

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Moulage des différents éléments du MEPA 5

Voici les différentes étapes et astuces pour réaliser un planeur « parfait » ou presque à partir de moule de très bonne qualité... La qualité du moule fait beaucoup. Le reste n'est qu'une accumulation de petits détails.



Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Sommaire

1	PRESENTATION DU MODELE.....	3
2	DIMENSIONS DES GOUVERNES	4
3	REALISATION DES AILES	5
3.1	CIRER LES MOULES.....	5
3.1.1	<i>Astuce</i>	5
3.2	DECOUPE DES DIFFERENTES EPAISSEURS A POSER DANS LES 1/2 MOULES.....	5
3.2.1	<i>Version « béton »</i>	5
3.2.2	<i>Version « light »</i>	6
3.3	PEINTURE DES MOULES.....	10
3.3.1	<i>Astuces</i>	14
3.4	STRATIFICATION DU PREMIER LAI.....	15
3.4.1	<i>Astuces</i>	17
3.5	STRATIFICATION DES AUTRES COUCHES	18
3.5.1	<i>Astuces</i>	22
3.6	MISE SOUS VIDE.	22
3.6.1	<i>Astuces</i>	24
3.7	PREPARATION DU LONGERON	24
3.7.1	<i>Version « Béton »</i>	24
3.7.2	<i>Version light</i>	28
3.8	PONÇAGE	30
3.9	POSE DES LONGERONS ET CORDONS.....	31
3.9.1	<i>Astuces</i>	34
3.10	FERMETURE DU MOULE.	35
3.10.1	<i>Astuces</i>	36
3.11	REALISATION DES CHAMPS D'EMPLANTURE	36
3.12	REALISATION DES CLES D'AILES.....	38
3.12.1	<i>Astuces</i>	39
3.13	IMPLANTATION DES CLES D'AILES	39
3.13.1	<i>Astuces</i>	41
3.14	DEMOULAGE EBAVURAGE DES AILES	41
3.14.1	<i>Astuces</i>	42
3.15	DECOUPE DES AILERONS / VOLETS.	42
3.15.1	<i>Astuces</i>	43
4	REALISATION DU STABILISATEUR.....	44
4.1	ASTUCES	48
5	REALISATION DU FUSELAGE.....	48
5.1	ASTUCES	52
6	DEVIS DE POIDS OBTENU ET CONCLUSION.....	53

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

1 Présentation du modèle

Il y a déjà quelques années de cela, Patrick Médard, que l'on ne présente plus, a eu la bonne idée de faire réaliser des moules d'ailes et de stabilisateurs d'un planeur de F3B, usinées par commande numérique.

Le planeur est appelé MEPA 5 comme MEdard PATrick n°5. Il a été conçu pour le F3B c'est à dire pour une catégorie de planeurs treuillés, devant faire trois épreuves totalement différentes en trois vols:

- Durée + précision d'atterrissage,
- Distance (un maximum de base en un temps donnée)
- Vitesse (4 bases à parcourir le plus vite possible)

C'est donc une machine polyvalente qui doit de plus être solide pour résister aux accélérations du treuillage (plus de 50G). La variété des épreuves fait qu'en général, un planeur de cette catégorie est très agréable à piloter...

MEPA5 est équipé du profil HN 1036 de 1.84% de courbure (à 44% de la corde) et de 8.5% d'épaisseur (à 30% de la corde). Un profil très polyvalent donc, ni trop cambré, ni trop épais. La position de son maxi d'épaisseur à 30% en fait un profil dit « laminaire » et le nombre de Reynolds critique est de l'ordre de 150 000 (à 2.5° d'incidence). Pour en tirer le maximum, il faut soit le charger (au-delà de 3kg), soit voler vite.

Si la conception du planeur est un peu dépassée aujourd'hui (Profil un peu trop porteur à mon goût, et donc un peu limite en vitesse, avec un Re critique inadapté aux extrémités d'ailes) pour figurer en tête des planeurs « hyper top de chez dernier cri », il n'en reste pas moins très abouti par sa conception :

- Profil permettant de gratter (faible Vz) pour la durée.
- Tout en étant assez fin (8.5% d'épaisseur), ce qui lui permet d'aller relativement vite (même si ce n'est pas « extrêmement vite ») pour la distance. Pour ma part je suis partisan de plus faibles épaisseurs (5 à 6% quand la charge ailaire ne dépasse pas les 45 gr/dm²).
- Envergure ni trop grande ni trop petite (3.15m) bien adaptée à une utilisation de tous les jours, dans toutes les conditions.
- Allongement de 16.3 que l'on peut considéré comme « optimum ».
- Aile de forme elliptique garantissant une répartition de portance du même nom pour diminuer la traînée induite.
- Géométrie de l'aile favorisant la manœuvrabilité aux ailerons (Les panneaux extérieurs sont plus grands).
- Volets de courbure et ailerons à utiliser en positif (peu d'intérêt à les mettre en négatif) pour mieux exploiter les ascendances étroites. Leur articulation est alignée pour minimiser les perturbations entre ailerons et volets.
- Un fuselage très fin (au maximum 4cm de large et 5 de haut) pour diminuer la traînée.
- Bras de levier arrière dans la bonne moyenne donnant un volume de stabilisateur correct.
- Un planeur transformable en moto planeur. Avec un moteur dans le nez, on peut même allonger la poutre arrière de 25cm sans gêner le centrage.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

- Charge ailaire raisonnable (autour de 40 à 45 gr/dm² en version électrique) permettant de transiter pour aller chercher la pompe sans toutefois être un pavé.
- Acceptant toutes les facéties car construit pour résister à au moins 30G. De quoi secouer la crêpe !

Ses « seuls » points faibles seraient :

- Qu'il n'est pas capable d'accélérer au treuillage au-delà de 180 km/h. Mais est-ce bien un besoin pour monsieur tout le monde ?
- Que les ailes fonctionnent en dessous du Reynolds critique sur la moitié de l'envergure. Mais tous les planeurs conçus avant le SUPRA (2004) l'étaient. Et cela ne l'empêche pas de très bien voler !

Bref, pour un planeur « du dimanche » C'est tout de même une FERARI qui a permis à ses pilotes de gagner des concours F3B il n'y a pas si longtemps que cela...

La réalisation des moules est de toute beauté et parfaitement bien pensée.

Du véritable travail de professionnel.

L'ensemble des petits détails facilite le travail et participe à un résultat à la hauteur des meilleures réalisations du commerce.

Chapeau Patrick !!!!!

Bref, Au travail !

2 Dimensions des gouvernes

Les volets (plan central) ont une profondeur de 5.5cm (mesure faite sur les extrémités) et sont rectilignes. Le volet est donc légèrement plus profond au centre du panneau. Cette profondeur correspond à 24.4% de la corde. Une épargne de 5cm est réalisée au centre afin de pouvoir échapper au fuselage qui fait 4cm de large à cet endroit.

Les ailerons courent sur pratiquement toute l'envergure. Ils s'arrêtent lorsque le BF s'incurve vers l'arrière.

Leur profondeur est de 24.4% au début (5.5cm) et se réduit à 22% (20mm) en extrémité. Cette réduction permet de garder une répartition elliptique de la portance avec le braquage des gouvernes.

De même les volets du stabilisateur occupent 25% de la corde à l'emplanture et 22% en extrémité.

Cette répartition a pourtant quelques inconvénients : Pour plus de manœuvrabilité en lacet et en tangage, il est conseillé de passer ces valeurs à 25% constant sur l'aile et à 30% constant pour le stabilisateur. (voir dernier chapitre).

Quelle solution préférer ? Après réflexion et essais, la manœuvrabilité a ma préférence.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3 Réalisation des ailes

3.1 Cirer les moules

Passer 1 fine couche de cire sur tout le moule y compris les champs du moule à l'implanture. Après un minimum de 5 heures entre chaque couche, lustrer avec un chiffon doux non pelucheux. Recommencer l'opération au moins 3 fois (5 fois pour un moule « neuf »).

3.1.1 Astuce

Utiliser une cire « haute température » surtout si on laisse le moule au soleil dans une voiture pour augmenter la dureté de la résine lors de sa polymérisation. La dernière couche ne sera lustrée que juste avant la stratification. Tout éventuelle manque de cire se verra alors parfaitement.

3.2 Découpe des différentes épaisseurs à poser dans les ½ moules.

Deux versions sont proposées :

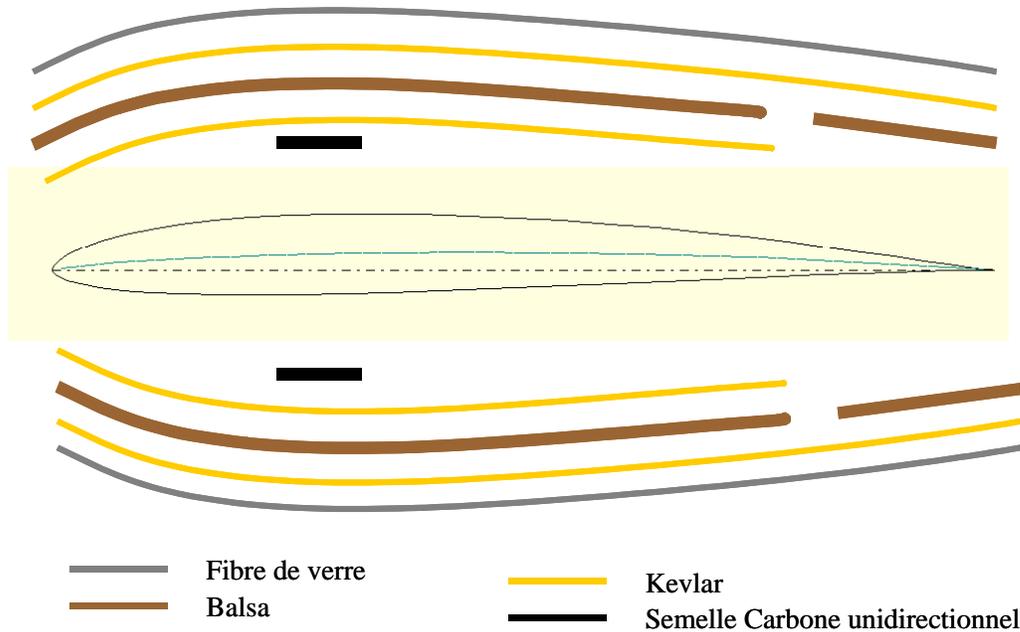
Une version « béton » et une version « light ». Entre les deux, il y a un écart de 500gr en version électrique.

3.2.1 Version « béton ».

Le stratifié sera constitué de :

- 1 lai extérieur de FdV 48gr/dm².
- 1 lai de Kevlar 60gr/dm² ou 100gr FdV ou Carbone
- 1 plaquage Balsa de 1mm. Le bord de fuite sera poncé en biseau sur 10 à .15 mm.
- 1 lai partiel (du B.A. jusqu'à la fente d'articulation des ailerons / volets) de Kevlar 60gr/dm² ou

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Pour une résistance « 30G », il faut un longeron constitué de semelles de :

Pour le tronçon central 1 ruban carbone de largeur 20 mm sur toute la longueur et un autre sur 50% de cette même longueur (à placer au centre du panneau) ; 1 ruban carbone de largeur 15mm sur les 2/3 de l'envergure des panneaux extérieurs.

3.2.2 Version « light »

Le stratifié sera constitué de :

- 1 lai extérieur de FdV 48gr/dm².
- 1 lai de Kevlar 27gr/dm².
- 1 plaquage Balsa de 1mm. Le bord de fuite sera poncé en biseau sur 10 à .15 mm.
- 1 lai partiel (du B.A. jusqu'à la fente d'articulation des ailerons / volets) de Kevlar 27gr/dm² ou 48 gr/dm² FdV.

Pour une résistance « 30G », il faut un longeron constitué de semelles de :

Pour le tronçon central 1 ruban carbone de largeur 20 mm sur toute la longueur et un autre sur 50% de cette même longueur (à placer au centre du panneau) ; 1 ruban carbone de largeur 15mm sur les 2/3 de l'envergure des panneaux extérieurs .

3.2.2.1 Astuces

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Balsa :

- Le plaquage sera réalisé en collant bord à bord à la cyanoacrylate fluide des planches de balsa léger. L'assemblage par biseau est possible mais pas impératif. L'important est d'avoir des planches bien droites aux bords bien perpendiculaires et de même largeur.
- La découpe à la dimension voulue doit être précise au millimètre près.
- Découper tous les évidements voulus :
 - Fente de 8mm pour les ailerons et volets,
 - Ouverture pour l'installation des servos (éventuel).
- Chaque panneau découpé sera enduit au verni nitro-cellulosique sur toutes ses faces afin de limiter l'effet d'éponge à résine du balsa.
- Le bord de fuite sera poncé en biseau sur 10 à 15 mm environ. C'est un gain de temps pour la suite et évite les risques d'abîmer le moule lors de l'opération du « ponçage ».



Ponçage des B.F. C'est tellement plus facile quand le bois n'est pas encore résiné !

Lais :

- Il est inutile de remplacer du 48gr par un tissu plus fin de 20gr par exemple. Le résultat en terme de poids sera « identique » voir moins bon car le maillage du tissu de 20gr est plus lâche (plus grande probabilité d'avoir des trous par manque de résine entre les fils de la maille) et la manipulation d'un tissu très léger est toujours bien plus délicate.
- Si le moule est peint, le tissu de 48gr n'est pas nécessaire. Et comme la peinture pèse plus que le lai de FdV...
- Etre précis pour le tracé et la découpe du B.A. de chaque épaisseur. La précision requise est le millimètre.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

- Les lais de verre Kevlar ou Carbone auront avantage à déborder sur le BF pour faciliter le ponçage du BF final avant fermeture des moules.
- Pour découper droit un tissu, enlever un fil de trame. Le trait est tout tracé.



Tirer un fil de trame et vous avez une ligne bien droite

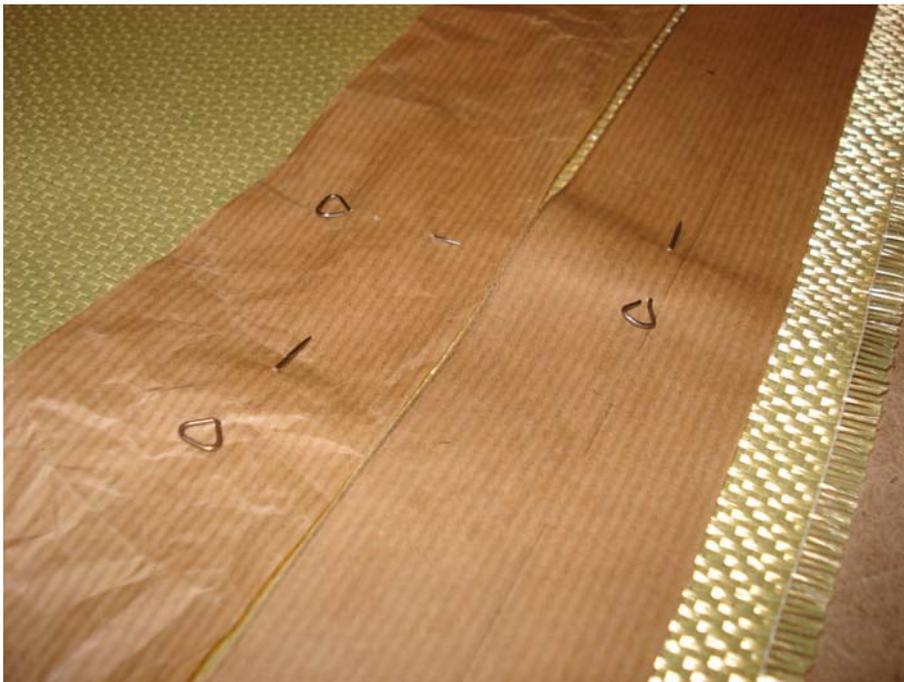
- Une sur longueur au bord de fuite n'est pas gênante et permet de bien positionner le B.A. sans trop se préoccuper du reste. Mais le bord de fuite sera en final un peu plus épais.
- Chaque lai devra être exempt de marque de feutre surtout si l'on colorie la résine car l'encre du feutre se mélangera à la résine et fera une marque disgracieuse (elle migre sur plus d'un cm).

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Le feutre a migré pendant la polymérisation sur plus d'un centimètre.

- Pour être sûr de ne pas laisser de feutre, le plus sûr est de ne pas en utiliser et d'épingler tous les 20 cm un patron en papier kraft.



Patrons des lais de la poutre du fuselage épinglés sur du 170 gr Kevlar.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

- Une solution pour marquer le trait de découpe consiste à utiliser un crayon papier. Même avec une coloration de la résine en jaune, cela ne se voit pas.
- La découpe au B.A. doit être franche et exempte de fils détramés.
- En attendant de les utiliser, rouler largement chaque lai sur elle-même sans déformer le tissu ni marquer de plis et stocker les dans un sac plastique large, propre, fermé.
- Pour le Kevlar, exposer au préalable le rouleau dans son emballage « noir » au soleil pendant quelques heures en ouvrant ses extrémités afin de bien sécher le tissu.

3.3 Peinture des moules

Soit vous voulez faire une décoration « qui tue », et là lisez ce paragraphe, soit peindre vous paraît être une opération hors d'atteinte, et vous pouvez teindre la résine en remplacement et sauter les lignes suivantes.

L'objectif de ce chapitre est de donner quelques rudiments de peinture au pistolet. Il ne peut être considéré comme étant exhaustif. En particulier, je n'ai aucune expérience des badgers et je ne connais pas les différentes technologies de pistolets.

Le pistolet utilisé est constitué d'un groupe à air de 750 W qui débite un débit d'air constant important et met en pression un réservoir de peinture. La gâchette du pistolet fait débiter plus ou moins la peinture dans le flux d'air. La peinture se trouve éclatée en un brouillard et est entraînée par le flux d'air en un cône de projection. Le réglage du pistolet consiste à limiter la course de la gâchette et donc de limiter le débit maximum de peinture à projeter. Il est donc clair que certains pistolets ne répondent pas à ce type de fonctionnement.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Pistolet à peinture utilisé.

Peindre un moule demande quelques précautions.

Il faut :

- Une cabine de peinture c'est à dire une pièce :
 - i. propre
 - ii. aérée
 - iii. Qui accepte qu'un brouillard de peinture puisse se déposer un peu partout (ne croyez pas les publicités) !
- Une décoration simple à réaliser.

Le problème de la peinture dans un moule réside dans le démoulant. Tout démoulant introduit un phénomène de tensio-activité qui tend à se faire regrouper les gouttelettes de peinture en gouttes plus grosses. Si vous insistez, les gouttes fusionnent par endroit entre elles et vous obtenez une peinture avec de gros cratères non peints. N'insistez pas car il faudra une épaisseur de peinture proche du millimètre pour combler les trous, et encore !

Pour réussir à peindre, il faut donc déposer un voile très léger de peinture, attendre que celle-ci sèche un peu (devienne plus pâteuse), et recommencer plusieurs fois. De proche en proche, le mouchetis fin et irrégulier fini par devenir une couche « régulière ». L'aspect lisse n'est pas assuré ce qui n'est pas problématique pour une peinture dans un moule. Seul le côté en contact avec le moule compte.

Masquez avec du scotch et du papier journal les zones à ne pas peindre. Le voile de peinture s'infiltré partout, donc soyez attentif à ce point.

Le scotch enlève-t-il la pellicule de démoulant ? Cela dépend du scotch et du démoulant. Pour s'assurer que tout va bien, déposer une petite goutte de colle époxy à l'endroit où du scotch était collé (par exemple sur un bord du moule. Si vous arrivez à l'enlever facilement une fois

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

polymérisée, c'est qu'il y avait encore du démoulant et que vous pouvez continuer à travailler sans avoir à remettre une couche de démoulant (ce qui serait assez difficile à réaliser).

Préparer votre peinture. Plus elle sera liquide, plus les gouttes seront fines, plus fine et légère sera la couche de peinte, mais aussi plus difficile sera sa projection. La consistance d'une pâte à crêpes trop liquide est à rechercher (i.e. plus liquide qu'une lasure mais pas encore de l'eau).

Fermer la visse de débit de peinture du pistolet au maximum (c'est en tout cas le paramètre que je peux régler sur mon pistolet).

Sur une feuille de plastique, essayer de peindre en ouvrant progressivement le débit de peinture jusqu'à commencer à obtenir un brouillard fin. Une fois le réglage obtenu, vous pouvez peindre dans les moules. Projeter à une distance supérieure à 30cm. Plus vous vous éloignez et plus le brouillard sera léger. Donc commencer à une distance de 40 à 50 cm. Quand le brouillard est correct, projeter par impulsions sur la gâchette afin d'obtenir des tâches constituées de fines gouttelettes non jointives.



Deux couleurs ont déjà été appliquées (Vert foncé et vert clair. Une dernière couche blanche doit être passée.

Projeter la peinture dans le moule par impulsions successives. Ne pas essayer de faire une peinture régulière mais uniquement des « spots » de peinture fine.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Première couche (blanche) passée dans deux des trois faces à peindre. Ce ne sont que des spots légers.

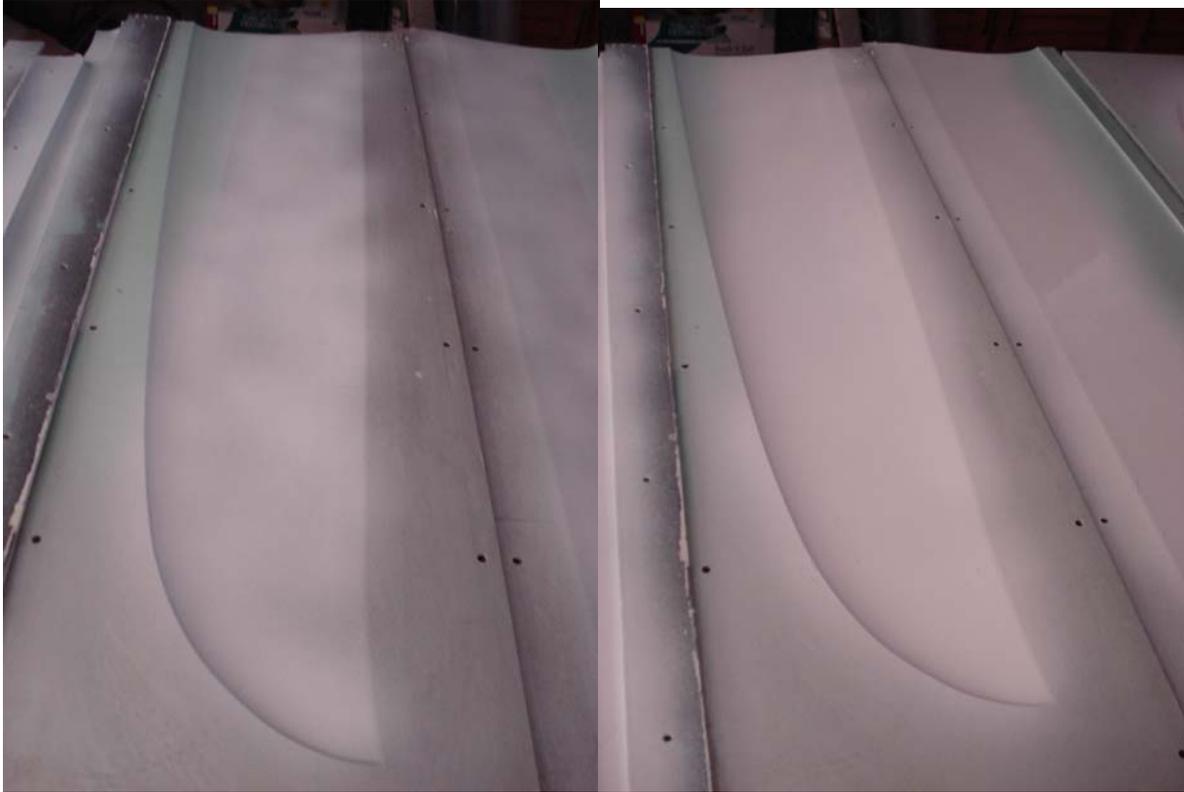
Attendre 2 à 3 minutes et recommencer.



Voilà ce que l'on obtient quand trop de peinture est projetée. Cela est arrivé ici lors de la pulvérisation de la deuxième couche. Comme quoi la première couche n'assure pas à elle seule

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

*le bon résultat et qu'il faut attendre le troisième voile de peinture pour être assuré de réussir !
La seule solution quand ce phénomène arrive est l'attente du « séchage » de la peinture (au moins 10 minutes) avant de recommencer.*



Couche 2 et 4 passées. La différence est nette et l'uniformité de la peinture est assurée par ce quatrième voile de peinture.

Quand la peinture est uniforme, enlever les masques et laisser sécher.
Commencer par la couleur foncée et finir par la plus claire en étapes successives avec séchage entre.

3.3.1 Astuces

Procéder par succession de fines couches avec une attente de 3 à 5 minutes entre.
Régler son pistolet afin de ne pulvériser qu'un tout petit peu de peinture à la fois (être en limite de désamorçage du pistolet). Mieux vaut balayer lentement la surface que de devoir avoir un geste rapide donc imprécis.
Quand des cratères apparaissent attendre 10 à 15 minutes avant de recommencer un nouveau voile et ne passer que des couches très légères à ces endroits par la suite.
Pour que la résine adhère bien à la peinture, mélanger la peinture avec de la silice à mater (10% environ). Sinon, la peinture a tendance à s'écailler.
Une autre astuce pour éviter le phénomène de pelage de la peinture est de résiner 1 heure à 2

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

heures après application de la dernière couche de peinture. La peinture n'est alors pas totalement sèche et se mélange un peu avec la résine d'où une bonne accroche.

3.4 Stratification du premier lai

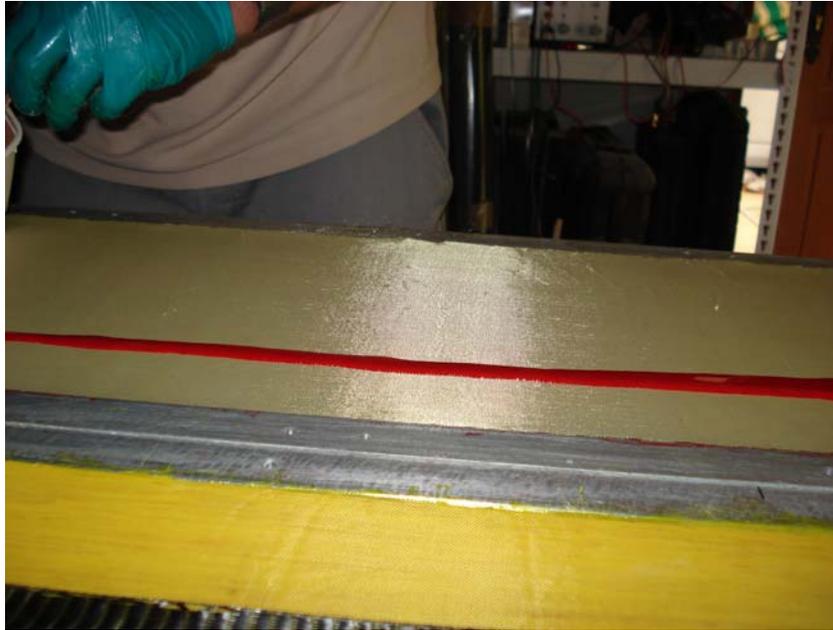
Préparer autant de résine en masse que de FdV (lai de 48gr/dm²). Colorer la si nécessaire.
Poser un lai dans le moule. La fibre doit venir tangenter le B.A. sans dépasser le plan de joint.



Pré-positionnement d'un lai.

Déposer 50% de la résine en un large ruban au milieu de l'aile.

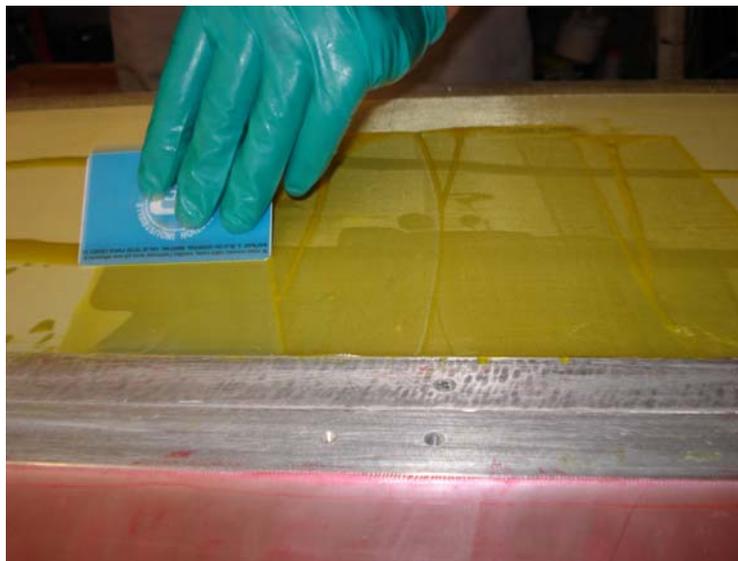
Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



1 large ruban de résine pré-colle le tissu. Il peut toutefois encore glisser de quelques mm.

Une fois la résine déposée dans le moule en un long ruban, finir de bien positionner le tissu au B.A.

Étaler la résine avec une carte à puce. Le tissu doit être totalement imprégné (trous entre fils bouchés) sans surplus de résine.



Étaler la résine et égaliser. Ici, il reste à finir d'étaler, enlever l'excédent de résine et à égaliser.

Recommencer avec l'autre demi-moule en utilisant le reste de la résine.

Un pinceau large peut servir pour bien plaquer et imprégner les angles.

Laisser polymériser 5 à 6 heures. La résine n'est alors plus que légèrement poisseuse.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.4.1 Astuces

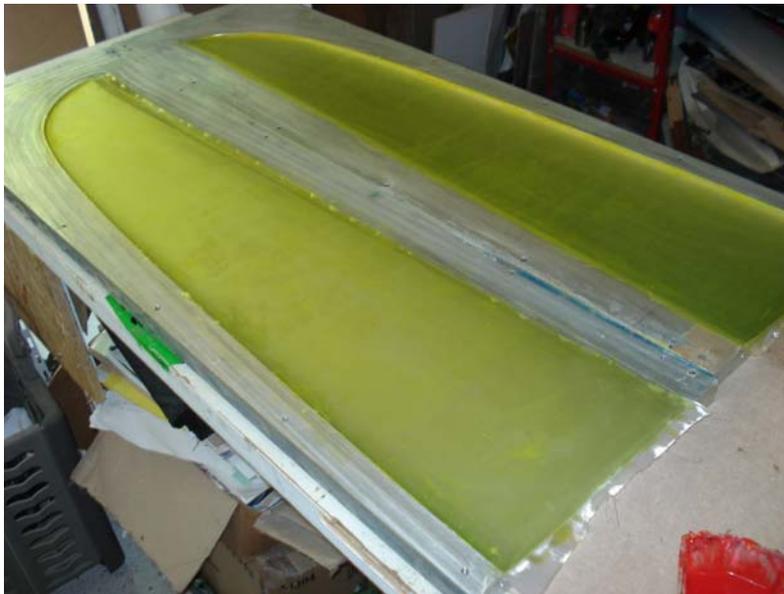
Travailler rapidement sans trop revenir sur le travail déjà fait. Plus on étale et plus le tissu se déforme et se détrame au B.A. & B.F.

Le carte à puce sert aussi à essorer les excédants de résine si nécessaire.

Eviter toutes les peluches qui de forment au B.A et B.F, soit en les enlevant, soit en les étalant pour boucher un trou.

Essuyer les éventuelles gouttes de résine sur le plan de joint avec un chiffon.

Laver le pinceau à l'acétone une fois la stratification faite.



Une couche de résine colorée en jaune uniformément répartie. BA parfait et BF & emplanture débordants, plan de joint exempt de résine.

Si vous n'envisagez pas de peindre dans le moule, vous pouvez poser une décoration sur le premier lai. Par transparence, elle se verra parfaitement. Il faut pour cela imprimer, à l'envers, sur une feuille assez fine, votre décoration, et la découper afin de minimiser le blanc de la feuille.

Résiner la face imprimée et plaquer votre décoration sur le tissu de 48gr. Après quelques heures de polymérisation, lorsque la résine devient épaisse, vérifier le bon plaquage.

Un conseil : Eviter une telle décoration à l'emplacement d'une charnière. Le composite sera localement plus raide et l'articulation sera plus difficile à réalisée.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Petit exemple de décoration apposé sur le premier lai. Un des avions est situé sur l'articulation de volet côté extradados ; A éviter absolument !

3.5 Stratification des autres couches

Lorsque la résine est « amoureuse » (en général au bout de 4 à 6 heures) :

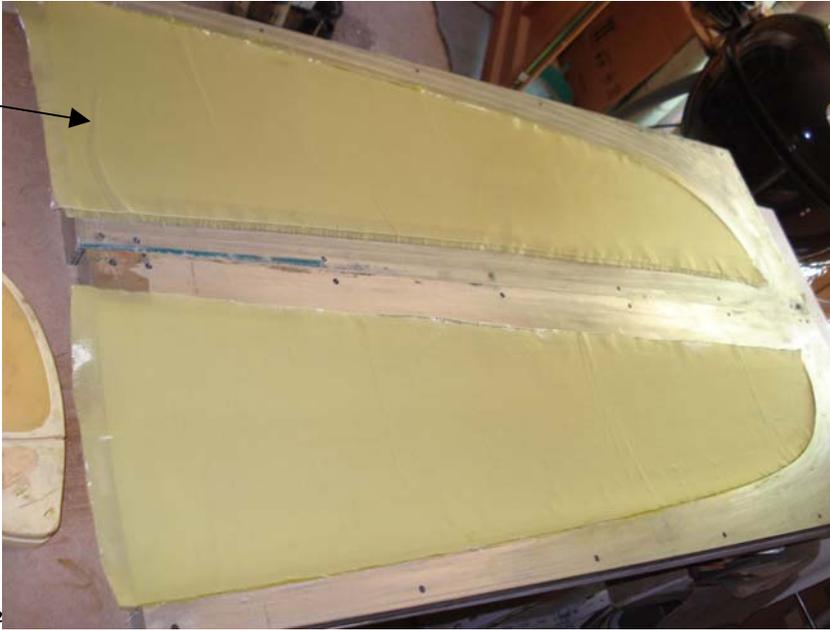
Préparer autant de résine en poids que de tissus et renforts à stratifier. Colorer éventuellement la résine.

Étaler le premier lai de Kevlar (ou verre ou carbone) en s'appliquant à faire tangenter le B.A avec le plan de joint du moule. Attention à ne pas déformer trop le tissu. Le tissu adhère à la première couche sans s'imprégner de sa résine.

Avec le plat de la paume, étaler le tissu sur le reste du moule en supprimant tous les plis.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

1)



La première lai de Kevlar est étalée dans chaque 1/2 moule.

1) La marque de pli apparent sur le 1/2 moule supérieur ne laissera qu'une légère différence d'apparence en finale (pas de problème d'état de surface mais uniquement un phénomène d'optique qui ne se voit que si la résine est transparente). Tout est prêt pour étaler la résine.

Étaler la résine à la carte de crédit de façon uniforme.

Poser le Balsa.

Poser la deuxième lai de Kevlar ou FdV ou Carbone.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Résiner
Imprégner les renforts carbone



Le(s) poser à l'emplacement du longeron (utiliser les champs en plaque d'aluminium comme gabarit pour repérer leur emplacement).

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

1)



Tous les tissus posés sur le tronçon central.

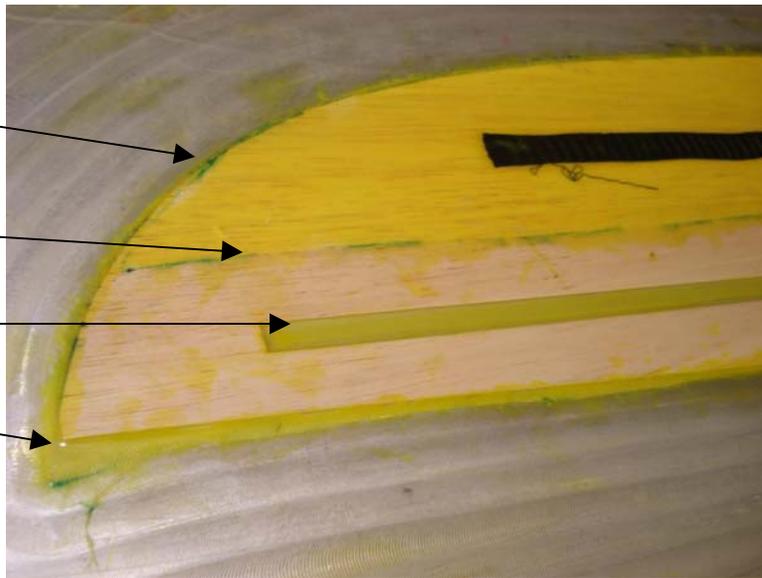
1) Le ruban carbone aurait du être positionné en avant du ruban couvrant toute l'envergure afin d'avoir plus de place pour poser les fixations et le passage des fils de servos.

1)

3)

2)

4)



Le résultat final :

1) Les marques de feutre éventuelles ne doivent pas être visibles (pas au plan de joint) ce qui n'est pas totalement le cas ici. Si vous tracez sur le tissu, utiliser un crayon papier 2B.

2) Remarquer la fente pour l'articulation de l'aileron

3) et la couche de kevlar intérieure trop courte car elle devrait aller jusqu'à la fente d'aileron).

4) Le premier lai de Kevlar aurait pu être ici un peu plus essoré.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.5.1 Astuces

Au B.A, il vaut mieux que le tissu soit quelques dixièmes de mm en retrait du plan de joint que l'inverse.

On croit toujours qu'il n'y a pas assez de résine. C'est sans compter sur le vide qui va écraser les fibres et faire ressortir la résine. Racler et enlever l'excédent de résine une fois la fibre bien imprégnée ou éponger avec un papier « Sopalin » en passant un rouleau dessus.

Le Balsa peut être en retrait jusqu'à 0.5mm. C'est mieux que l'inverse. Mais éviter un jour de quelques mm entre le bord du moule et le balsa.

Attention au bon plaquage du balsa dans le moule au niveau du B.A. du saumon d'aile (panneaux extérieurs). Préformer le balsa avant la pose dans le moule (voir même légèrement « casser » le balsa localement). Sinon, vous aurez une grosse bulle à cet endroit.

La deuxième couche ainsi que les renforts doivent être bien essorés. Il y a toujours trop de résine.

Pour les plus pressés, si vous êtes sûr de votre vide, vous pouvez enchaîner la stratification de toutes les lais sans attendre les 4 à 5 heures entre les deux premières couches.

3.6 Mise sous vide.

Couper la bâche 30cm plus grande que le moule.

Le déposer sur la table.

Fermer avec une bande de scotch une de ses extrémités.

Déposer deux morceaux de canne à pêche dedans.

Introduire les deux demi-moules dans le sac en les faisant rouler ensemble sur les scions de canne à pêche à la façon des bâtisseurs de l'île de Pacques.

Déposer une corde tout autour des parties moulées pour « égaliser » le vide au mieux dans le sac.

Fermer le sac avec un ruban de scotch. Attention aux plis / faux plis lors de la pose du scotch de fermeture. Chacun d'eux est source de fuite certaine. Cette opération est une des plus délicates du moulage...

Faire une fente et y introduire le tuyau d'aspiration.

Colmater la fente avec de la « patafix » (ou équivalent).

Faire le vide. Un vide de 0.2 bars est suffisant, mais l'on peut monter plus haut sans problème (bien au contraire) si l'on utilise du Balsa.

Passer un rouleau pour bien écraser les tissus et être sûr de l'absence d'air entre les couches. Bien vérifier le plaquage au bord d'attaque pour les saumons des panneaux extérieurs.

Arrêter le vide au bout de 24 heures minimum.

1)

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Fin de la stratification. Les coulures de résine ont été essuyées au chiffon. Les moules sont glissés dans le sac à vide. Notez que la corde a été oubliée ici.

1) On aperçoit l'un des scions de canne à pêche qui servent à rouler le moule dans le sac, apparent à l'emplanture.



Le vide fait, les fibres sont écrasées et le tissu devient glacé preuve d'un certain excès de résine.

1) Notez le tissu au BF débordant largement du BF (utile pour l'opération de ponçage à venir).

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.6.1 Astuces

Avoir un sac naturellement sans plis permet de le fermer plus aisément.

Pour fermer le sac, ne pas opérer en une seule fois mais avec des petits bouts de scotchs de 30 cm environ.

Obtenir un vide est assez difficile. Le moindre trou empêche de faire décoller le manomètre.

Utiliser l'oreille pour détecter les fuites (sourd s'abstenir).

Autre moyen de détecter une fuite est d'essayer de faire glisser les parois du sac l'une sur l'autre.

Aux environs d'une fuite, il est plus aisé de les mouvoir. Cette dernière astuce est applicable quand on a déjà obtenu un certain vide.

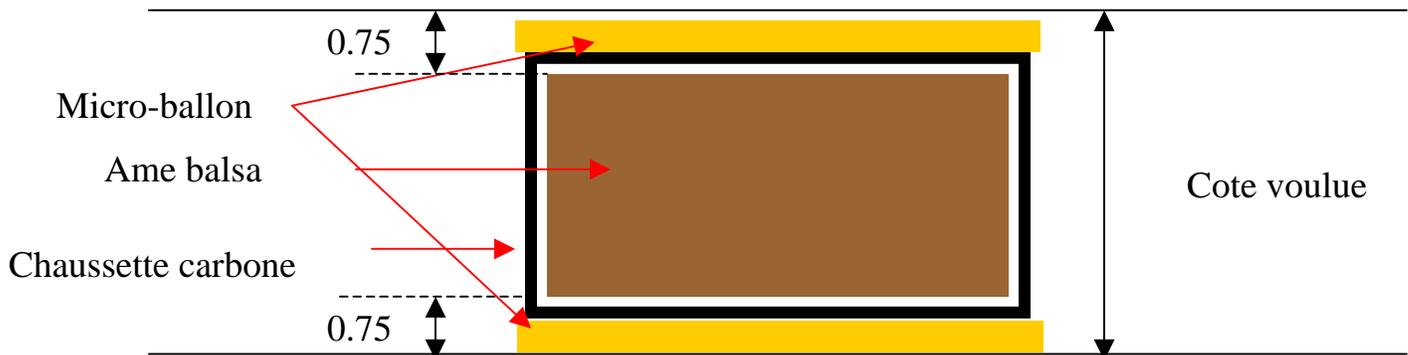
3.7 Préparation du longeron

Je vous propose deux types de longerons :

Une version « béton » et une version « light ».

3.7.1 Version « Béton »

Découper l'âme du longeron dans une planche de balsa léger de 15mm d'épaisseur à une cote 1.5 mm en dessous de la cote voulue ($2 * 0.3 \text{ mm}$ pour la chaussette carbone + $2 * 0.45 \text{ mm}$ de micro-ballon = $2 * 0.75 \text{ mm}$).



Enfiler une chaussette carbone coupée à longueur. Retourner la chaussette côté clé d'aile afin de former une double épaisseur à cet endroit. Pour un panneau extérieur, les derniers 30 à 50cm n'ont pas besoin de « chaussette ». Les efforts ne sont pas importants.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Chaussette retournée pour constituer 2 épaisseurs autour des clés d'ailes.

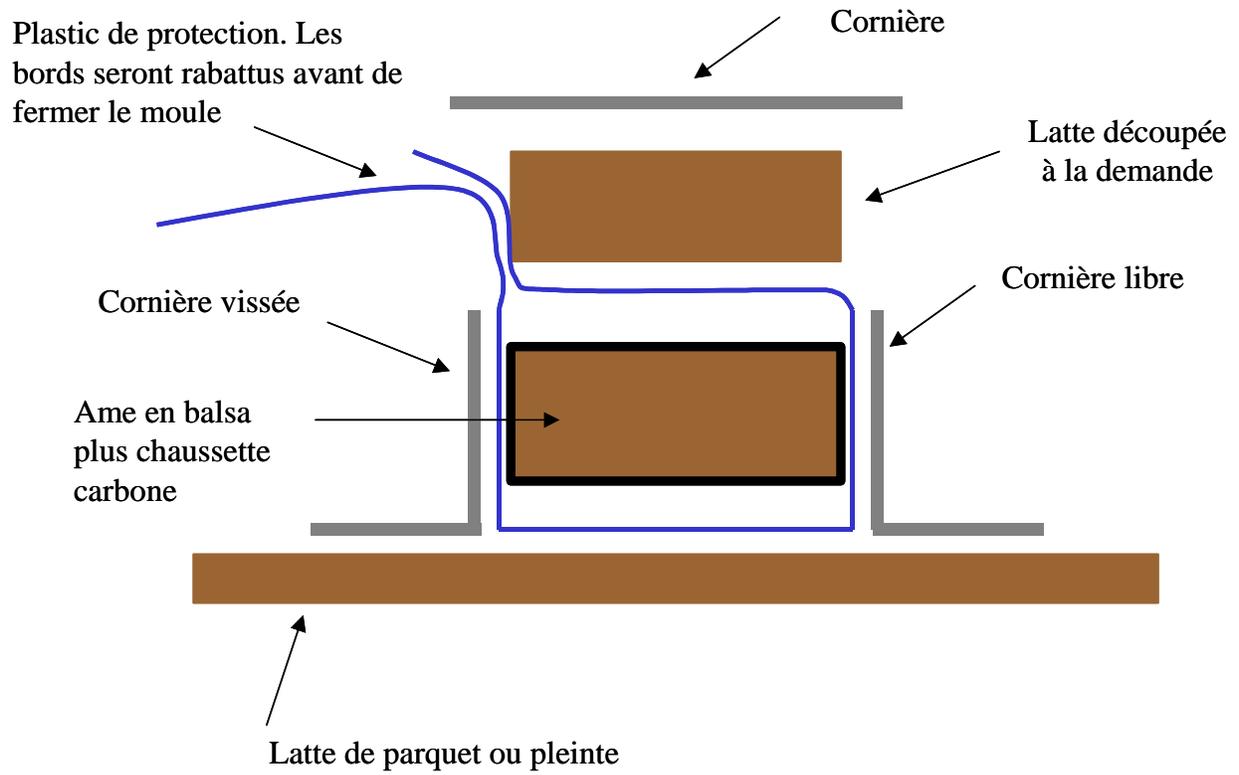
Imprégner de résine la chaussette.

Envelopper le tout dans un morceau de bâche ou éventuellement du film étirable .

Mettre dans le moule faite de cornières vissées sur une planche.

Serrer avec des serre-joints sans déformer le balsa.

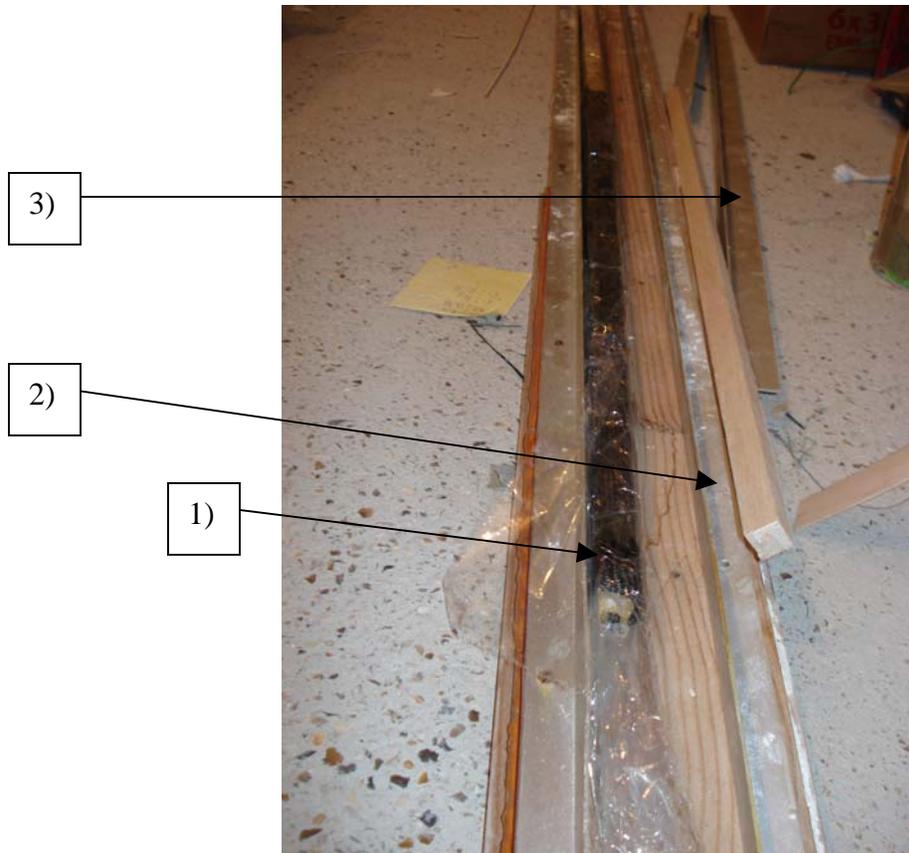
Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Principe du moule du longeron

Démouler au bout de 24h minimum.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Le longeron posé dans son moule avant pose des serre-joints.

1) Noter la double épaisseur côté clé d'aile.

2) Le carré de balsa est un intercalaire entre le longeron et la cornière aluminium supérieure repère 3) qui est trop large pour rentrer dans le moule.



Serrage des cornières ; 1 serre-joint tous les 20 cm environ.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Le film étirable se défait très facilement après polymérisation.

3.7.1.1 Astuces

On croit toujours qu'il n'y a pas assez de résine. C'est sans compter sur la pression des cornières qui vont écraser les fibres et faire ressortir la résine. Etaler la résine avec les mains et bien étirer la chaussette sur son âme. Une chaussette se comporte comme une éponge. Juste humidifier les fibres et éponger avec un papier « Sopaline ». Il y a toujours un peu trop de résine.

Pour les panneaux extérieurs, Faire deux longerons ensemble. Mis tête-bêche, ils formeront un ensemble « rectangle ».

Pour avoir un serrage homogène des serre-joints, regarder les déformations et positions des cornières l'une par rapport aux autres. Les rendre « homogènes » (serrage modéré pour ne pas déformer le balsa).

Une façon de gagner du poids est de mettre le longeron juste imprégné, à l'extrados, en même temps que l'on stratifie les différentes couches (opérations du § 3.5). Cela permet de gagner du micro-ballon sur une face (100gr de gagner pour 3m d'envergure). N'oubliez pas de corriger l'épaisseur du longeron en conséquence.

3.7.2 Version light

Le longeron sera découpé dans une planche de 5mm d'épaisseur, habillée de part et d'autre d'une couche de Kevlar de 60gr/dm².

Pour faire un longeron on découpera cette planche aux cotes voulues et l'on pourra mettre 2 voir 3 épaisseurs séparées par du polystyrène. Vous aurez alors un longeron multiple avec des saignées toutes prêtes pour recevoir les clés d'ailes.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Longeron light. Sur une aile complète,, le gain de poids est plus de 100gr entre une version lourde et celle light. Il y a bien un léger écart de résistance, mais pour une version électrique, il ne faut pas hésiter.

Pour gagner encore plus de poids, le longeron est directement collé lors de la stratification de l'extrados. On gagne ainsi une couche de micro-ballon sur toute la longueur de l'aile soit 100g environ.

Il faut juste disposer d'un sac assez large et bien accompagner le plaquage de celui-ci sur le longeron en le faisant glisser pendant la mise sous vide. Au pire, un coup de cutter et une bande de scotch permet de retrouver un plaquage uniforme.



Stratification du longeron avec les lais d'extrados. Un gain de poids certain pour une résistance identique. Vous noterez la longue bande de scotch le long du longeron pour permettre de bien plaquer le sac autour de ce dernier (le sac utilisé est un peu trop petit).

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.8 Ponçage

Une fois polymérisée, sortir les moules du sac.

Déglacer toutes les surfaces qui devront être encore encollées (B.A., B.F., longeron, zones autour de l'articulation des volets / ailerons).

Le B.F. doit se terminer en biseau fin juste avant le B.A.

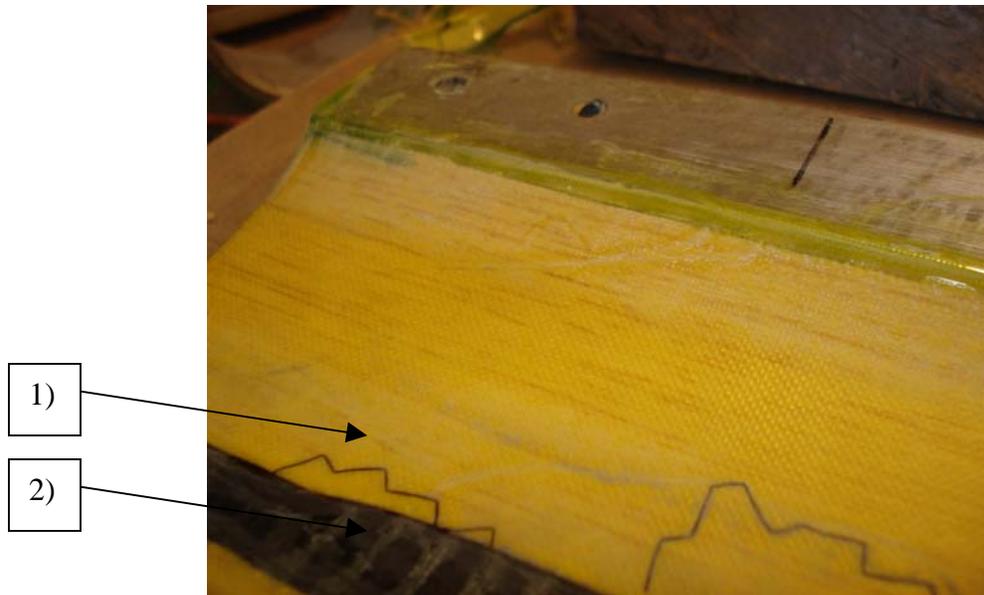
Le B.A. doit être affleurant au niveau du plan de joint. Araser si nécessaire avec un Cutter.



Arasage d'une partie du B.A. dépassant. Attention à ne pas gratter la pellicule de démoulant sur le plan de joint. Normalement vous ne devriez pas avoir à réaliser une telle opération.

Poncer aussi les surfaces encollables du longeron.

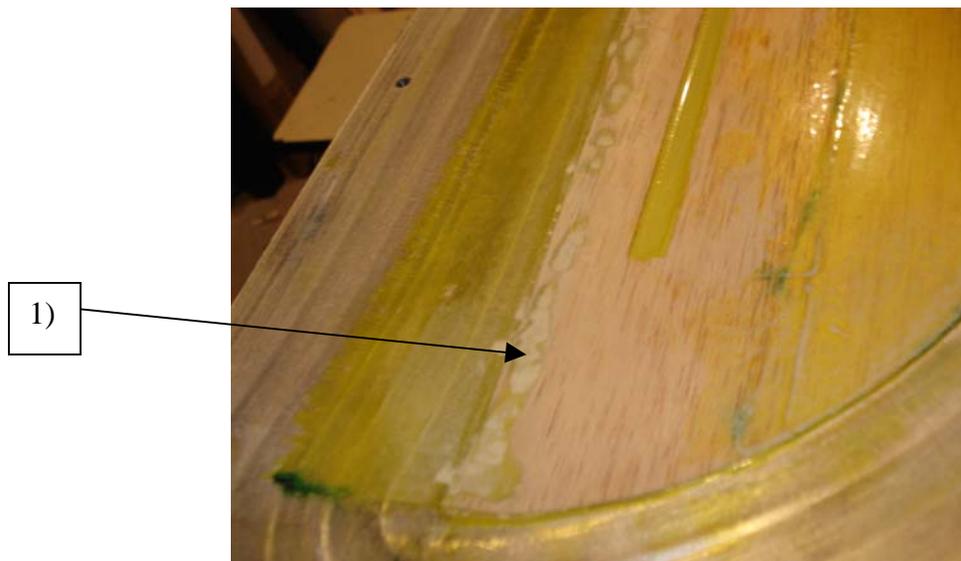
Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



BA et emplacement du longeron déglacés.

1) On voit la trame du kevlar sur la couche interne preuve d'un bon essorage à cet endroit.

2) Par contre, le renfort en carbone aurait pu être un peu plus essoré.



B.F. poncé en biseau pour pouvoir avoir un B.F. de quelques dixièmes. Aller jusqu'à la fibre.

1) Éviter les « trous » comme ici et faire une déclivité régulière.

3.9 Pose des longerons et Cordons

Découper une longueur de tresse de 15mm de diamètre pour réaliser la fermeture de l'aile côté aileron / volet.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Découper une longueur de tresse de 10mm de diamètre pour réaliser la fermeture de l'aileron. Introduire une bande de 20 cm de large de film étirable roulé dans chaque tresse à l'aide d'un scion de canne à pêche fin.

Mettre au bon diamètre l'ensemble.



Introduction du film étirable roulé dans la tresse de 10mm de diamètre.

Repérer l'emplacement du longeron et des tresses par des traits de feutre.

Préparer 60 g de résine.

Imprégner les tresses de résine à la main. Ne pas trop étirer les tresses mais les presser / serrer sur elles même.

Sur l'un des ½ moules déposer un trait de cyanoacrylate épaisse à l'emplacement du collage de chaque tresse.

Déposer chaque tresse à son emplacement en faisant attention d'obtenir un ensemble bien droit et au diamètre homogène. La cyanoacrylate est un catalyseur d'époxy. La polymérisation à cet endroit sera rapide (quelques secondes) solidarissant la tresse et la peau.

Préparer un mélange de micro-ballon avec le restant de résine. Le mélange doit pouvoir couler (assez liquide donc).

Colorer le mélange si nécessaire (Prendre la couleur la plus claire dans le cas d'une aile bicolore entre l'intrados et l'extrados).

Déposer un ruban de 3mm de diamètre environ de mélange au B.A. et au B.F.

Rajouter du micro-ballon au reste de mélange afin d'avoir une pâte tyxotrope (pâte épaisse qui ne coule pas).

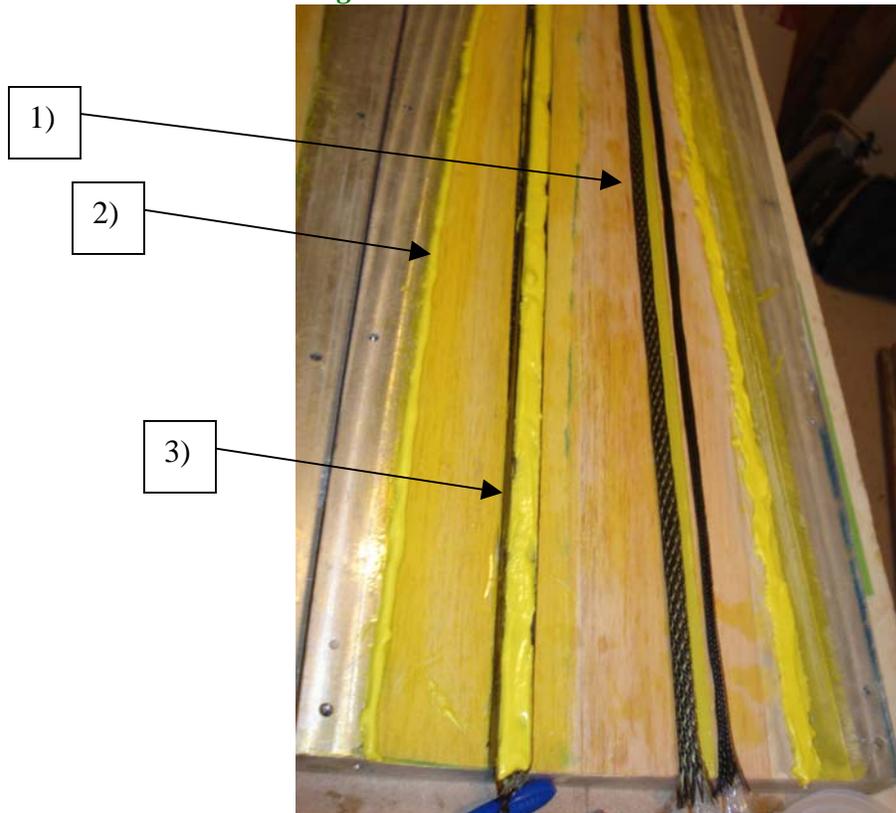
Déposer une couche de 0.5mm environ de micro-ballon sur chacune des deux faces à encoller du longeron.

Poser le longeron à son emplacement (si il n'a pas directement été polymérisé dans le moule d'extrados comme suggéré précédemment).

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Pose d'un cordon à la seringue sur un stabilisateur



- 1) Tresses de longeron arrière et de fermeture de volets posés de part et d'autre de l'évidement dans le balsa,*
- 2) filets de micro-ballons mis au B.A. et au B.F. (il y e a même trop au B.F.),*
- 3) Longeron encollé et posé.*

Pour le panneau central, implanter les renforts des fixations sous la forme de profils découpés dans du balsa de 10 mm. Il faut au moins 3cm d'épaisseur.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Renfort pour la fixation de l'aile sous forme de balsa plein. Remarquez qu'un des rubans unidirectionnels a été placé en arrière du longeron. Cela imposera d'implanter le point de fixation et le passage des câbles des servos en arrière de ce ruban. Il aurait peut être mieux valu le mettre en avant du longeron...

3.9.1 Astuces

Avant toute opération d'encollage, vérifier que le longeron rentre bien à son emplacement avec une marge de 0.5mm environ.

Jouer sur la variabilité du diamètre des tresses pour introduire le film étirable dans chacune d'elle.

Faire le mélange micro-ballon assez fluide pour le BA et BF. Le BF sera alors plus fin et le BA sera sans « bulles » d'air.

Une seringue est bien utile pour déposer le micro-ballon au BA et au B.F. Moins on en met, plus légère sera l'aile (gain de 100g par aile complète possible). Mais il faut en mettre suffisamment...

Nettoyer votre seringue à l'acétone, démonter là, séchez là puis graisser un peu le caoutchouc à la graisse silicone avant de la remonter.

Pour être sûr du collage des tresses sur le 1/2 moule « supérieur », il est possible de passer une petite couche de résine fluide dessus avant de fermer le moule.

Pour gagner du poids, les tresses des longerons arrières peuvent être remplacées par du balsa de 3mm d'épaisseur mis à la cote. La seule conséquence est la plus grande souplesse en torsion du longeron. Ce n'est pas dimensionnant pour une machine de durée, un peu plus pour faire de la vitesse.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Longerons arrières faits en Balsa. Pour parfaire leur hauteur, un petit coup de ponçage est bien pratique. Ils sont collés sur l'extrados à la cyanoacrylate. Remarquez au bord d'attaque une baguette de balsa tendre permettra de réduire le volume de micro-ballon à la jointure des deux moules tout en le renforçant. Remarquez aussi que les champs des gouvernes sont fermés (pour réduire les bruits aérodynamiques).

3.10 Fermeture du moule.

Fermer le moule en introduisant les pions de centrage en premier.

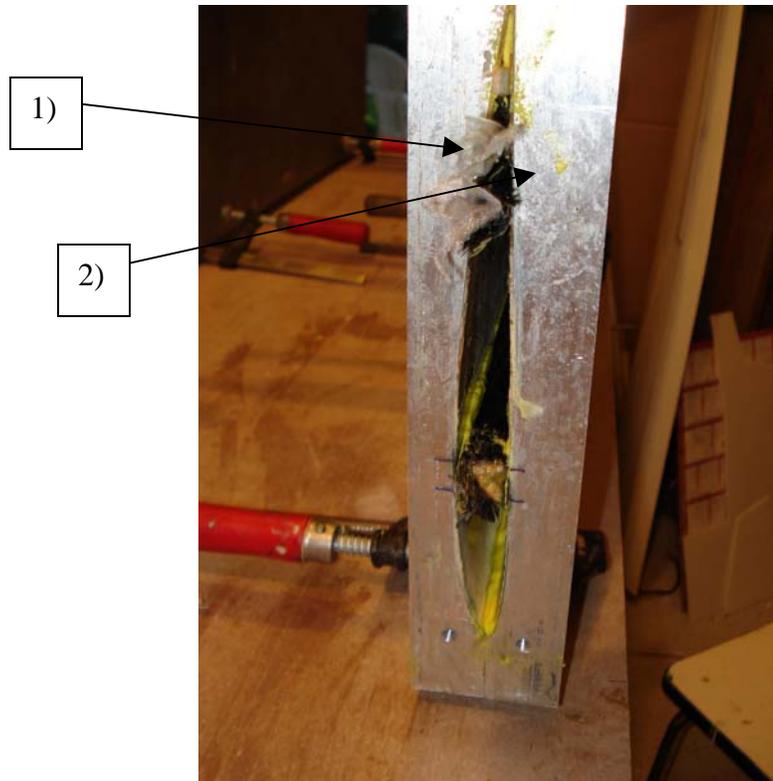
Serrer le moule (6 à 8 points suffisent avec des moules en aluminium).

Mettre le moule B.A. en bas. La fluidité de la résine ira mouiller l'autre demi-moule assurant un B.A. solide.

Laisser polymériser 48 heures au moins. On peut laisser une bonne semaine pour plus de sûreté.

Où mieux, finir de polymériser à chaud.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Mise en vertical de deux moules pendant polymérisation après leur fermeture.

1) Remarquez le film rétractable en excédent dans les tresses.

2) Le cirage de toutes les faces du moule est bien utile...

3.10.1 Astuces

Une petite baguette de balsa léger de 2*2 mm ou 3*3 mm, introduite une fois le moule fermé (ou avant de fermer le moule, peut aussi être glissée au B.A. pour « forcer le mouillage » du collage à cet endroit, diminuer la quantité de résine + micro-ballon, et augmenter la résistance aux chocs. Laisser le moule fermé dans une voiture par un jour ensoleillé. La température grimpera à 40° au moins et votre résine sera alors bien plus dure et ne subira plus d'éventuelles déformations dues à la chaleur.

3.11 Réalisation des champs d'emplanture

Découper à l'aide d'un gabarit le profil de l'emplanture avec un retrait de l'épaisseur de la peau plus 0.5mm.

Poncer l'emplanture (longerons) de manière à ce que ce profil s'intègre parfaitement dans l'aile. Le fixer sur l'une des 1/2 plaques alu à l'aide d'un adhésif double face.

Préparer de la résine plus micro-ballons.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Déposer un congé sur le pourtour du profil.

Poser les plaques. Le profil en contreplaqué s'adapte parfaitement à l'intérieur de l'aile creuse.

Visser les plaques alu sur le champ des moules.



Les champs vissés moule « tête en haut ». Un peu de musculature est nécessaire pour retourner le moule « tête en bas » (1 moule = 30 kg).

Laisser polymériser les plaques têtes en bas.



Un petit ponçage sera juste nécessaire pour avoir un champ parfait.

4.12.1 Astuces

Une résine ni trop liquide, ni trop épaisse pour qu'elle puisse couler un peu.

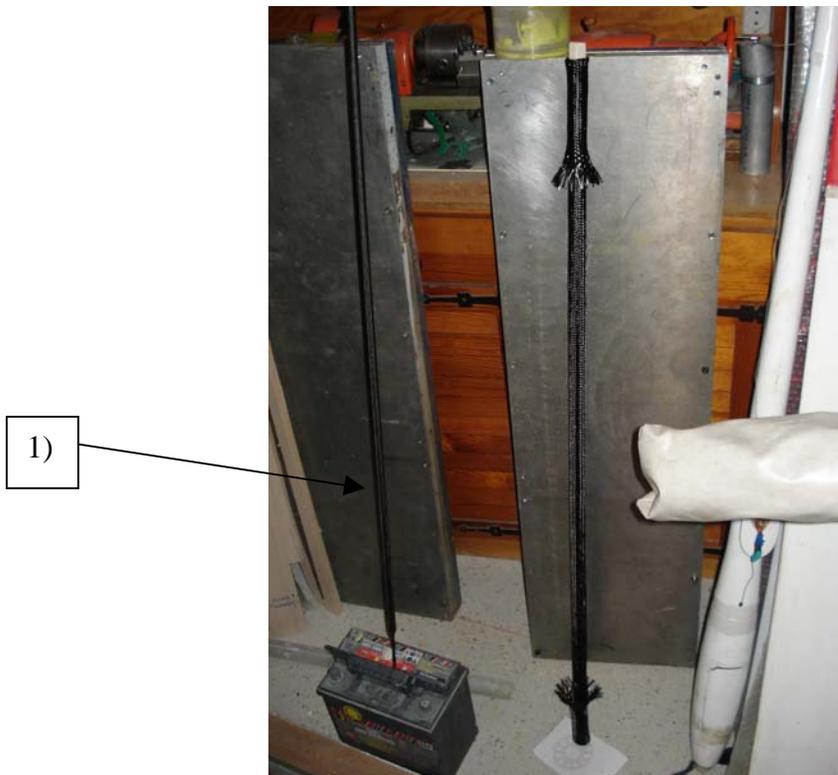
Attention à ne pas mettre de résine dans les fentes d'articulation.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.12 *Réalisation des clés d'ailes*

Surmouler sur une clé carbone de 10mm une gaine carbone :

- Enduire de graisse épaisse la clé.
- Envelopper la clé dans du film étirable.
- Glisser la gaine dessus
- Résiner
- Laisser polymériser avec un poids tirant aux extrémités (>5kg).



1) A gauche, polymérisation de la gaine carbone sur un jonc de 1m allant servir à constituer les clés d'ailes.

- Démouler et retirer le fil étirable.
- Découper un tronçon de 7.5cm qui fera office de fourreau de clé
- Obturer une des extrémités par une rondelle de Balsa.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Fourreaux et clé d'aile avant mise en place dans les ailes.

3.12.1 Astuces

Lors de l'opération de fabrication des fourreaux de clé :

- La graisse permet le démoulage aisé. Ne l'oubliez pas !
- Si vous constatez en final un jeu, chauffer la gaine carbone polymérisée enfilée sur la clé d'aile et étirer-la.
- De même si vous n'arrivez pas à retirer le fourreau polymérisé de sa barre de moulage, chauffer au décapeur thermique pour ramollir un peu la résine et faire jouer la tresse.
- Vous pouvez mettre une gaine thermo-rétractable autour de la tresse pour bien la faire plaquer sur la clé. Une fois la résine polymérisée, l'enlever.

3.13 Implantation des clés d'ailes

- Percer à l'aide du gabarit d'emplanture au diamètre 12 sur 8cm à travers le balsa du longeron.
- Percer les deux petits trous des tétons de positionnement de l'aile.
- Poser les tétons de positionnement de l'aile.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Implantation des tétons de positionnement des ailes à partir des gabarits d'implanture. Cette opération doit se faire avant le démoulage de l'aile pour une bonne précision.

- Bien cirer la clé d'aile.
- Vérifier que la clé et son fourreau rentrent bien dans son logement et permettent d'obtenir le dièdre voulu.
- Introduire de la résine + micro-ballon dans le trou de clé de l'aile et enduire le fourreau carbone de micro-ballons.
- Emmancher fourreau + clé dans l'aile.
- Faire de même sur l'autre partie d'aile adjacente.
- Laisser polymériser les 2 ailes montées en calant l'extrémité d'aile du panneau extérieur par un rouleau de scotch large de 5cm (représentant le dièdre maximum réalisable de 2.5°).



Polymérisation de la clé d'aile entre le panneau central et l'aile droite. Le serre-joint n'est pas serré afin d'immobiliser sans marquer. Si cette opération était effectuée dans les moules à l'aide des gabarits d'implanture, les ailes deviendraient interchangeables entre elles. Ce n'est pas le cas ici.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

3.13.1 Astuces

Bien enduire de démoulant la clé d'aile. Il se peut qu'il y ait quelques difficultés à retirer les clés. Une fois l'aile démoulée, coincer fermement la clé dans un étau et faire tourner l'aile. Cela finit par céder.

3.14 Démoulage ébavurage des ailes

Avec un tournevis ouvrir le moule par le B.F.



Démoulage. L'état de surface est parfait.

Glisser une languette en bois ou en plastique sous la peau encore solidaire d'un des ½ moules en commençant par le B.F.

L'aile vient d'un coup dans un grand « crac » libérateur.

Il ne reste plus qu'à ébavurer le B.A. avec une mini ponceuse, et à couper le B.F. à la bonne dimension / forme.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



B.F. coupé et B.A. poncé.

3.14.1 Astuces

Pour couper le B.F. immobiliser la règle en fer servant de guide avec du scotch. L'état de surface étant « glacé », il est impossible de maintenir à la main la règle en place à la main pendant la découpe.

Poser la règle « côté aile » et découper « côté B.F. ». Si vous ripez, cela ne se verra pas. A l'inverse, si vous découpez le B.F. « côté aile », toute erreur sera irréparable.

Pour bien découper, y aller en plusieurs passes sans appuyer. Une bonne découpe peut nécessiter une dizaine de passe.

Casser très régulièrement votre lame de Cutter pour avoir un tranchant optimal surtout avec le Carbone ou le Kevlar qui les usent rapidement.

3.15 Découpe des ailerons / volets.

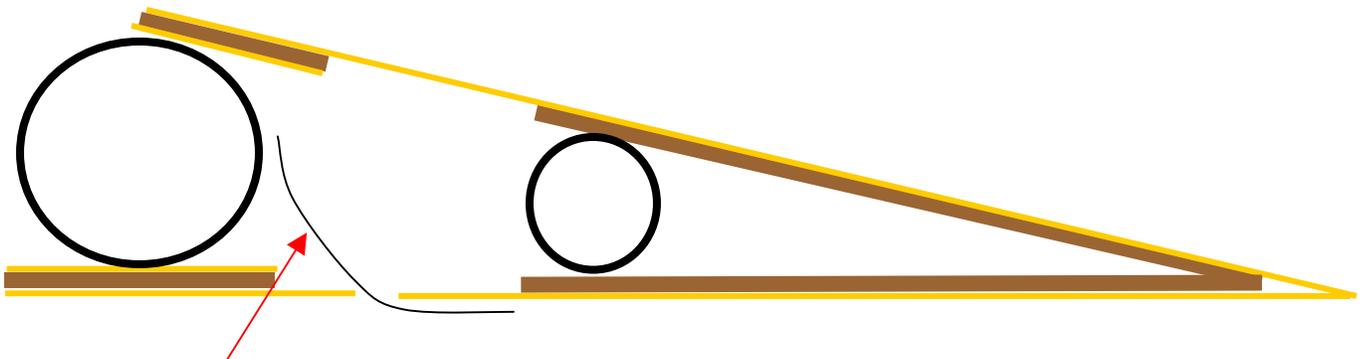
Du côté de l'articulation passer plusieurs fois sans appuyer un clou ou mieux le dos d'une lame de cutter pour gratter la résine et mettre à nu le kevlar sans défoncer la fibre. Procéder comme pour la découpe du B.F. avec un régllet immobilisé avec du scotch.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Marquage de la charnière avec le dos d'une lame de cutter pour gratter la résine sans déchirer le tissu d'articulation.

Avec un mini disque à tronçonner, ou mieux, une scie vibrante, ouvrir les champs des ailerons. Découper au cutter la fente des ailerons / volets (côté opposé à l'axe d'articulation). Coller un scotch sur la partie mobile sur une demi largeur de ruban, talquer la partie collante à l'air libre et glisser cette partie du scotch non collante dans la fente d'aileron. Votre aileron joue maintenant sans effort ni point dur.



Scotch talqué sur la partie libre

3.15.1 Astuces

Pour bien réaliser l'articulation sans la découper, ne pas appuyer mais « user » le stratifier. S'arrêter avant de passer au travers ! Faire fonctionner l'aileron plusieurs fois. Une autre solution pour étancher la fente (à appliquer pour les volets principalement) consiste à réaliser un congé de résine + micro-ballon :

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

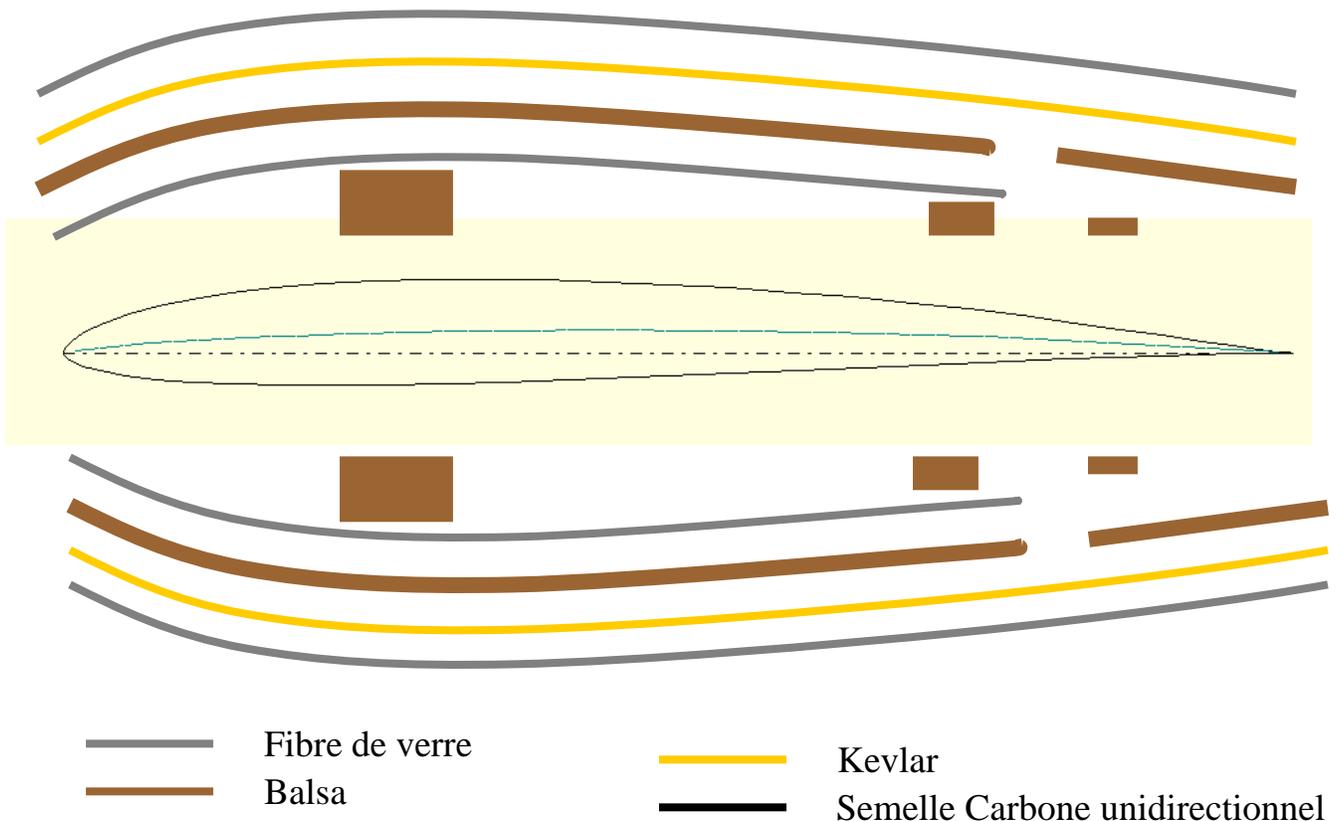
Pour cela découper des bandes de 2cm de large dans un film de rétro-projectables (il faut faire les fonds d'armoire pour en trouver, je sais). Coller au double-face ces bandes sur la gouverne à la place du scotch. Les solidariser entre elles afin d'obtenir un film qui court sur toute la longueur de la gouverne. Ouvrir à fond l'articulation. Déposer un mélange d'un millimètre d'épaisseur de résine plus micro-ballon à sur le film côté intérieur de la gouverne. Glisser le film à l'intérieur de la fente (se faire aider) et immobiliser la gouverne en position très ouverte. Par son élasticité, le film décrit une courbe qui viendra naturellement frotter sur l'autre bord et assurera une bonne étanchéité. Quand la résine est polymérisée, enlever le film et le scotch double face et poncer le micro-ballon afin d'obtenir un bord rectiligne qui permette d'avoir les débattements dans les deux sens.

4 Réalisation du stabilisateur

Travailler comme pour une aile (panneaux extérieurs).

Deux différences :

- La couche de Kevlar interne sera remplacée par de la FdV 48gr/dm² voir supprimée.
- Les longerons et autres tresses seront remplacés par des baguettes de balsa collées dans chaque demi moule (être précis dans leur positionnement) puis poncés jusqu'à venir tangenter le plan de joint. Un joint de micro ballon reconstituera le longeron complet.



Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Constitution du stabilisateur

Stratifier chaque ½ moule de ces différents lais et mettre sous vide.

Une fois la polymérisation faite, s'assurer que le plans de joint est parfait (BA et BF).

Positionner chaque partie de moule dans son berceau. Les caler avec du scotch.



Extrados calés dans leur berceau. Les longerons et renforts ont été collés.

1) Remarquez le scotch qui immobilise les moule sur le berceau.

Coller les renforts Carbone d'emplanture à la jointure de chaque ½ moule (2 tissus de 200 g).

Découper dans une planche de balsa les différents ½ longerons :

- Longerons principal d'épaisseur dégressive de 5 vers 3 mm pour 30cm de long (Largeur 10mm).
- Longerons secondaire d'épaisseur dégressive de 3 vers 2 mm pour 33cm de long (Largeur 5 mm).
- Champ de volet de 20cm de long 5 mm de large.

Coller les longerons et le renfort d'assise de stabilisateur

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Longerons et renfort d'assise posés.

Poncer les longerons jusqu'à venir à hauteur du plan de joint. S'aider d'un réglet.



Ponçage des longerons dans les berceaux. Vérifier avec un réglet le résultat.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Tout est posé, et poncé.

Déposer des cordons de résine + micro-ballons là où il faut. En mettre le moins possible. C'est du poids superflu.



Cordons de résine posés. Il reste à fermer le moule.

Fermer les moules (attention, rien ne solidarise réellement les 2 demi moules d'un même côté entre eux ; Sans précautions, il peut y avoir glissement / désalignement des moules entre eux. A éviter).

Une aide est bien utile.

Basculer l'ensemble et laisser polymériser BA en bas. Attention à bien garder le bon dièdre, à ne pas introduire de vrillage...

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Polymérisation d'un stabilisateur. Remarquez le berceau garantissant le respect du positionnement dans l'espace ainsi que le scotch.

Démouler
Ebavurer
Libérer les volets.

4.1 Astuces

Le collage des longerons peut se faire à la cyanoacrylate même sur le lit de résine non polymérisé. La cyanoacrylate est un catalyseur de résine époxy. On gagne ainsi le temps de la polymérisation et l'opération de ponçage peut se faire avec une résine non polymérisée. Bien repérer les trous de liaison inter-moule « lisses » (extrados) et les trous « taraudés » (intrados). Se débrouiller pour que les trous lisses se retrouvent sur le dessus lors de la fermeture des moules. Cela facilitera la tâche de pose des visses.

5 Réalisation du Fuselage

Le fuselage est en trois parties :

- La poutre arrière
- Le support de coiffe
- La coiffe

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

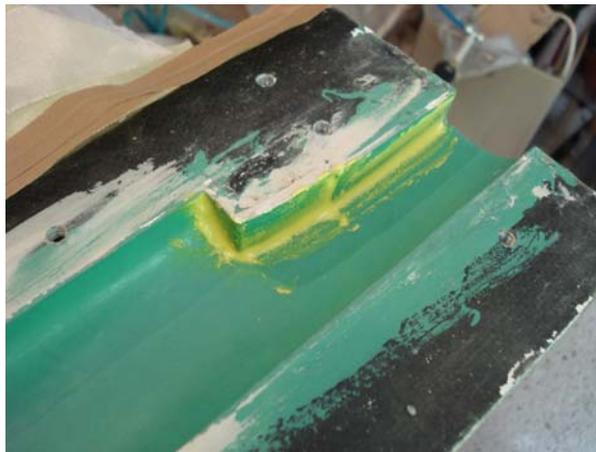
La coiffe n'est vraiment pas très large. Au maximum 4cm. Et la partie encore sphérique ne fait guère que 2 cm et quelque ! Pour une version « moto planeur », il sera impératif d'investir dans un moteur (« in-runner ») avec réducteur planétaire de faible diamètre. Tout rentre au chausse-pied mais cela rentre. Cela tombe bien, on en trouve délivrant 400W sous 10 éléments et même d'autres 350W sous 7 éléments... Parfait pour avoir un équilibrage sans plomb (il faut même mettre 20gr de plomb dans la queue pour avoir un centrage « neutre ». Il n'y a donc que l'embarras du choix.

Chaque partie du fuselage est constituée des mêmes alternances de couches.

- 1 lai de 48 gr en FdV ;
- 1 lai de 60 gr Kevlar ;
- 1 lai de 170 gr Kevlar ;
- 1 lai de 170 gr Kevlar ou de 60gr Kevlar.

Les trois premiers lais sont découpés larges, la dernière est découpée de façon précise. Ceci fait en final un fuselage de 230 g extrêmement solide. Les ajustements sont « serrés ». Pour la coiffe, Il est préférable de supprimer une couche de 170 gr Kevlar. Après avoir bien cirer les moules, la stratification peut commencer. Dans les angles vifs, déposer un congé de micro-ballon.

Pour faire plus léger (gain de 50gr), une couche de 170 gr peut être supprimée sur les parties arrières et remplacée par des mèches carbone placées entre les deux couches de Kevlar.



Dépôt d'un joint de micro-ballon sur tous les angles vifs du support de coiffe.

Stratifier avec un pinceau le lai de FdV, celui de 60 gr Kevlar et 1 lai de 170 gr Kevlar (pour la version « rigide / lourde »).

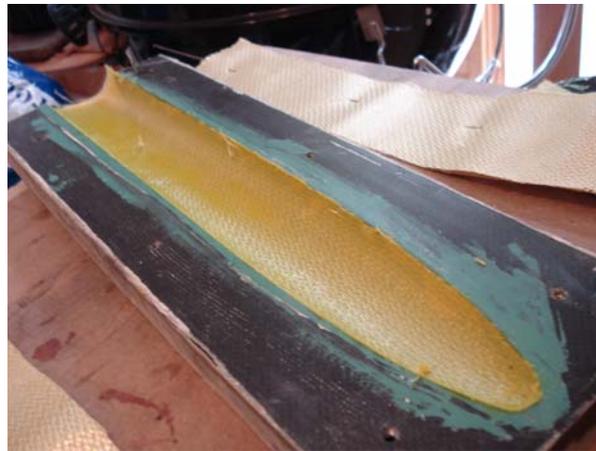
Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Stratification des trois premiers lais. Le tissu de 170gr boit beaucoup. Ne pas mettre trop de résine (autant de résine que de tissu en poids au maximum) surtout si vous utilisez ensuite une chambre à air pour comprimer le sandwich composite.

Quand la résine est amoureuse, découper au ras du plan de joint avec des ciseaux micro-crantés courbes.

Une fois l'opération terminée, bien nettoyer les ciseaux à l'acétone ou à l'alcool à brûler. Vérifier que les micro-crans ne sont pas encrassés. En cas d'encrassement passer une lame de Cutter dans chaque cran pour les refaire. Il faut avoir de bons yeux ou travailler sous une loupe.



Découpe au ras du plan de joint. Faire quelque chose de propre, mieux qu'un gazon anglais.

Poser la dernière couche (celle découpée précisément) de façon décalée. De cette manière, le plan de joint sera décalé par rapport à celui du moule.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Pose de la dernière lai de façon décalée. Etre précis afin que chaque lai aille rejoindre l'autre sans chevauchement une fois le moule fermé.

Résiner

Déposer le sac gonflable ou une chambre à air. Préférer la chambre à air pour la poutre et la coiffe.



Sac déposé dans le moule du support de coiffe. Ne faite pas comme ici : Plier le pour laisser la place au lai du moule adjacent.

Assembler les deux moules en les décalant latéralement afin de bien insérer les parties débordantes à l'intérieur du moule adjacent puis une fois joint, revenir bord à bord.

Visser les moules.

Poser et fixer l'assise de stabilisateur avec une couche de 60 gr Kevlar dessus. Ce lai sera découpé large et ajusté une fois le fuselage démoulé.

Souffler dans les sacs ou gonfler la chambre à air.

Laisser polymériser.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.



Moule assemblé et sac gonflé. Pour être certain que chaque moule est bien assemblé, on peut en plus passer une baguette dans le sac.



Poutre arrière en cours de polymérisation, chambre à air gonflée à bloc. Remarquez que le moule est en trois parties, l'assise de stabilisateur étant maintenue par des pinces.

Démouler, ébavurer...

5.1 Astuces

Pour réaliser un bon congé sans bulles, le plus simple est d'utiliser une seringue. Déposer un cordon « régulier » puis stratifier la première lai ; le cordon prendra automatiquement la bonne forme. Une autre solution consiste à mettre des mèches de verre ou Kevlar dans les coins. Pour résiner la partie libre du dernier lai, s'appuyer sur le pot ou sur une règle.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Les sacs gonflables sont réalisés dans de la bâche ou un sac poubelle dont on aura découpé et assemblé bord à bord des lais aux dimensions du moule. L'assemblage se fera au scotch des deux côtés.

La chambre à air a l'avantage de comprimer les lais et de les aplatir. Cela va :

- Diminuer l'épaisseur du composite.
- Améliorer l'imprégnation des fibres.
- Permettre de moins mettre de résine sur les lais en 170gr qui sont de véritables éponges à résine.
- Avoir un état de surface « lisse » à l'intérieur.

Autant d'avantages pour la poutre et la coiffe qui doivent avoir des dimensions intérieures précises pour un bon assemblage avec la troisième partie du fuselage (porte coiffe).

Le résultat est un fuselage très résistant. Pour un vrai F3B, garder le grammage ci-dessus. Pour ceux qui veulent quelque chose d'un peu plus léger, il est tout à fait envisageable de supprimer le premier lai de 170gr Kevlar et de le remplacer par de l'unidirectionnel Carbone. Le carbone sera donc emprisonné entre deux couches de Kevlar. Si vous ne mettez pas de peinture, le Carbone se verra par transparence. Bien le poser pour avoir une certaine esthétique !

Bien s'appliquer à réaliser un emplacement du stabilisateur très propre. Mettre les renforts qu'il faut, là où il faut avec les congés de micro-ballon idoïne... Il en va du bon respect du Vé longitudinal.



Du ruban de carbone remplace ici une couche de 170gr Kevlar.

6 Devis de poids obtenu et conclusion

Partie moulée	Poids version lourde (gr)	Poids version light
Panneau extérieur droit	355	170

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Panneau extérieur Gauche	330	170
Panneau central	560	300
Clé aile	35	35
Stabilisateur	135	85
Poutre fuselage	130	105
Porte coiffe	30	20
Coiffe	70	45
Total	1645	930
Radio + divers	330	330
Moteur + variateur + hélice	320	320
Batterie	500	400
Total en ordre de vol	2795	1980
Charge ailaire (gr/dm²)	46.27	32.78

Premier planeur sorti du moule avant le premier vol.

Bref mouler est assez facile.

Obtenir un résultat proche de celui d'un « professionnel » est à la portée de tous pour peu que les moules soient « parfaits » et que l'on soit un peu soigneux / soigneuse.

Pour le montage du planeur et l'implantation des commandes, chacun a ses recettes...

Juste quelques petits conseils :

Le montage des trois éléments du fuselage est un peu difficile. Pour le montage de la porte coiffe sur la poutre arrière, ne pas hésiter à poncer les angles de la porte-coiffe et dépolir / poncer un peu l'intérieur de la poutre arrière. Pour l'assemblage de la coiffe sur la porte-coiffe, il faut ouvrir la porte-coiffe sur le dessus au niveau du plan de joint de manière à pouvoir réduire la taille du fuselage par pincement. N'ouvrez pas la partie inférieure car la coiffe, une fois montée aurait tendance à s'incliner vers le haut. La découpe de la porte-coiffe sur le dessus fait l'inverse et met la coiffe en position légèrement piquée ce qui est du plus bel effet !

Lors du montage du stabilisateur sur le fuselage, ne pas trop avancer celui-ci. En effet, cela aurait pour conséquence de changer le Vé longitudinal en le faisant passer de 2° à 1°. 2mm suffisent. Soyez donc vigilant. C'est ainsi que sur le premier modèle construit, j'ai trouvé une fois assemblée, un calage de l'aile par rapport au stabilisateur est de l'ordre de 1°. Ceci correspond à un vol à Cz de 0.15 environ soit le vol de vitesse. Pour calmer le jeu et pour une utilisation « loisir », il a fallu de mettre une cale de 3mm derrière le stabilisateur.

Le centrage est très facile à obtenir. Il m'a même fallu mettre 30g de plomb dans la queue pour obtenir un centrage encore légèrement avant à 95mm du B.A. Le test du piqueur révèle alors une très légère tendance à remonter. Un centrage à 98mm du BA doit donner un centrage neutre. Vous noterez qu'XFLR5 donne exactement cette valeur de centrage lorsque l'on calcul les performances du planeur par la méthode « VLM ».

Pour les réglages, il faut légèrement compenser la profondeur à piquer lors de la sortie des volets (position +5°) et franchement compenser à piquer lors de la sortie des aérofreins.

Le vol est très sain. Les ailerons et la profondeur sont doux. J'ai mis un mixage profondeur donne volets lorsque l'on cabre et aucune compensation lorsque l'on pique. Cela se ressent dans la taille des virages ou des boucles.

Réalisation d'un planeur complet à partir de moules existants.

Le lacet inverse est bien présent. Mettez plus de 50% de différentiel.

La stabilité longitudinale est bonne, et celle en lacet mériterait un bras de levier plus important et / ou de grands volets au stabilisateur pour le vol lent. En vol rapide, la direction redevient efficace et la mayonnaise trois axe très facile.

Donc, pour avoir un modèle homogène, ne pas hésiter à construire un stabilisateur avec de grands volets.

Pour une bonne spirale, maximaliser le dièdre. Choisir la bonne longueur de clé pour vous donner le bon dièdre. 3 à 5° par aile permet d'améliorer le confort de pilotage.

Le vol en transition est un régal. Les 45g/dm² permettent de bien remonter au vent et de passer d'ascendance en ascendance.

Toutes les figures de voltige passent sans problèmes. Le tonneau passe en trois secondes environ (assez lent donc), la boucle est facile aussi bien à l'endroit qu'en inversé. Le couplage profondeur donne volet permet de bien maîtriser le rayon d'une boucle positive et éventuellement de le réduire si la terre se rapproche trop. Les boucles au raz du sol sont ainsi « sécurisante ». Le vol dos ne demande que peu de correction à piquer pour tenir. Seule le renversement est plus difficile et demande d'être botté très tôt. Augmenter la taille des gouvernes du stabilisateur pour plus d'efficacité.

Même après un piquer de plus de 100m, les ailes ne bronchent pas sur une action à cabrer brutale. Normal, le longeron est calculé pour 30G. Les micro-servos de 1.1kg de couple utilisés dans le stabilisateur ne bronchent pas. Il faut dire qu'ils devraient commencer à poser problèmes au-delà de 180km/h.

L'atterrissage dans un arbre (acacia) n'a occasionné aucune écorchure ou dégât. La perte de la coiffe à 300m d'altitude suite à l'utilisation d'un scotch trop faible suivi d'une chute en feuille morte du planeur n'a pas eu raison ni de la coiffe, ni du reste. Du costaud !

Alors, bonne construction et bons vols !

Premier vol...