

DOSSIER TECHNIQUE DE LA FABRICATION DU VOILIER DEPRON6

Dans le cadre des nouveaux programmes de sixième, le professeur de technologie doit mener à bien la réalisation d'un objet technique sur le thème du transport. Le produit proposé ici est un voilier télécommandé réalisé sur mannequin male. La coque est faite en sandwich époxy, dépron. La méthode de fabrication est identique à celle employée par bon nombre de constructeurs de bateaux à l'unité ou en petites séries qui oblige la réalisation d'un moule.



Le cahier des charges est minimaliste :

- Longueur de la coque : 650
- Largeur : 160
- Hauteur maxi du mât au-dessus du pont : 1000
- Hauteur de la quille sous la coque : 300
- Surface de la voilure : 2250 cm²
- Coût de l'objet sans électronique : 30 Euros
- Poids 1kg

Cette réalisation doit permettre à l'élève d'acquérir les compétences suivantes du programme :

- Décoder un plan de montage, un schéma, un dessin en vue éclatée, une nomenclature associée.
- Par l'expérimentation, proposer une procédure d'assemblage et définir une chronologie des antériorités.
- Vérifier l'organisation du poste de travail, les conditions de sécurité, de propreté.
- Réaliser en suivant une procédure formalisée. Utiliser rationnellement matériels et outillage.
- Contrôler à l'aide d'un gabarit, d'instrument de mesure.
- Identifier et classer les contraintes de fonctionnement, d'utilisation, de sécurité.

SOMMAIRE

Fabrication du chantier	Page N°1
Réalisation des cloisons et des éléments de quille	Page N°4
Réalisation du puit de dérive	Page N°4
Réalisation du voile de quille	Page N°4
Montage de la coque sur le chantier	Page N°6
Réalisation du fond de la coque	Page N°7
Réalisation des bordés inférieurs	Page N°8
Réalisation des bordés supérieurs	Page N°10
Réalisation du pont	Page N°11
Réalisation du gouvernail (tube de jaumière)	Page N°11
Réalisation du gouvernail (mèche et safran)	Page N°12
Réalisation du guignol de gouvernail	Page N°13
Réalisation du pied de mât	Page N°13
Collage du pied de mât	Page N°14
Collage du tube de jaumière (gouvernail)	Page N°14
Mise place des renforts et accessoires dans la coque	Page N°15
Collage du pont	Page N°16
Stratification de la coque	Page N°17
Stratification du pont	Page N°18
Réalisation de la fixation mât/bôme	Page N°18
Réalisation du gréement	Page N°18
Réalisation des voiles	Page N°20
Préparation et peinture de l'ensemble	Page N°21
Montage de la radio	Page N°22
Fabrication du lest	Page N°23

Fabrication du chantier

Le chantier est constitué d'une surface plane, sur laquelle il sera possible de coller différents éléments. Il peut être réalisé en bois ou en plastique. Pour ma part pour des raisons de simplification j'ai opté par une plaque de PVC de 3mm qui repose sur un plan de travail d'une géométrie irréprochable. Ce chantier va nous permettre de construire la coque à l'envers.

Dimensions mini du chantier : 700 x 250



Etape N°1

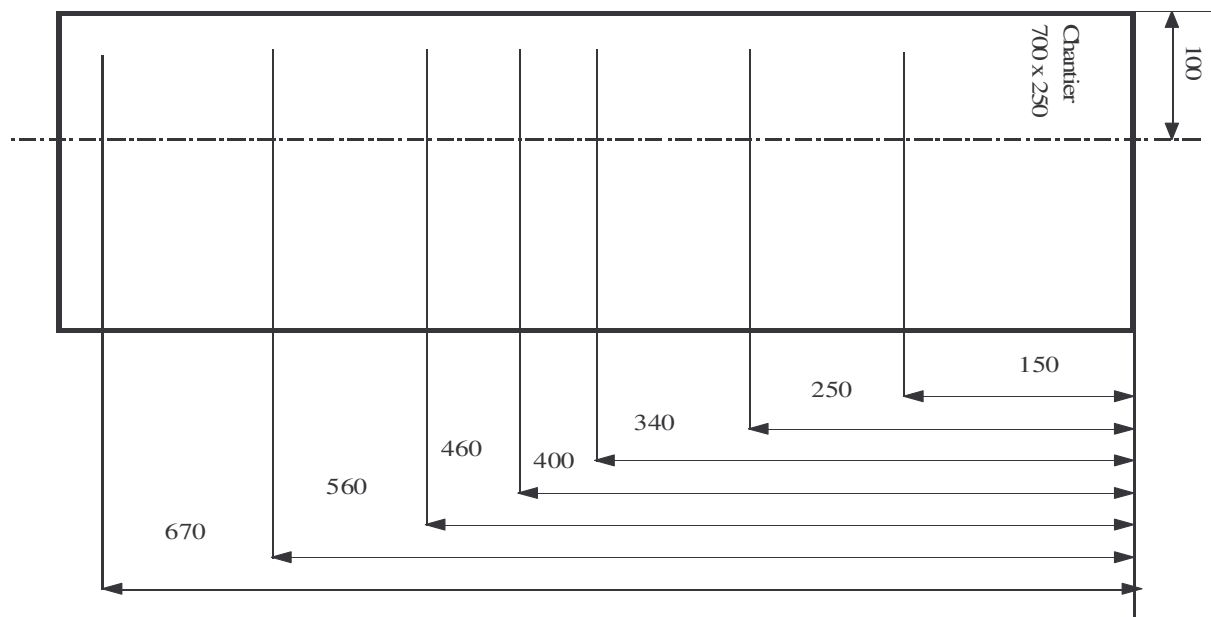
Tracer un axe à 100 mm parallèle au bord de la plaque sur la longueur de 700.

Etape N°2

Nous laissons une marge de sécurité devant l'étrave de 20 millimètres donc pour le tracé nous ajoutons aux dimensions portées sur le dessin DOC N°100, 20 millimètres soient les cotes suivantes : A 150 mm du côté gauche tracer une perpendiculaire à l'axe tracé précédemment.

Même travail mais pour les dimensions suivantes :

- 250, 340, 400, 460, 560, 670. (voir dessins ci-dessous)



Etape N°3

Découpage des calles.

Les calles devant supporter les cloisons sur le chantier sont découpées à la scie ou l'aide d'une cisaille dans une plaque de PVC par exemple. L'épaisseur de cette plaque doit correspondre à l'épaisseur du dépron utilisé, ici du 3 millimètres.

Dimensions des calles

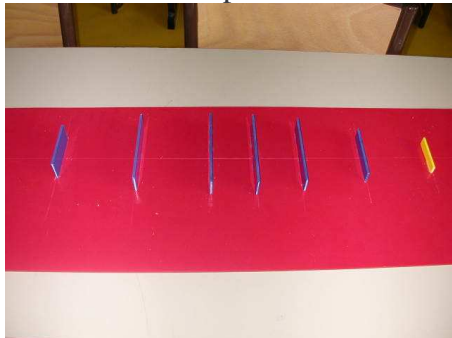
NOM DES CALLES (de l'étrave au tableau arrière)	DIMENSIONS DES CALLES (h x L)
CLOISON N°1	13 X 55
CLOISON N°2	18 X 80
CLOISON N°3	23 X 110
CLOISON N°4	26 X 120
CLOISON N°5	28 X 120
CLOISON N°6	30 X 110
CLOISON N°7	30 X 70

Etape N°4

Mise en place de calles sur le chantier

Tracer sur chaque calle son axe de symétrie, par exemple pour la cloison N°1, repérer le milieu de la pièce soit 27,5. Faites de même sur les autres calles.

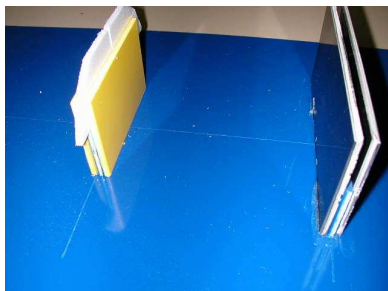
Coller sur le chantier que vous venez de tracer à l'intersection de la ligne longitudinale de la coque et de la ligne de chaque cloison la bonne calle. Utiliser une équerre. (voir document N°100 pour connaître l'emplacement précis de la calle par rapport au tracé.)



Etape N°5

Découpage des supports de cloisons (cadres)

Afin d'assurer une géométrie parfaite et un maintien de chaque cloison à la bonne place, celle-ci est coincée dans un cadre. (voir ci-dessous)



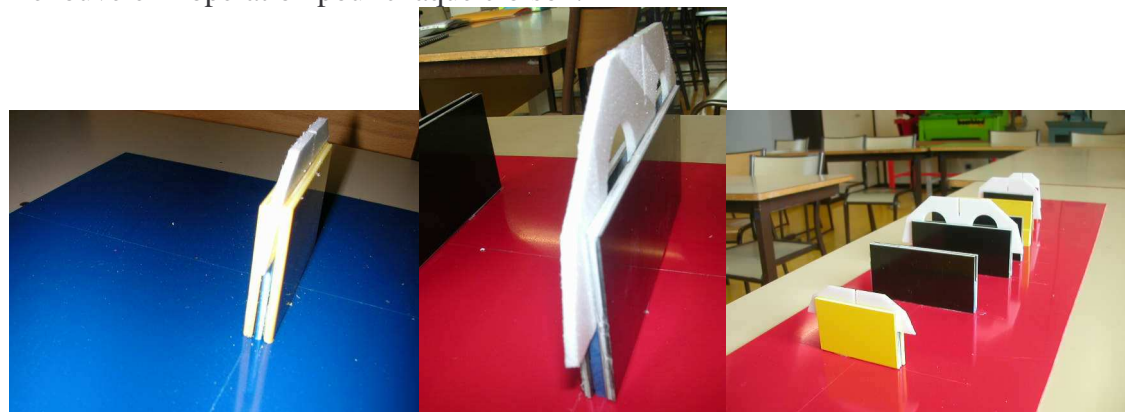
Dimensions des cadres, faire deux pièces à chaque fois, épaisseur 3 millimètres environ.

NOM DES CADRES (de l'étrave au tableau Arrière)	DIMENSIONS DES CADRES (h x L)
CLOISON N°1	50 X 55
CLOISON N°2	50 X 80
CLOISON N°3	60 X 110
CLOISON N°4	55 X 120
CLOISON N°5	55 X 120
CLOISON N°6	55 X 110
CLOISON N°7	45 X 70

Etape N°6

Collage des cadres sur le chantier

Coller de part en part à la calle les cadres des cloisons, attention à l'équerrage. Renouvelez l'opération pour chaque cloison.



Les cloisons en dépron se trouveront maintenues entre les deux cadres. Le chantier peut-être considéré maintenant comme terminé, mais il est toujours possible de coller d'autres éléments permettant un travail plus efficace. Attention pour les cloisons N°3 et N°4, ne réaliser qu'une seule calle de façon à pouvoir coller le puit de dérive. (voir photo) Attention les cadres N°7 sont évidés au centre de façon à laisser passer la quille. (photos)



pas de cadre afin de mettre le puit de dérive

Le montage de la coque peut maintenant commencé.

MONTAGE DU BATEAU

Pour réaliser ce travail nous avons besoin comme matériel :
D'un montage d'assemblage, de colle blanche à bois qualité extérieure si possible (faire un essai sur le dépron), de pinces à linge, d'une équerre, d'un réglet, d'épingles de couture.
Comme matériaux du dépron de trois millimètres d'épaisseur (forme commerciale 3 mètres x 0,8 mètre), du PVC de 3 millimètres et du plat d'aluminium de 3 ou de la plaque d'époxy sans cuivre.

a) Réalisation des cloisons et des éléments de quille.

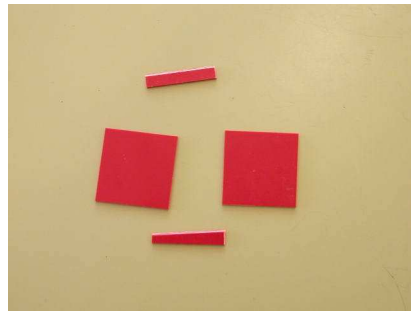
Les sept cloisons ainsi que les différents éléments de la quille sont découpés à l'aide d'une fraiseuse à commande numérique. (ici une mini-fraiseuse Jeulin) Toutefois d'autres solutions sont possibles : découpage à l'aide d'un cutter ou plus simplement d'une paire de ciseaux après traçage sur le dépron.

(voir dessins N°1, N°2, N°3, N°4, N°5, N°6, N°7, N°10, N°11, N°14)



b) Débit des éléments du puit de dérive et de la dérive (utiliser le doc N°13)

Pour la réalisation du puit de dérive, découper dans du PVC d'épaisseur 3 millimètres deux joues (repère N°5 sur doc N°13) aux dimensions de 60 x 60 ou 61. Le découpage se fait ici avec la cisaille. Découper ensuite un morceau de 10 x 60 (repère N°6) ainsi qu'un morceau conique 61 x 10 et x5 (repère N°4) de la même épaisseur que le voile de quille utilisé.



c) Réalisation du voile de quille (document N°13)

En fonction du matériau disponible, l'idéal étant une plaque d'aluminium de 3 mm d'épaisseur mais toute autre matière suffisamment rigide peut-être utilisée (plaque d'époxy de circuit imprimé contre collé pour obtenir une épaisseur de 3 millimètre environ) il convient de cisailer un morceau de 325 x 45. Découper les deux parties coniques du voile de quille.



d) Collage du puit de dérive

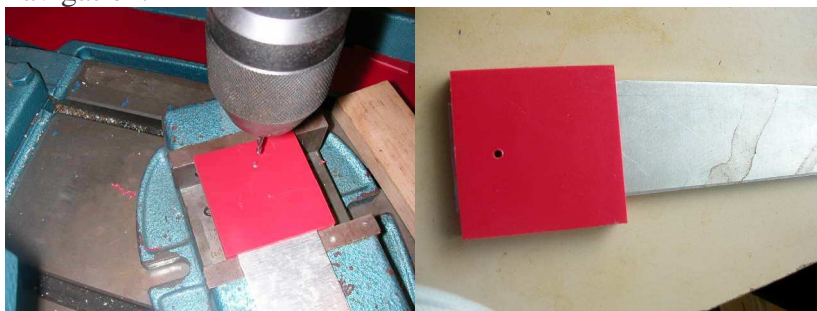
Présenter le voile de quille sur une joue du puit de dérive, placer de part en part les deux calles pièces (N°6 et N°4) découpées précédemment. Encoller les deux calles sur la joue, laisser le voile de quille pour respecter l'écartement des calles. (voir photo)



Une fois la colle sèche, retirer le voile de quille et encoller l'autre joue en prenant garde aux excès de colle à l'intérieur du puit. Maintenir en place avec des pinces et veiller aux respects de la géométrie de l'ensemble.

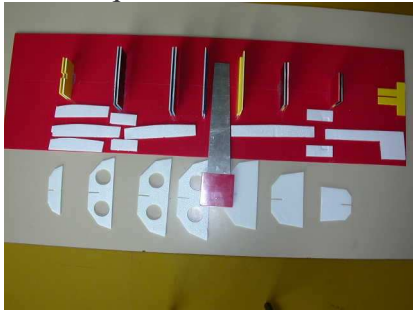


Une fois l'ensemble sec, réaliser en perçage un trou de diamètre 3 dans l'ensemble quille et voile de quille. Ce trou permettra de mettre une vis pour maintenir la quille en place en navigation.

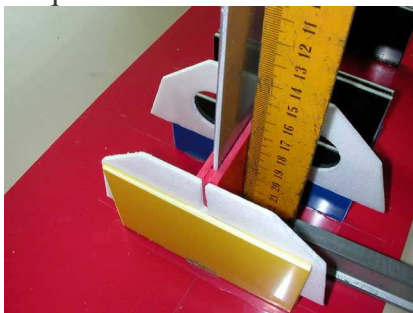


e) Montage de la coque sur le chantier

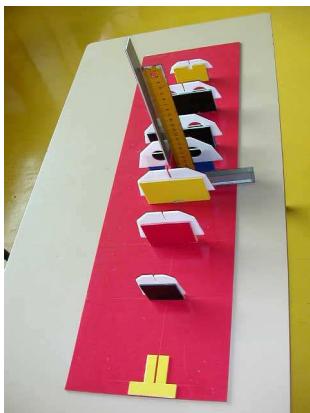
A ce stade du travail nous disposons de tous les éléments pour commencer l'assemblage de la coque, c'est-à-dire le chantier, les pièces en dépron, le voile de quille et le puit de dérive.



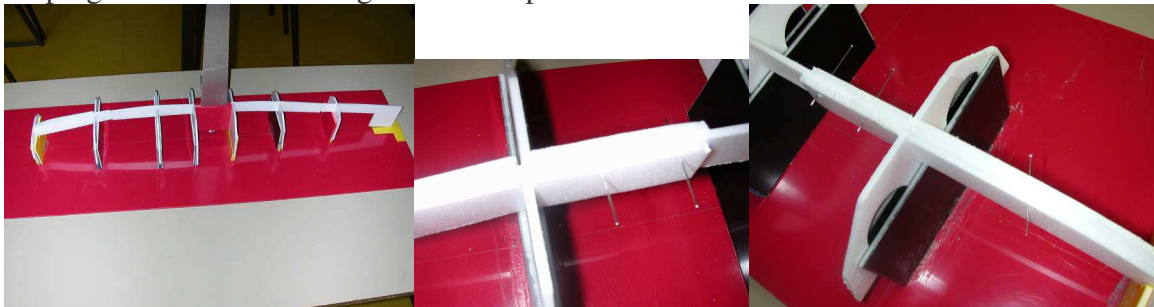
Mettre en place sur le chantier les cloisons N°3 et N°4, placer le puit de dérive avec le voile de quille entre les deux cloisons, encoller et s'assurer de la verticalité à l'aide d'une équerre.

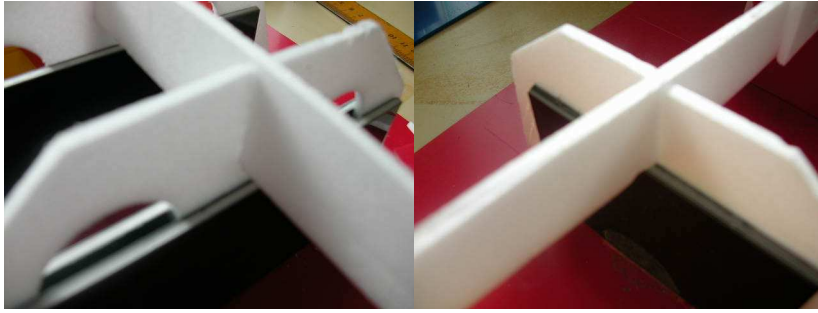


Placer les autres cloisons sur leur support.



Placer les éléments qui constituent la quille, les coller, les maintenir en place à l'aide d'épingles. Attention à l'alignement des pièces.





Le squelette est terminé.

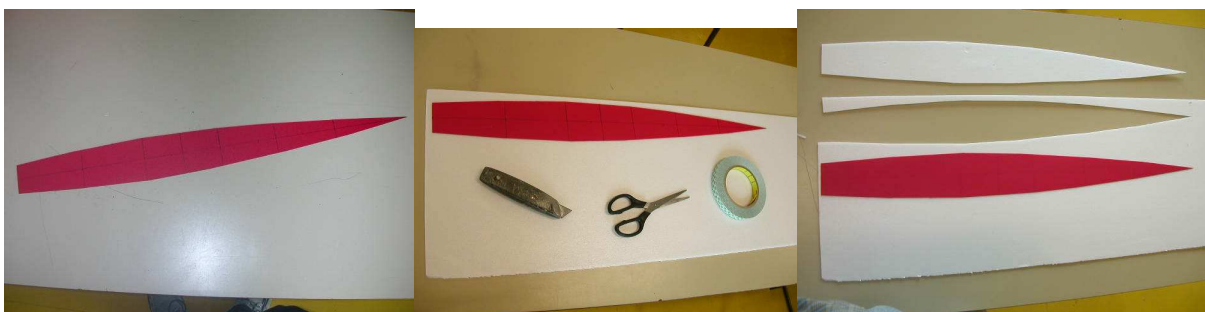
A ce stade du travail, il convient de découper des renforts pour le puits de dérive, ceux-ci sont réalisés dans des chutes de dépron aux dimensions suivantes : 4 morceaux de 10 x 60 environ. Ils sont collés sur les cloisons N°3 et N°4 de part en part du puit de dérive. (voir photo ci-dessous)



f) Réalisation du fond de la coque

Dans le cas où nous réalisons plusieurs coques, il peut-être intéressant de réaliser un gabarit de traçage ou de découpage car les dimensions du fond de la coque sont trop grandes pour être découpées à la CN. (possibilité de faire le fond en plusieurs parties)

A l'aide du document N°20, reportez les dimensions de longueur et de largeur sur un matériau pouvant servir de gabarit (ici du polypropylène de 0,8 d'épaisseur). Le gabarit est découpé à la cisaille ou avec des ciseaux.



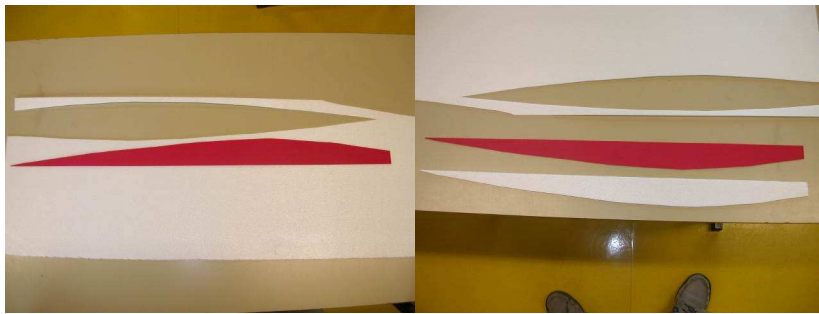
Coller le gabarit à l'aide de ruban adhésif double faces sur la plaque de dépron, guidez la lame du cutter ou la paire de ciseaux le long du gabarit. Décoller le gabarit de la plaque de dépron.

Le fond étant découpé, il convient de le coller sur le squelette (quille et cloisons). Si les différents éléments ne sont pas à la même hauteur, ajuster cette dernière à l'aide de papier de verre à grains moyens. Maintenir le fond en place grâce à des épingles de couture, poids, élastiques. Attention à bien le centrer. Laisser sécher l'ensemble.



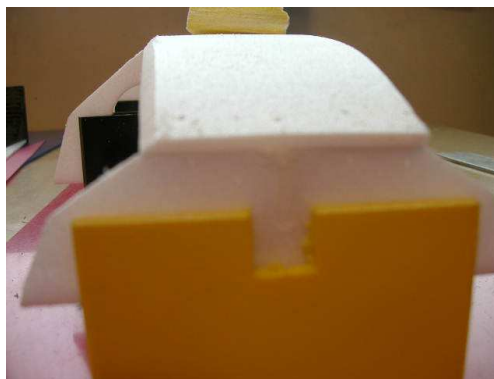
g) Réalisation des bordés inférieurs

A l'aide du document N°21, reportez les dimensions de longueur et de largeur sur un matériau pouvant servir de gabarit (ici du polypropylène de 0,8 d'épaisseur). Le gabarit est découpé à la cisaille ou avec des ciseaux.

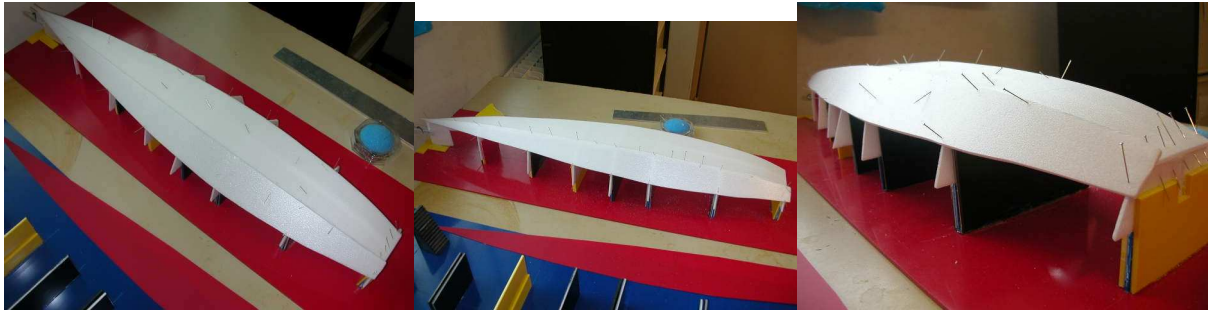


Coller le gabarit à l'aide de ruban adhésif double faces sur la plaque de dépron, guidez la lame du cutter ou la paire de ciseaux le long du gabarit. Décoller le gabarit de la plaque de dépron. (Faire deux morceaux)

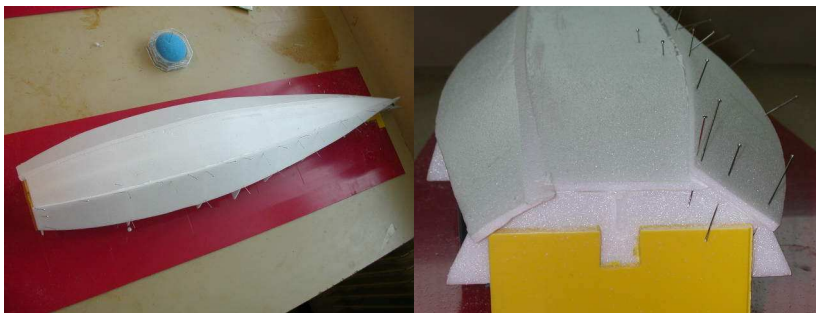
Une fois le fond collé sur le squelette et sec, vous pouvez enlever les épingles qui ont permis son maintien en place. Poncer les chants de ce dernier de façon à ce qu'ils soient dans le prolongement des cloisons. (voir photo)



Encoller généreusement les cloisons et le chant du fond et mettre en place un bordé, le maintenir à l'aide d'épingles.

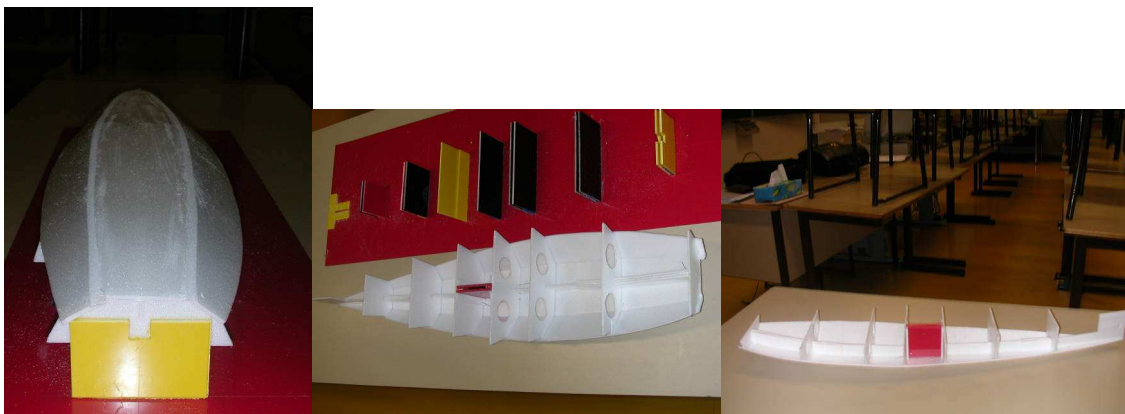


Réaliser la même opération avec l'autre bordé inférieur tribord ou bâbord.



Nous pouvons remarquer que sur la photo vue du tableau arrière que le bordé qui est à gauche a déjà été ébarbé. Pour réaliser cette opération utiliser du papier de verre et se guider par rapport au fond de la coque. Ici les deux bordés non pas été collé en même temps. Il est préférable de faire en suivant pour garantir une bonne symétrie de la coque.

Retirer les épingles et poncer l'autre bordé.



A ce stade il est conseillé de démouler la coque du chantier. Réaliser cette opération avec précaution en vérifiant si aucun point de colle ne vient perturber ce démontage.

Coller les renforts du puit de dérive sur le fond. Ils sont réalisés dans des chutes de dépron de 3 millimètres d'épaisseur et de 10 millimètres de large pour une longueur de 54 millimètres.

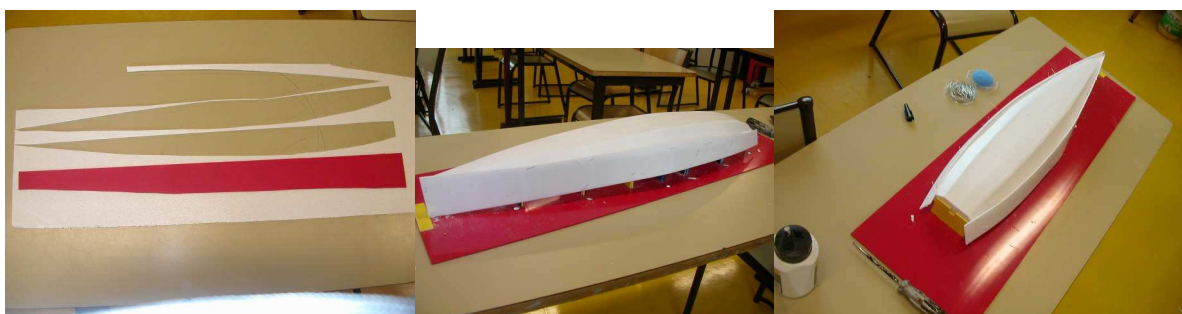


Poncer la partie supérieure des bordés inférieurs de façon à les préparer à recevoir les bordés supérieurs.



h) Réalisation des bordés inférieurs

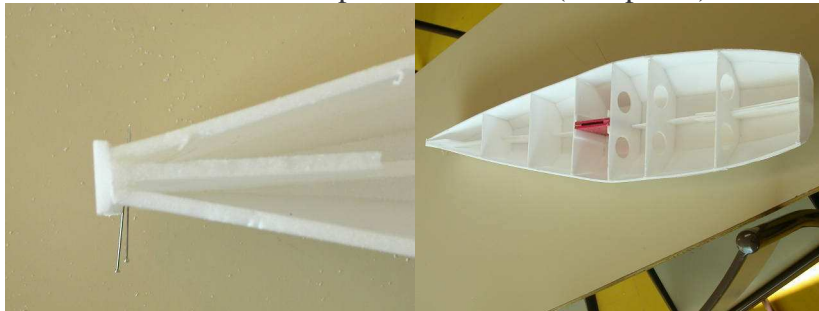
A l'aide du document N°21, reportez les dimensions de longueur et de largeur sur un matériau pouvant servir de gabarit (ici du polypropylène de 0,8 d'épaisseur). Le gabarit est découpé à la cisaille ou avec des ciseaux. Réaliser les bordés supérieurs de la même façon que les inférieurs. Remettre la coque dans le chantier pour respecter une bonne géométrie et coller les bordés supérieurs.



Laisser sécher l'ensemble, il ne reste plus que l'opération d'ébarbage des bordés supérieurs à réaliser.



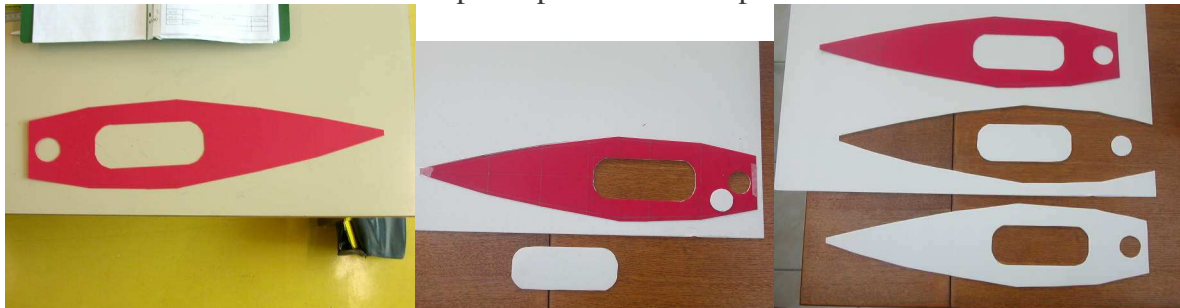
Pour terminer la coque, une dernière opération sur l'étrave peut-être réalisée. Couper les trois épaisseurs de l'étrave en mettant la coque à la bonne longueur (645 environ). Coller sur l'étrave un morceau de dépron de 11 x 63. (voir photo)



Après séchage rectifier la forme l'étrave.

i) Réalisation du pont

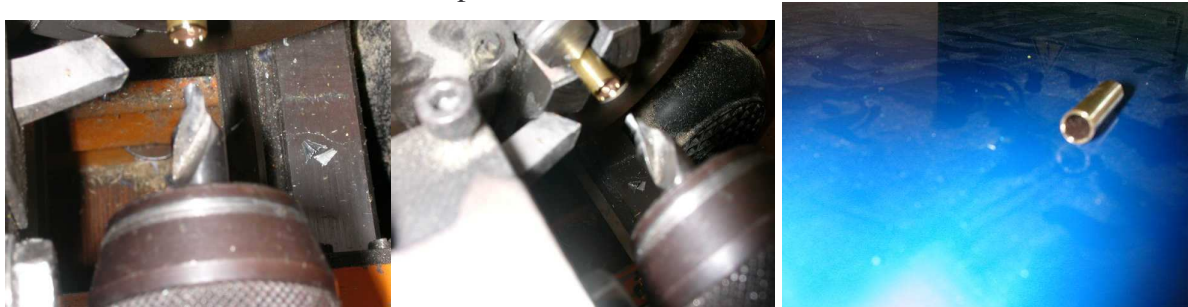
Nous pouvons à ce stade préparer le pont en réalisant le gabarit de découpage en Utilisant le document N°22. Découper le pont dans du dépron de 3 millimètres.



j) Réalisation du gouvernail

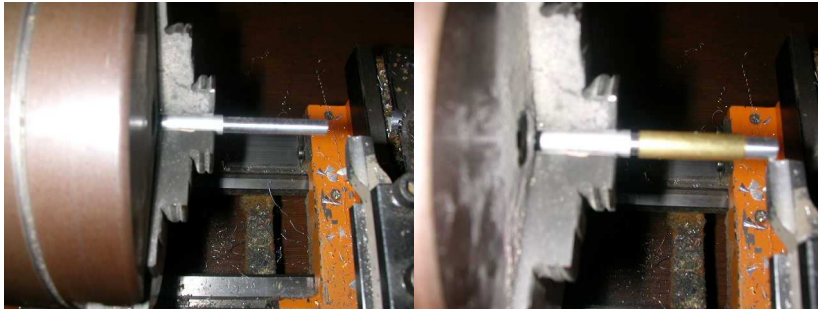
(possibilité de sous-traitance en lycée professionnel ou dans mon collège)

Le gouvernail est composé de quatre pièces principales à réaliser. Le tube de jaumière est réalisé dans du tube laiton de diamètre 6 extérieur et de diamètre 5 intérieur. Ce tube est débité à la longueur de 25 à la scie à métaux. Une face est dressée et chanfreinée sur un tour avec un outil à chariotier coudé. La partie intérieure est chanfreinée avec un outil à centrer.



La pièce est retournée et mise à la longueur de 22,8. Elle est aussi chanfreinée à l'intérieur et à l'extérieur.

La mèche du safran (DOC N°300) est réalisée à partir d'un rond de 6 en alliage léger. Elle est débitée à la longueur de 85 millimètres à la scie à métaux. Sur un tour // elle est décolletée avec un outil couteau sur 31 millimètres à un diamètre de 4,9. Essayer le tube de jaumière sur ce diamètre, ce dernier doit pivoter facilement sans jeu excessif.



Décolleter ensuite un diamètre 4 sur 8 millimètres. Dresser la face et réaliser un chanfrein de 1 à 45° à l'aide d'un outil à charioter coudé.

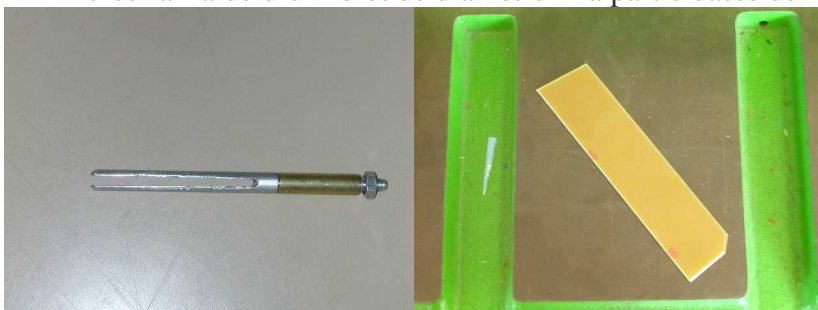


Avant de démonter réaliser le filetage à l'aide d'une filière M4. Démonter la pièce, la retourner. La mettre à la longueur de 82 et casser l'angle 1 à 45°.



Sur une fraiseuse, à l'aide d'une fraise deux tailles de diamètre 2 mm, fendre sur une longueur de 45 mm la mèche du safran.

Percer à l'aide d'un foret de diamètre 2 la partie basse de la mèche à 5 mm du bord.



Le safran est réalisé dans de la plaque de circuit imprimé en époxy. Découper une longueur de 150 mm sur une largeur de 35 millimètres à l'aide de la cisaille. Si la plaque est toujours recouverte d'une face en cuivre, faites disparaître cette dernière en plaçant dans du perchlore de fer après avoir fait disparaître la résine à l'aide d'alcool.

Arrondissez l'angle inférieur et découper la partie supérieure comme indiquée sur le document N°300. Réalisez la petite encoche. Présenter la mèche de safran sur ce dernier et contre marquer le trou de diamètre 2. Assembler l'ensemble à l'aide d'une vis auto taraudeuse de 2 millimètres, couper cette vis à la bonne longueur.

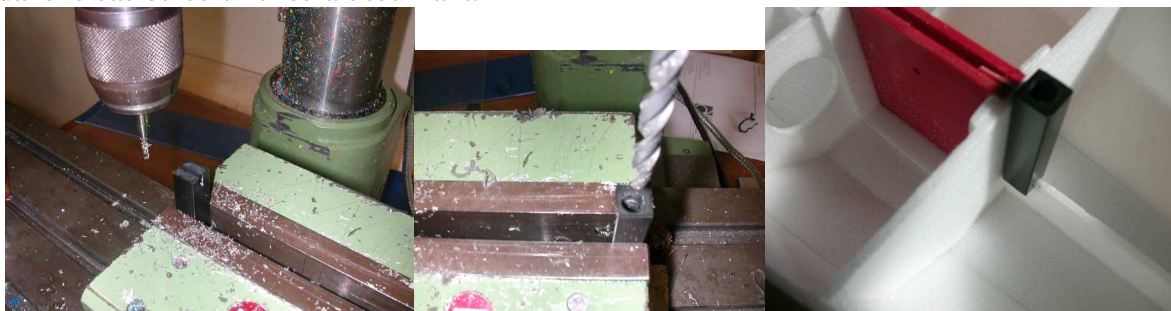


Dans de la plaque d'aluminium ou de l'époxy de 1,5 à 2 millimètres d'épaisseur débiter le guignol en respectant les dimensions portée sur le document N°300, tracer l'axe de la pièce et réaliser les perçages demandés. Attention pour réaliser le taraudage M4 percer au diamètre 3,3.



k) Réalisation du pied de mât

Le pied de mât est réalisé dans du carré de 10 x 10 sur une longueur de 50 millimètres avec de la matière plastique du type PMMA. (DOC N°400) Une rainure de 2 millimètres de largeur sur 5 millimètres est réalisée à la base de la pièce. L'autre face est percée d'un trou de diamètre 6 millimètres sur une longueur de 40 millimètres destiné à recevoir et à guider le mât dans le cas ou celui-ci serait tournant.



l) Collage du pied de mât dans la coque



Le pied de mat est poncé sur ses quatre faces de façon à présenter des faces rugueuses pour faciliter l'encollage. Encoller la face devant se présenter sur la cloison ainsi que la base du pied de mât, mettre le tout en place (voir photos). Maintenir l'ensemble avec un dispositif adapté, mettre un mât en place de façon à veiller à la bonne rectitude du mât dans le plan transversal.

m) Mise en place du tube de jaumière et du safran



A 30 millimètres du tableau arrière et dans l'axe du bateau, tracer un repère. Sur la perceuse à colonne le bateau posé sur le pont, percer un trou de diamètre 3 débouchant.

Agrandir ce trou au diamètre 6 millimètres. (voir photo). Encoller le tube de jaumière qui a été rayé à l'aide de papier de verre auparavant et le mettre en place. Veiller à la bonne rectitude de l'ensemble. Retoucher la quille si nécessaire de façon à laisser dépasser le tube de jaumière de 1 millimètre environ à l'intérieur de la coque.

n) Pose des renforts et des supports de servomoteurs dans la coque

Dans le bateau nous devons installer deux servomoteurs :

- un pour assurer la direction, il est relié au safran ;
- un autre pour border les voiles.

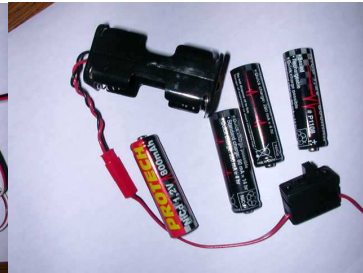
De plus il faut prévoir la place pour le récepteur, les accumulateurs et prévoir l'emplacement de l'interrupteur sur le pont. Il est préférable d'assurer un montage à blanc avant de ponter le bateau.



servomoteur



servomoteurs et récepteur



accus, interrupteur

En fonction de la taille des servomoteurs, repérer l'emplacement le mieux adapté pour chacun d'entre eux pour qu'ils assurent leur fonction. Ils sont vissés solidement sur la structure de la coque dans des supports constitués de chutes de dépron contrecollées qui sont eux même collés dans la coque.



dépron contrecollé



servomoteur voile

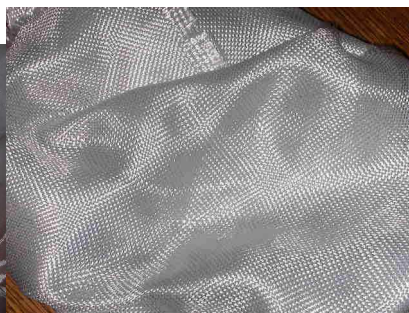


servomoteur direction

Une fois les supports de servomoteurs collés dans la coque nous devons mettre en place des renforts. Ceux-ci sont réalisés grâce à du tissu de verre (mat ou rowing) imprégné de résine époxy.



rowing 50 g/m2



rowing 100 g/m2



mat

Attention, utiliser obligatoirement de la résine époxy et ne pas prendre de la résine polyester cette dernière n'est pas compatible avec le dépron, elle le dissout.

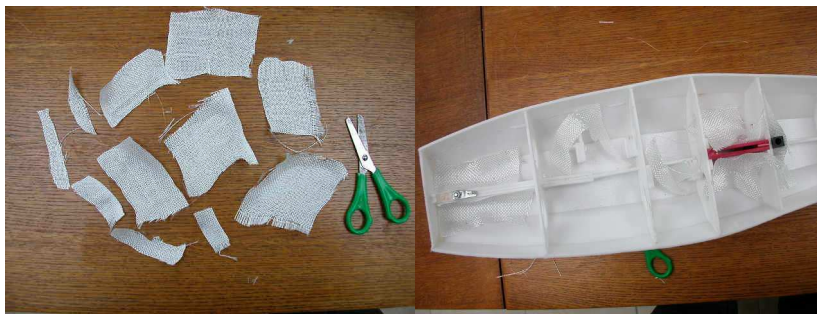
Cinq zones de renforts sont à réaliser :

- Le pied de mât ;
- Le puit de dérive ;
- Le tube de jaumière ;
- Les supports de servomoteur de direction ;
- Les supports de servomoteur pour border les voiles.

Les renforts sont découpés dans du tissu de verre de 100 grammes par mètre carré à l'aide d'une paire de ciseaux. Si vous disposez de tissu de grammage inférieur (50g par exemple) découper deux morceaux qui seront collés l'un sur l'autre.

Dimension du tissu à découper pour :

- le pied de mât : 110 x 60
- le puit de dérive : 2 morceaux de 100 x 100
- le tube de jaumière : 2 morceaux de 60 x 50
- les supports de servomoteurs : 4 morceaux de 50 x 50



Présentez à blanc les tissus dans la maquette, re-découper les si nécessaire. Préparer de la résine époxy dans un bocal propre, en petite quantité, respectez les consignes pour les proportions et la sécurité. Imprégner le tissu en place à l'aide d'un pinceau et de résine. Pour nettoyer le pinceau utiliser de l'acétone. Utiliser des gants et prendre toutes les précautions utiles lors de la manipulation des produits et pour leur stockage.

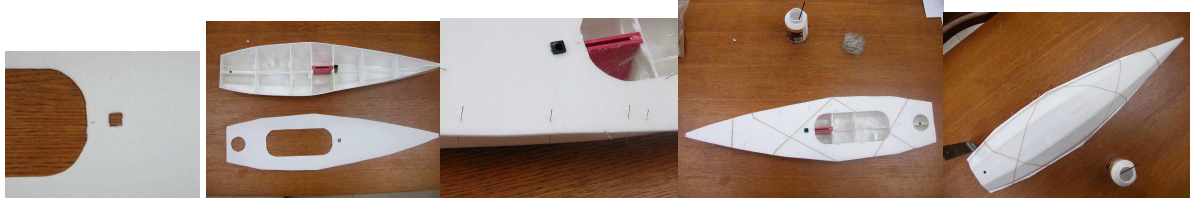


Avec le reste de résine, dans la partie arrière de la coque (du pied de mât au tableau arrière), déposer un film de résine sur les différents collages visibles afin de les étanchéifier.

Laisser sécher l'ensemble bien à plat pour ne pas vriller la coque. Une fois l'ensemble sec rectifier si nécessaire les éventuels surplus de résine ou de tissu.

o) Collage du pont

Prendre le pont qui a été débité dans une phase précédente, le présenter sur la coque et tracer l'emplacement du pied de mât. Réaliser l'ouverture (carré de 10x10) pour que ce dernier puisse traverser le pont. (voir photo)



Enduire de colle toutes les arêtes supérieures de la coque, c'est-à-dire les dessus de cloisons, le dessus des bordés supérieurs. Présenter le pont et le maintenir en place bien plaqué sur la coque à l'aide d'épingles, de ruban adhésif, d'élastique si besoin. Retourner la coque de façon à ce que la colle par gravité vienne réaliser un joint entre le pont et le bordé supérieur.

Une fois l'ensemble sec, rasoir avec du papier de verre le surplus de matière de façon à ce que le pont soit en alignement avec la coque, arrondir l'arête du pont pour que le tissu de verre puisse épouser cette forme lors de la stratification.



p) Stratification de la coque

Poncer légèrement l'ensemble coque et pont de façon à avoir un état de surface irréprochable, arrondir toutes les arêtes.



Découper dans du tissu (rowing) de 50 g/m² un morceau de 800 x 300 susceptible de recouvrir la coque, le tableau arrière, ainsi que de déborder d'au moins 1 à 2 centimètres sur le pont.

Préparer de la résine en petite quantité (20 grammes environ), en badigeonner toute la surface de la coque.

Centrer le tissu sur la coque et le plaquer dessus à l'aide du pinceau, il doit s'imprégner et devenir transparent, invisible, il se déforme suffisamment pour envelopper la coque et remonter partiellement sur le pont sans faire de pli. Si vous utilisez un grammage supérieur à celui indiqué vous pouvez faire des entailles aux ciseaux dans le tissu si nécessaire pour qu'il épouse les différentes formes.

Découper les excédents de tissu à l'aide d'une paire de ciseaux. Laisser polymériser la coque bien à plat pour qu'elle ne subisse aucune déformation. Un fois l'ensemble sec, poncer légèrement le tissu sur le pont de façon à ce qu'il vienne affleurer ce dernier.

q) Stratification du pont

Déposer la coque à l'envers sur le tissu, tracer l'extérieur en laissant une marge de 1 à 2 centimètres sur le contour, découper le tissu.



Préparer de la résine, en badigeonner le pont, centrer le tissu et le plaquer sur le pont et l'imprégner de résine. Rabattre l'excédant de tissu sur la coque. Laisser polymériser.

r) Réalisation de la fixation bôme/mât (DOC N°502)



Dans une barre cylindrique de PMMA de diamètre 10 débiter à la scie un morceau de 47 millimètres. Sur un tour // à l'aide d'un outil à charioter coudé, dresser une face et réaliser un chanfrein de 1 à 45°. A l'aide d'un outil à centrer réaliser un trou de centre et percer au diamètre 6 un trou débouchant. Retourner la pièce, la mettre à longueur de 45 millimètres et réaliser le chanfrein de 1 à 45°.

Percer le milieu de la pièce transversalement (voir photo) d'un diamètre 6 millimètres.

s) Réalisation du gréement (DOC N°502)

Le gréement proposé ici pour des raisons de simplification est un gréement du type « Balestron » les bômes sont fixées sur le mât et ce dernier est tournant, le haubanage n'est pas nécessaire

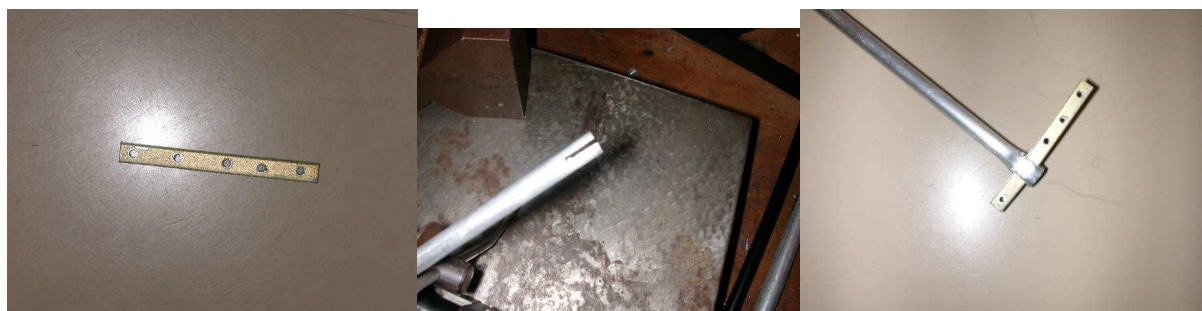


Le mât ainsi que les bômes sont réalisées à l'aide de tube aluminium ou carbone de diamètre 6 extérieur et de diamètre 4 intérieur. Le mât mesure 1000 de long, les bômes sont coupées à 230 millimètres à la scie à métaux, les extrémités sont chanfreinées sur le tour.

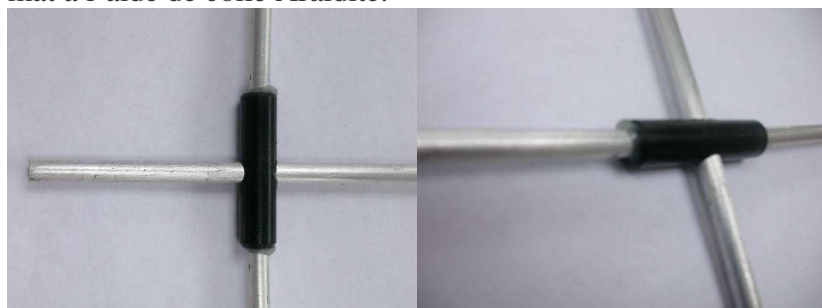


Les extrémités des bômes sont percées d'un trou de diamètre 2 à 5 mm du bord, un perçage identique est réalisé dans le mât à 850 du pied de façon à recevoir l'étai.

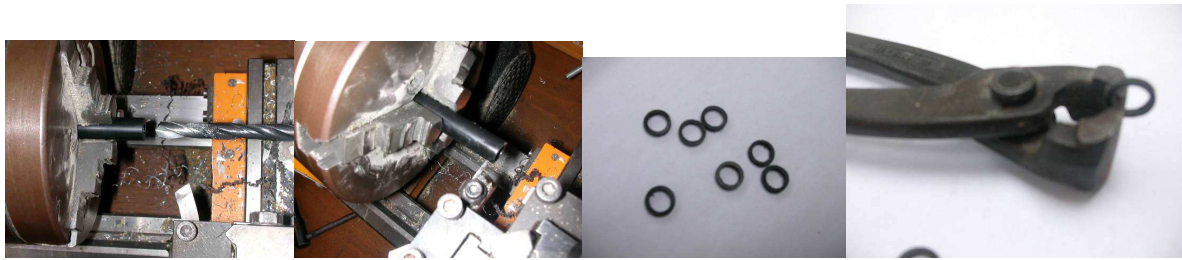
Le haut du mât est fendu sur 5 mm puis percé d'un trou de diamètre 2 de façon à recevoir la tête de mât. Cette dernière est réalisée dans de la tôle d'aluminium de 1,5 à 2 mm d'épaisseur. Elle est débitée à la cisaille, puis tracée puis percée comme indiqué sur le DOC N°502. Elle est maintenue en place sur le mât grâce à une vis auto taraudeuse de diamètre 2. L'extrémité du mât est aplatie en la serrant dans l'étau.



Les bômes sont collées dans la pièce de liaison mât/bômes sur le mât à 65 mm du pied de mât à l'aide de colle Araldite.



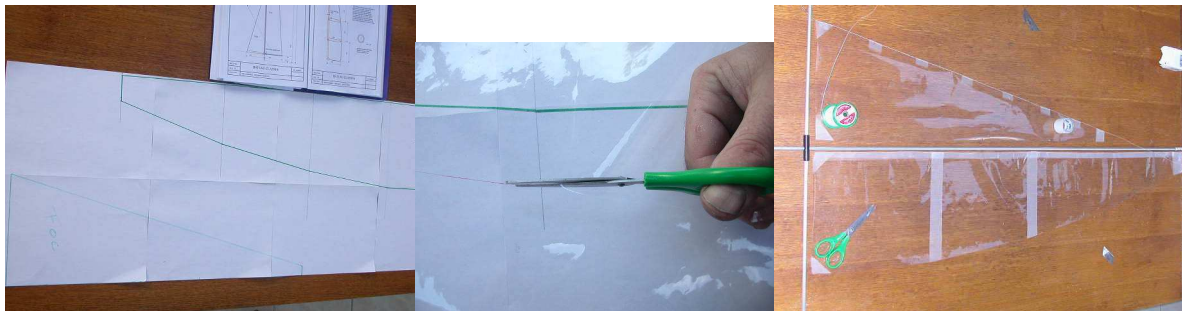
Les anneaux pour maintenir la voile sur le mât sont réalisés dans du rond de PMMA de diamètre 10. Ce rond est percé sur un tour à un diamètre 8. Les anneaux sont ensuite tronçonnés à une épaisseur de 1,5 mm, puis ébavurés si nécessaire. (voir Doc N°500) Ils sont fendus à l'aide d'une paire de pinces coupantes.



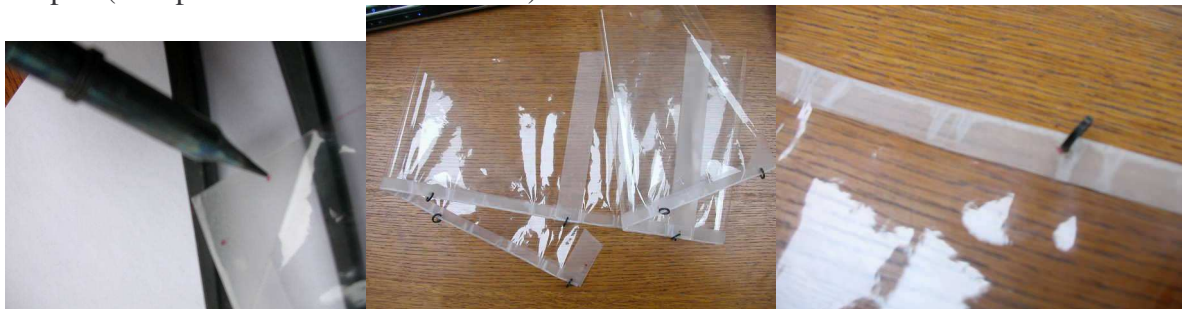
Pour réaliser les voiles faire un patron sur une feuille adaptée à l'échelle 1/1 des voiles. Utiliser les documents N°500 et 501.

Déposer le Mylar (ici nous avons choisi du papier d'emballage de bouquet de fleurs utilisé par les fleuristes) sur le patron, repérer dessus les points caractéristiques afin de découper les voiles aux bonnes dimensions. Nous pouvons utiliser une paire de ciseaux ou un cutter pour cette découpe.

Une fois les découpes faites, réaliser les renforts à l'aide du Blendederm de 25 mm de large que nous trouvons en pharmacie. Respecter les consignes pour la pose des renforts, des lattes de G.V. ainsi que l'étai qui peut-être réalisé à l'aide fil de nylon ou avec du fil à recoudre les voiles.



Les trous à faire dans les voiles sont réalisés sur les zones de renfort à l'aide d'un fer à souder. Les anneaux fendus sont passés à travers les trous. Il reste à monter les voiles sur leur bôme et le mât. Les fixations se font à l'aide de fil à recoudre les voiles ou tout autre lien adapté. (voir photos de détail ci-dessous.)



tête de mât

fixation G.V. sur la bôme

liaisons foc, G.V. sur bômes





Le gréement est terminé.

t) Préparation et finition de l'ensemble

La résine ayant polymérisé, plusieurs solutions s'offrent à nous pour finir la coque. Quelques propositions sont proposées ici :

Une méthode idéale si la coque ne présente pas de défaut mais difficile à réaliser consiste à peindre et à décorer celle-ci avec de la peinture à l'eau avant la stratification. Cette dernière étant transparente, la décoration apparaîtra avec un effet glacé. Pour se faire une couche de résine chargée de talc est passée sur l'ensemble de la coque. Un ponçage et un polissage avec différents grades de papier abrasif utilisé en carrosserie permettront de finir l'ensemble. Le talc permet d'avoir un ensemble plus tendre à poncer en surface car il remonte.



Une autre méthode consiste à poncer la coque, à enduire les défauts à l'aide d'un enduit extérieur utilisé dans le bâtiment, après quelques séances de ponçage il est possible de peindre l'ensemble. La décoration dépend des goûts de chacun, des décorations réalisées à l'aide de papier adhésif de couleur peuvent agrémenter la coque.

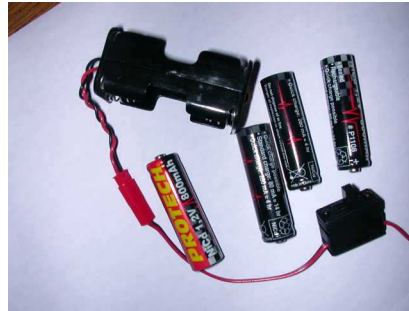
Une fois la coque peinte et décorer, réaliser les ouvertures qui ont été condamné lors de la stratification, c'est-à-dire :

- la fente du puit de dérive ;
- l'ouverture du pied de mât ;
- l'ouverture pour l'accès à la télécommande ;
- l'ouverture pour l'accès au guignol de safran ;
- l'ouverture pour le passage de la mèche de safran.



u) Montage de la radio

Un ensemble de radiocommande est constitué d'un émetteur pour la partie commande, dans le modèle réduit nous trouvons un récepteur, deux servomoteurs, un interrupteur et un bloc d'alimentation. Les ensembles sont équipés de quartz pour fonctionner sur des fréquences différentes afin de faire évoluer plusieurs modèles ensemble.



Le servomoteur de direction commandé par le manche droite de la télécommande est fixé à l'aide des quatre vis sur leurs supports dans la coque. Le palonnier à quatre branches est simplifié de façon à en laisser qu'une seule.



Une corde à piano d'un diamètre de 15/10 et d'une longueur de 180 millimètres environ est pliée de telle façon qu'elle vient se fixer sur le palonnier du safran. (voir photo)
Un deuxième morceau d'une dizaine de centimètres est plié de la même façon à son extrémité pour se fixer sur le servomoteur. Les deux cordes à piano sont réunies entre elles à l'aide d'un domino d'électricien pour pouvoir en ajuster la bonne longueur de façon à ce que le servomoteur au neutre le safran soit dans l'axe.



Le deuxième servomoteur est installé dans la coque à la place prévue à cet effet à l'aide des quatre vis prévues à cet effet. Un autre morceau de corde à piano est plié de telle façon à réaliser un bras pour border les voiles. (voir photo)



Le palonnier est mis en place, attention au débattement qui doit aller de la cloison N°5 à la cloison N°6. Un anneau de voile est fixé sur le pont grâce à une languette en aluminium et du blenderm. Le pont sur son tribord et la cloison N°5 sont percés d'un diamètre 3 millimètres de façon à monter un petit tube de plastique de 3 millimètres de diamètre extérieur et de 2 millimètres intérieur à l'Araldite. Ce tube est destiné à laisser passer l'écoute de voiles, qui est fixé d'une part sur le bras du servomoteur et d'autre part sur la bôme avant.

Le palonnier en position extrême arrière (sur la cloison N°6) correspond à la position de la bôme dans l'axe du bateau, les voiles sont bordées au maximum.

Déployer le fil d'antenne du récepteur dans la coque de façon à garantir une bonne réception.

Dans une plaque de polypropylène de 0,8 millimètre d'épaisseur un couvercle est réalisé pour protéger la radio des entrées d'eau à l'intérieur de la coque. Ce couvercle est maintenu en place à l'aide de ruban adhésif pendant la navigation. Il est débité à la cisaille, les dimensions sont les suivantes (voir DOC N°25) 230 x 110. Les bords sont chanfreinés ou arrondis à vos convenances. L'ouverture dans le pont pour le safran est obturée par une rondelle faite dans le même matériau ou plus simplement par du ruban adhésif.



v) Fabrication du leste

Plusieurs solutions sont possibles pour réaliser le leste, plusieurs matériaux peuvent être utilisés. Sur le prototype le leste à été coulé avec du plomb. L'usage de ce matériau tend à disparaître pour des raisons de pollution, le zinc avec une masse volumique plus faible mais encore respectable peut le remplacer mais la température de fusion est plus élevée.

La solution proposée ci dessous à pour objectif de réaliser un leste très simplement, avec un profilé qui se trouve dans tous les magasins de bricolage. De plus il est aisé par calcul d'obtenir le bon poids de la quille à réaliser, et de régler par déplacement de ce leste l'assiette du bateau. Le côté négatif de cette solution peut-être son manque d'esthétique.

Pour respecter le cahier des charges et les performances du bateau nous devons avoir un poids total de 1 kg. Ce poids est constitué du poids du bateau et du poids du leste, donc plus le bateau est léger plus le leste pourra être lourd et le bateau aura une meilleure aptitude à affronter le vent sans trop gêner.

Peser le bateau fini, son poids en fonction de la qualité de la fabrication réalisée devrait être de 500 g environ. Il nous faut donc réaliser un lest de 500 grammes. Le matériau choisi est de l'acier (masse volumique 7,8 kg/Dm³), sa forme commerciale est du plat de 30 x 5.

Pour définir la longueur du plat à débiter utiliser la formule suivante :

Poids de la quille = masse volumique du matériau x épaisseur x largeur x longueur
 en Kg en Kg/Dm³ en Dm en Dm en Dm

$$0,5 = 7,8 \times 0,05 \times 0,3 \times \text{longueur}$$

ici le calcul donne en longueur de : 4,27 Dm soit 427 millimètres.

Le lest étant réalisé en deux parties nous devons débiter dans le plat de 30 x 5 deux morceaux de 210 millimètres.

Les deux morceaux sont présentés sur le voile de quille et maintenus en place grâce à deux sert joints qui ont pour effet de cintrer les plats.(voir photos) Un cordon de soudure à l'arc est réalisé sur chaque extrémité des plats (baguette 2,5 mm). A l'aide d'une lime ou d'une meuleuse, ébavurer les angles, et profiler la forme du lest.



La position du lest peut varier par rapport au voile de quille il suffit pour cela d'écartier les deux plats à l'aide d'un coin et de déplacer vers l'avant ou l'arrière le voile de quille. Le lest tient en place juste par coincement mais par mesure de sécurité nous pouvons mettre une vis. Il devra être peint pour ne pas s'oxyder. Ne pas oublier de mettre une vis pour maintenir en place la quille dans le puit de dérive.



Le bateau est prêt à naviguer !!!

