uniforme de gel-coat blanc.

Etape n° 3

La fabrication du pont

Votre RM 1050, celui qui va bientôt vous emmener un an concrétiser vos rêves, prend chaque mois un peu plus de consistance. Nous allons observer ici de près la fabrication de son pont. Un élément réalisé en stratifié de verre/polyester chez ALP Composites.

Texte : Marine Chombart. Photos : Yves Ronzier et l'auteur.

FIBRE DE VERRE

Les différents types de tissus

Tous les tissus sont prédécoupés sur une table de découpe à l'aide d'une machine spéciale qui permet d'éliminer les galères de la découpe aux ciseaux. Quand on parle de tissu de 300 ou de 600 on parle du grammage du tissu au mètre carré. Plus un tissu est épais, plus il offre de rigidité et donc de résistance mécanique. Mais moins il est facile à poser ! Enfin, nous note-

rons qu'il se présente en rouleau ou en bande, selon l'usage.
 - Là où le stratifié travaille en flexion, on utilise du roving, tissé perpendiculairement
 - Pour s'opposer à un travail en torsion, on utilise du bibiais, tissé en diagonale. Par exemple, on met des bandes de bibiais pour faire des liaisons entre coque et cloisons.



- 1. Les mats permettent une application de surface sans marquage de tissu (la première couche). Pour les couches suivantes, ils permettent de moins imbiber le tissu et donc d'alléger et faciliter la pose. On met donc du mat entre les couches tissées pour une meilleure cohérence des tissus.**
- 2. Le tissu unidirectionnel est utilisé pour faire des renforts ponctuels, comme par exemple une ceinture de pont. Plusieurs largeurs de toron, de lâchetés différentes permettent une imprégnation plus ou moins rapide du tissu.**
- 3. Mat-roving : les deux tissus sont assemblés par collage ou couture et permettent de faciliter la pose. Lors de cette dernière, on prend soin d'avoir en alternance un mat et un roving.**

Oublions un temps le contreplaqué et les joints congés. Ce mois-ci, c'est l'odeur de résine et la fibre de verre qui nous intéressent. En effet, si la coque et les emménagements du RM sont bien fabriqués en contreplaqué et assemblés à l'aide de résine époxy, le pont est plus classiquement construit en stratifié de verre. En grande partie en sandwich, faisant appel à du balsa comme âme centrale. Mais vous découvrirez ce mois-ci que de même qu'on utilise des bandes de fibres de verre pour renforcer les liaisons entre les bordés, on fait, à certains endroits du pont, appel au CP pour consolider notamment les zones de fixation de l'accastillage. Le stratifié permet de disposer d'un pont avec des formes arrondies, comme celle du rouf, et surtout limite le nombre d'heures de main d'œuvre pour toutes les zones divisées en de multiples surfaces, comme le cockpit.

Mais afin de ne pas alourdir un bateau léger de par sa conception, le pont est essentiellement en sandwich. Difficile d'ignorer en poussant la porte d'ALP que nous entrons chez un spécialiste des pièces en polyester. L'odeur est caractéristique et les grands moules de pont de RM 1050 et 1200 ou de coques de catamarans ne trompent pas.

Un moule ciré et lustré

La pièce qui nous intéresse est bien sûr celle qui va permettre de ponter notre 1050. Un peu plus que le pont d'ailleurs, puisque le moule inclut également le tableau arrière. En matière de construction sur moule, la première des opérations consiste à préparer le fameux moule. De la cire en pâte y est appliquée sur toute la surface au moins toutes les trois coques. Un démoulant est ajouté entre chaque fabrication dans toutes



Avant la projection du gel-coat, le moule doit être impeccablement ciré pour assurer un démoulage facile et une finition parfaite.

LA FABRICATION DU PONT

les parties délicates, les angles ou les parois verticales. Il est essentiel de s'assurer de la présence de la cire absolument partout. Si ce n'est pas le cas, le risque d'arrachage est grand lors du démoulage, une opération toujours très délicate.

Un dernier nettoyage est effectué à l'aide d'une soufflette avant d'entamer la pose du gel-coat qui marque concrètement le début de la fabrication. Le gel-coat isophtalique est appliqué au pistolet sous pression pour que le rendu de surface soit parfaitement homogène. Cette première étape est cruciale pour le résultat esthétique final. Deux heures après, le gel est sec en surface et on peut de nouveau marcher sur le pont et effectuer au pinceau des retouches si nécessaire, plus particulièrement au niveau des parties situées dans les renforcements.

La pose de la première peau

Pour poser la première peau, c'est-à-dire la première couche de tissu, un mat de 300 (fibre de verre non tissée), il ne faut pas attendre trop longtemps au risque que les deux parties n'adhèrent pas bien. C'est pourquoi cette stratification est réalisée dès le lendemain. Les tissus sont découpés au préalable suivant des mesures sur la table de découpage. Au moment de la mise en place sur le pont, il n'y a plus qu'à ajuster. Le mat est alors appliqué sur toute la surface du moule. On utilise du mat pour éviter que la trame du tissu de verre soit décelable à travers le gel-coat (le roving peut « marquer » le gel-coat). Pour une bonne compatibilité ainsi que pour assurer une étanchéité parfaite, on utilise de nouveau une résine isophtalique lors de cette application. Quatre personnes travaillent en même temps sur le pont pour que la pose soit réalisée rapidement, toujours pour des questions de séchage. Sur les surfaces les plus grandes, le tissu est apposé à même le gel-coat, découpé selon la forme. On applique ensuite une couche de résine au pistolet. Et pour s'assurer qu'aucune bulle d'air ne se forme, on passe l'ensemble au rouleau anti-bulles. Un travail à effectuer avec soin, car la moindre bulle devra être poncée et demandera une pose supplémentaire de tissu. Dans les parties verticales et dans les



La découpe s'effectue sur une table à l'aide de patrons et de repères tracés. Les différents tissus sont à disposition, prêts à être déroulés.



Les reliefs en creux, ici les rails du capot de descente sont remplis à l'aide d'une choucroute, une résine polyester préchargée avec de la fibre de verre.



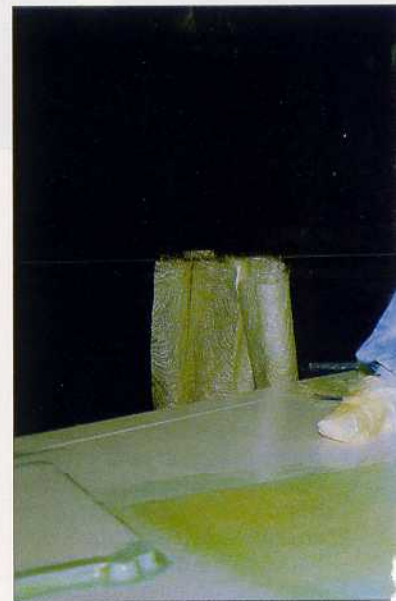
Si les grandes surfaces sont préparées sur la table de découpe, les petites pièces sont découpées à même le moule.

zones plus délicates comme les coins, les choses se corsent. Pour fixer le tissu à l'endroit voulu on passe d'abord au pinceau une petite couche de résine sur les bords. Ensuite, le tissu posé, c'est à la patte de lapin et non plus au pistolet que la résine est appliquée. Les petits bouts sont légèrement superposés pour qu'il y ait de la matière uniformément partout sur la coque, ni trop ni trop peu. Le jour suivant, après

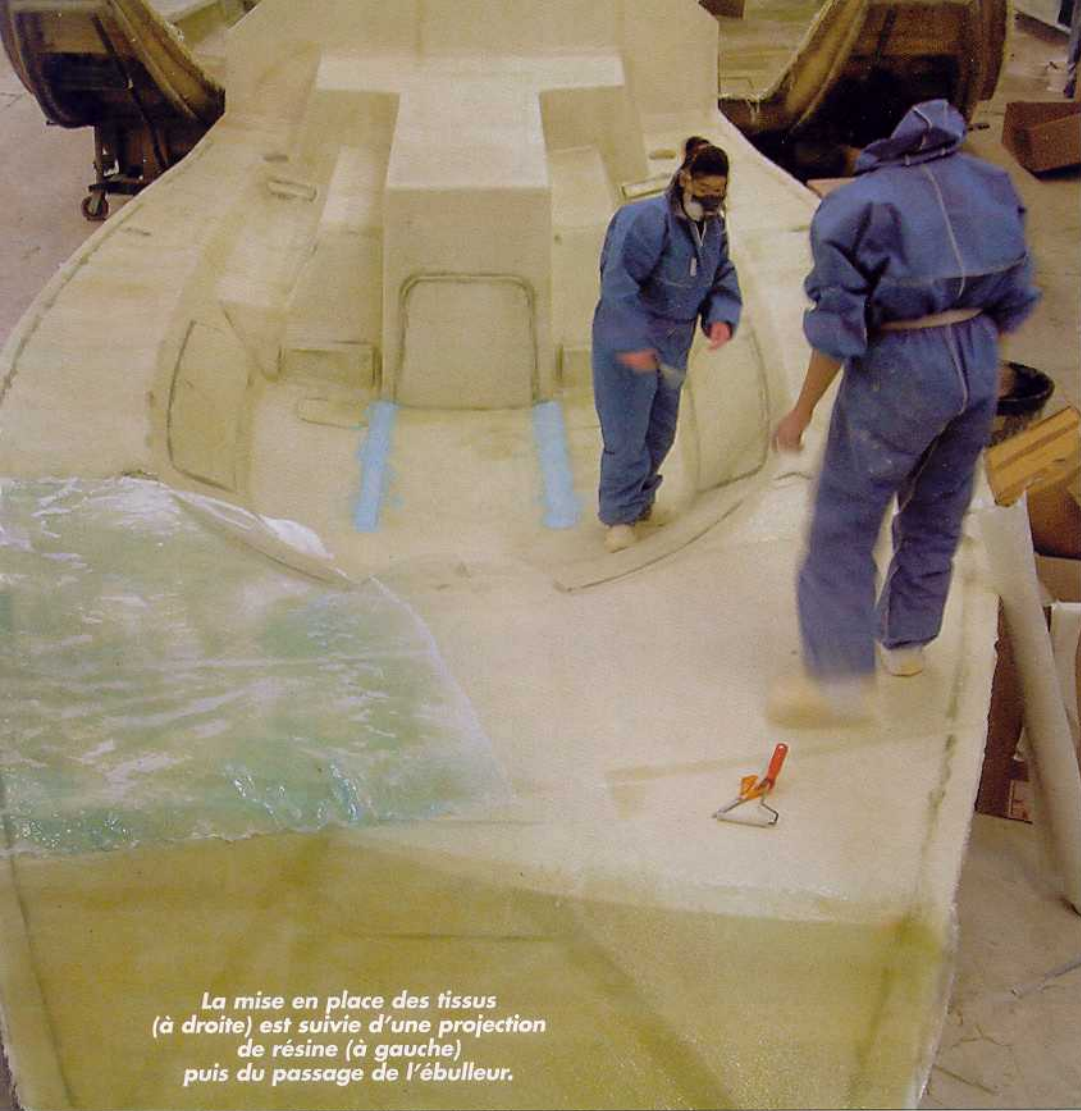
ponçage de la première peau, vient le tour de la deuxième.

Patte de lapin dans les coins

On utilise ici un bibiais de 440 et un roving/mat de 400 posé avec le mat apparent pour limiter le temps de ponçage. Les tissus sont posés à 45° par rapport à l'axe du bateau, et on les su-



perpose en les croisant pour une plus grande solidité. Comme la première, ces deux couches recouvrent l'ensemble du moule. La résine est projetée avant le passage de l'ébulleur, et il est encore nécessaire d'avoir recours à la patte de lapin pour bien l'étaler dans les recoins. Au niveau de la trappe avant, les tissus sont découpés aux ciseaux de manière à bien recouvrir les angles, et des renforts de mat



La mise en place des tissus (à droite) est suivie d'une projection de résine (à gauche) puis du passage de l'ébulleur.

QUALITES

Les résines polyester

Pour la fabrication du pont (mais la même démarche est valable pour la plupart des coques en polyester) on utilise deux types de résines : iso et ortho. Une résine isophthalique présente des qualités mécaniques supérieures mais surtout, elle offre une meilleure résistance à l'hydrolyse que la résine orthophthalique. Cette résine et le gel-coat du même type sont utilisés pour les couches extérieures, celles qui seront en contact avec l'eau. Le reste des couches est collé avec une résine dite ortho, sensiblement moins chère mais aux qualités mécaniques largement suffisantes et éprouvées. La choucroute est une résine polyester préchargée en fibre de verre, qui officie comme de la colle et remplit les vides. Pour chaque application de résine on ajoute un durcisseur dosé de manière millimétrique, en fonction de la température extérieure.



Le pinceau est utilisé pour s'assurer de la présence de résine dans les angles, comme ici au niveau du livet de pont.

L'ébullage qui suit la projection de résine est une étape essentielle. La bonne qualité de la stratification dépend de l'imprégnation des tissus et de l'absence de bulle d'air.

sont ajoutés. D'autre part, les volumes en creux, comme ceux que forment les cale-pieds ou les rails du capot de descente sont comblés avec de la choucroute, une résine polyester chargée en fibres de verre qui passe du bleu au blanc en séchant : il s'agit là encore de limiter la formation de bulles qui fragiliseraient la stratification. La choucroute est posée par paquets puis lissée en surface à l'aide d'une raclette.

Ensuite, avec un pinceau imbibé d'acétone on peaufine le lissage pour limiter au maximum le ponçage à venir.

Echantillonnage à la carte

Après quelques heures de séchage, on peut attaquer (dans l'après-midi) la pose des tissus qui forment le monolithique dit

« d'accastillage ». C'est ainsi que l'on appelle ici les superpositions de tissus de verre destinés aux parties soumises aux efforts les plus importants, celles entre autres qui recevront les chandeliers ou les balcons. Ici, les choses se compliquent : les échantillonnages du pont varient en effet en fonction du rôle structurel des différentes parties. Cela évitera d'ajouter des renforts et des contreplaques à l'heure de

mettre en place l'accastillage. Le détail du plan de pont fourni par le chantier permet de positionner précisément les différentes surfaces en mesurant les distances, les formes moulées du pont offrant de bons repères visuels. On retrouve donc le monolithique d'accastillage sur tout le pourtour du pont : cette zone va être collée à la coque et va accueillir les chandeliers, les bal-



Les plaques de balsa sont mises en place avec précision avant d'être collées puis stratifiées, voire redécoupées.



Le renfort de pied de mât est constitué de trois épaisseurs de contreplaqué de 15 mm : difficile de faire plus costaud.

Le balsa que l'on a collé sur les premières couches de stratifié forme l'âme du sandwich, il est ensuite recouvert à son tour de tissu de verre.

cons et les cadènes de galhaban. On retrouve aussi du monolithique autour de la descente, des panneaux de pont ou des fixations du pataras. Toutes ces zones présentent ainsi une solidité maximale. L'inconvénient de ces parties en monolithique, c'est qu'elles demandent de multiplier les couches de tissu pour avoir suffisamment d'épaisseur : aux peaux communes, il faut ajouter deux couches de roving/mat de 800/300 avec entre les deux un bibiais de 600. Tout ceci se ressent sur la balance. Les autres parties, où les efforts sont un peu moins importants, sont renforcées à l'aide d'inserts en contreplaqué qui permettent de limiter l'épaisseur de tissu de

verre et facilitent le drapage. Ainsi on pose des pièces de contreplaqué CTBX de 15 mm d'épaisseur où sera fixé tout l'accastillage (winches, rails de génois, reprises de cadènes de bashaubans, guindeau, rail de GV, échelle de bain...).

Contreplaqué prétraité

Le CP est préalablement traité avec un accélérateur, car la résine du bois est un inhibiteur de la résine polyester. En forçant ainsi la réaction, la résine du bois n'a pas le temps de réagir au moment de la stratification. La colle est appliquée à l'aide d'une ra-

clette sur les deux parties à encoller, le pont et le bois. Pour que l'adhérence soit parfaite on passe une sorte de mini rouleau-compresseur, qui fait ressortir le surplus de colle. Quant aux interfaces entre les pièces de bois, ils sont remplis de choucroute. Pour éviter les angles vifs, soit le CP est raboté en biseau, soit on réalise un joint congé. Au niveau de l'étambrai, on met en place trois couches de CP de 15 mm : un renfort de 45 mm plutôt costaud ! Reste l'ensemble des zones qui ne sont pas soumises à des contraintes particulières. Pour ces parties, cockpit, passavants et plage avant qui composent la plus grande surface du pont, on parle de « nominal » :

c'est ici qu'est inséré le balsa de 7,2 mm d'épaisseur, qui va assurer la rigidité tout en apportant légèreté à l'ensemble de la structure. Le balsa se présente sous forme de petits rectangles assemblés. Ces plaques sont découpées selon la forme du pont puis collées bord à bord avec une couche de résine chargée. On n'oublie pas d'insérer une gaine entre la descente et le pied de mât : un parcours pour les connexions à venir entre centrale de navigation et afficheurs. Le plus gros est réalisé : reste à poser l'ultime type de sandwich, un feutre de 2 mm qui s'applique dans les zones sans efforts, soit autour des parties de hublots qui vont être découpées



La choucroute, une résine chargée en fibres est étalée sous la plaque de balsa à l'aide d'une spatule avant le collage. Tous les espaces possibles seront ainsi comblés.



L'utilisation d'un rouleau permet de s'assurer de la bonne qualité du collage en appliquant une pression régulière sur chaque centimètre carré de balsa.



Les montants du rouf sont réalisés en feutre, une fibre de verre non tissée qui permet de gagner en épaisseur et densité.



Des coins en bois que l'on enfonce au maillet sont utilisés pour le démoulage.



Ça y est, le pont, immaculé, est sorti de son moule. Reste à le transporter chez Fora Marine pour préparer l'assemblage avec la coque.

et sur l'ensemble des parois verticales (à l'exception de celle de la jupe). Cela pèse un peu plus lourd mais permet de rigidifier la structure tout en offrant une surface de découpe la plus homogène possible. Le principe de pose est toujours le même avec la mise en place du tissu prédécoupé et posé tel un puzzle sur le pont puis la projection de résine qui est ensuite étalée à l'aide de l'éboueur. Toutes ces parties différenciées sont finalement poncées pour limiter les angles et faire des pentes douces. Celles-ci permettront de reposer deux couches de tissu, les mêmes que pour la deuxième peau, c'est-à-dire un roving/mat de 400 et un bibiais de 440, pour

finir l'ensemble de la coque. Cela fait maintenant une semaine que le début du pont a commencé.

Le démoulage final

Dernière étape, la pose des tirants pour retourner le pont. Ce sont des tiges métalliques fixées par une stratification. Il faudra attendre quelques jours de séchage pour que ces pièces soient belles et bien fixées avant de soulever le pont. Six jours après (le délai peut être légèrement réduit) c'est enfin le démoulage du pont : ce dernier est soulevé par les tirants repris sur des chèvres. Pour l'aider à sortir, on

fait glisser des petites cales en coin entre le moule et le pont que l'on introduit en tapant dessus à l'aide d'une masse. Il ne reste plus qu'à le soulever pour libérer les moules. On le pose ensuite sur des bidons montés sur roulettes en protégeant le gel-coat avec du polystyrène. Cela permettra également de le déplacer jusqu'au camion qui le transportera chez Fora Marine. Chez ALP, la dernière phase consiste en un découpage des surplus de stratifié autour du pont. Un trait de détourage marqué dans le moule permet de savoir exactement où il faut recouper le pont. Cet ébarbage est effectué à l'aide d'un disque en diamant industriel monté sur

une meuleuse d'angle qui permet d'effectuer un trait de découpe parfaitement droit (difficilement possible avec une scie sauteuse) sans avoir à s'appuyer sur un gabarit (comme le demande une défonceuse). Cette dernière phase aura pris quatre petites heures.

Reste à présent à le rapatrier sur La Rochelle pour le préparer avant de le poser sur notre coque : découpage des hublots, vaigrage... mais cela, c'est une autre histoire. ▲

**Prochain numéro :
le pontage
du RM 1050**

RENFORTS INVISIBLES

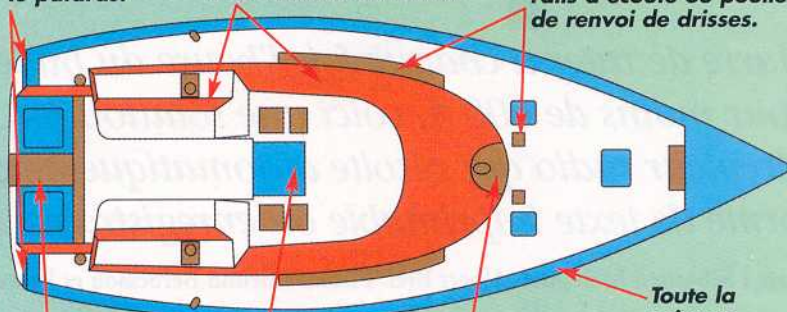
Un pont très composite

La structure du pont répond à des exigences diverses et adopte pour chaque contrainte des renforts adaptés.

Monolithique pour fixer le pataras.

Les dossiers des bancs et les côtés du rouf sont réalisés en feutre.

Du CP pour renforcer les fixations d'accastillage, rails d'écoute ou poulies de renvoi de drisses.



La jupe est renforcée de CP pour la fixation de l'échelle de bain.

Du monolithique plus facile à découper pour la descente.

Le pied de mât superpose trois renforts de CP.

Toute la ceinture du pont est réalisée en monolithique.

Sandwich balsa

Stratifié monolithique

Contreplaqué CTBX 15 mm

Sandwich feutre