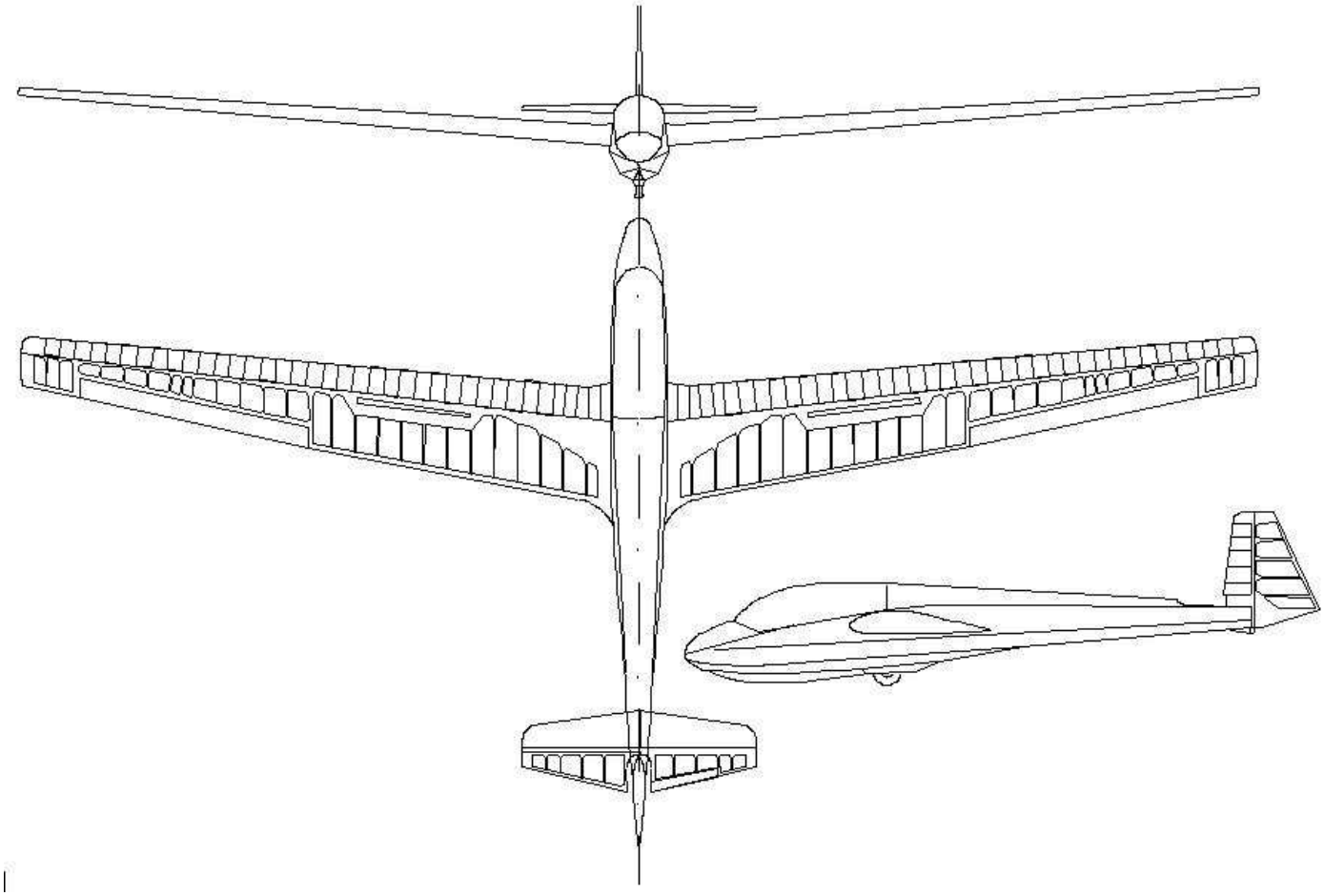
NOTICE DE CONSTRUCTION DE L'ASK13 DE 4 METRES

(suivant le plan de Louis Kulicka)



Version 1 de juillet 2007 Pascal Chéreau

INDEX

AILES Pages

- Nervures ……. 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 111 à 113, 136
- Longerons……. 5, 17, 20, 21, 22, 31
- Bord de fuite …… 11, 14, 39
- Bord d'attaque …….. 24, 25, 26, 29, 30,36
- Coffrage……. 7, 23, 24, 29
- Saumon…….. 38, 39, 139
- Aérofreins……. 30 à 35
- Ailerons……. 9, 10, 18, 19, 20, 37, 38, 120, 121
- Servos…….. 27, 28, 35, 37, 43
- Téton incidence ..... 107 à 110
- Mise en croix…….. 89 à 92
- Entoilage et décoration …….. 122 à 126, 136

FUSELAGE

- Couples ……. 3, 4
- Montage et assemblage …..... 40 à 67, 74
- Fourreau de clé d'aile + mise en croix + incidence…92 à 95, 107 à 110
- Karmann……. 95 à 99, 111
- Assise et fixation stab – Vé …….... 113 à 118
- Verrière ……. 131 à 135
- Coffrage …….. 127, 128
- Roue……. 66, 130
- Nez …….. 61, 62, 126, 129
- Installation radio …… 86, 87, 119, 120, 127, 131
- Entoilage – Peinture – déco ……. 130, 137, 138

STABILISATEUR

- Montage (nervures, coffrage, gouverne) …… …….. 99 à 107, 117 à 120

DERIVE

- Montage…….. 68 à 73, 75 à 88

REGLAGES PRE-VOL ET VOLS

- Equilibrage CG…….. 139, 140
- Débattement gouvernes……. 142

FOURNITURES et PRIX (annexe 1) ……. 144, 145

Amis aéromodélistes bonjour,

J'ai réalisé la construction de l'ASK13 de 4 m (3,9 m) à partir du plan de Louis Kulicka. Il s'agit de ma première construction tout bois à partir d'un simple plan. Mes remerciements à Louis Kulicka qui est le concepteur du plan et qui m'a bien aidé par ses conseils et encouragements lors de la construction. Merci aussi à Vincent Besançon dont le site retroplane.net a été un formidable moyen d'échange d'informations lors de cette réalisation. Enfin que Pierre Rondel soit remercié d'avoir accepté d'herberger ce document sur son site Planet Soaring.

Les principales caractéristiques de ce planeur à l'échelle ¼ sont les suivantes :

Envergure : 388 cm
Longueur : 203 cm
Surface alaire : 105 dm^2
Dièdre totale : 9°
Flèche inverse : - 165 mm
Vé longitudinal : 2,5°
Centre de gravité : 70 mm du BA au niveau de la nervure d'emplanture N1
Poids en ordre de vol : entre 6,2 et 7,3 kg suivant équipements et réalisation
Charge alaire : 57 à 68 g/cm^2.

Tous les détails sur le planeur de Louis à l'adresse suivante :
http://pierre.rondel.free.fr/images2/ask13/index.htm

Je me propose dans le présent document de vous expliquer, en détail et en photos, les différentes étapes de la construction. Ne disposant pas d'un atelier chez moi, la construction s'est faite au local du club d'aéromodélisme dont je suis membre, l'Aéro Modèle Club des Yvelines (AMCY).

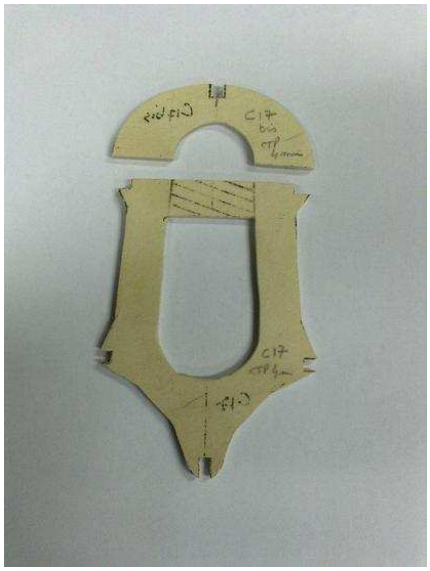
La construction a commencé en novembre 2006 pour se terminer en juin 2007 soit 7 mois après le début de ma construction. J'y ai passé au total 375 heures (2 à 3 soirées par semaine) et le coût du modèle hors radio et accessoires est de 430 €. L'équipement radio (y compris les servos) + les accessoires m'ont coûté 335 € supplémentaires. Vous trouverez en annexe 1 page 144 un tableau récapitulatif de l'ensemble des fournitures qui m'ont été nécessaires avec leur coût.

Tout d'abord le plan de travail. J'ai utilisé un ancien plateau en bois de format 195 x 85 x 5cm IKEA qui est parfaitement plan (aujourd'hui je vois qu'Ikéa fait toujours ce type de plateau en format 195 x 75 x 3 cm (réf : VIKA PERSBO) pour 40 €. Afin de faciliter le piquage des épingles, je l'ai recouvert d'une plaque de contreplaqué tendre de 3 mm de même dimension que j'ai fixée par des bandes de scotch double face.

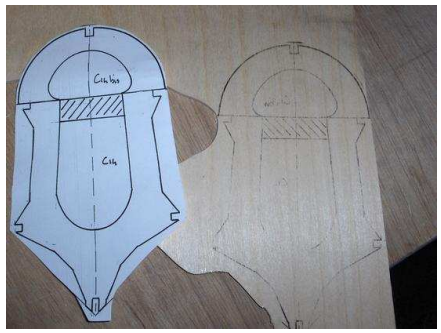
J'ai commencé par le découpage des couples du fuselage. Ils sont tous en CTP bouleau de 4 mm sauf les couples C9, C10 et C11 en 5mm. Avantageusement (je ne l'ai pas fait), afin d'alléger la masse de plomb nécessaire à l'équilibrage du planeur, vous réaliserez les couples C14 à C24 en deux couches de balsa 3 mm contre-collées fibres croisées.

Sur les couples C14 à C20 figure une zone hachurée. Celle-ci est à laisser en place lors du découpage afin de faciliter le montage de la partie arrière du fuselage qui se fera à plat, couples retournés. Elle sera ensuite découpée une fois le haut des couples rajouté.

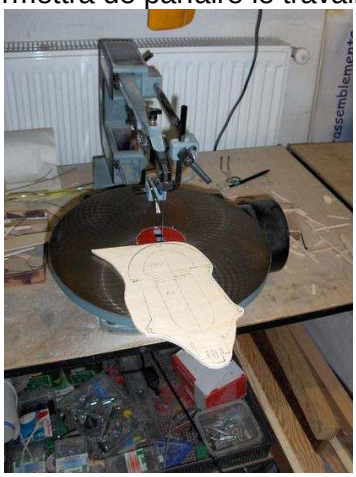
La technique utilisée pour le transfert du dessin des couples sur le CTP est celle du transfert par chauffage de l'encre d'une photocopie. Pour cela faire une photocopie des couples en réglant le photocopieur sur la position la plus foncée, mettre la face imprimée contre de CTP puis avec un fer à repasser ou un fer à solar sur la position la plus chaude appuyez fortement sur le papier.



Otez le papier et vous verrez avec bonheur votre dessin transféré sur le bois.



Ensuite la découpe se fait à la scie à chantourner électrique. Une ponceuse à ruban et un lapidaire permettra de parfaire le travail de finition

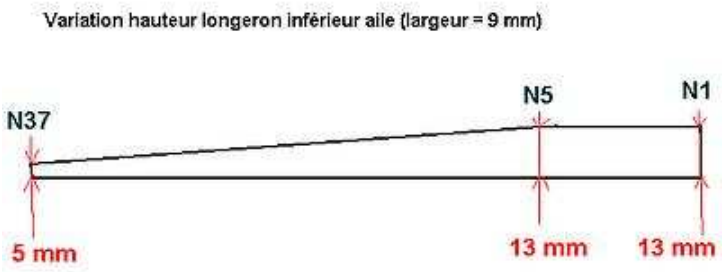


Afin de faciliter le travail ultérieur de montage du fuselage, vous vérifierez que la largeur des différentes encoches faites dans les couples est bien ajustée à l'élément qui viendra s'y insérer (baguette de pin, CTP 2mm ....). Vous repèrerez également l'axe de symétrie vertical des couples par un trait de crayon sur le haut et le bas des pièces des deux côtés.

Pour les baguettes servant de longeron au fuselage, le plan de Louis préconise du pin ou ramin en 4 x 10. Je n'ai pas réussi à trouver ces baguettes et je les ai finalement découpées dans une baguette de pin 4 x 38 longueur 2m trouvée chez Bricotruc.

L'aile de l'ASK 13 fait appel à deux profils différents. Le premier trapèze de l'aile, de l'emplanture jusqu'aux ailerons, est construit avec un Eppler 207 et le second trapèze (des ailerons au saumon) évolue continuement d'un Eppler 207 à un Eppler 205. Les 2 séries de nervures en balsa (3 mm pour la première et 2 mm pour la deuxième) seront fabriquées par la méthode du bloc en deux fois.

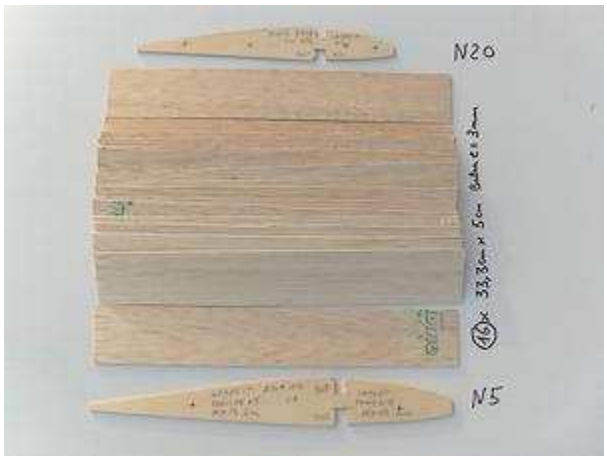
Réalisation du premier trapèze :
- réaliser dans du CTP 4 mm deux gabarits respectivement suivant le dessin de la nervure N5 et N20 en prenant soin de bien repérer les 2 points marqués sur N5 et les 4 sur N20. Ils serviront de repère ultérieur. Vous adapterez les encoches prévues pour les longerons à la taille de votre longeron.

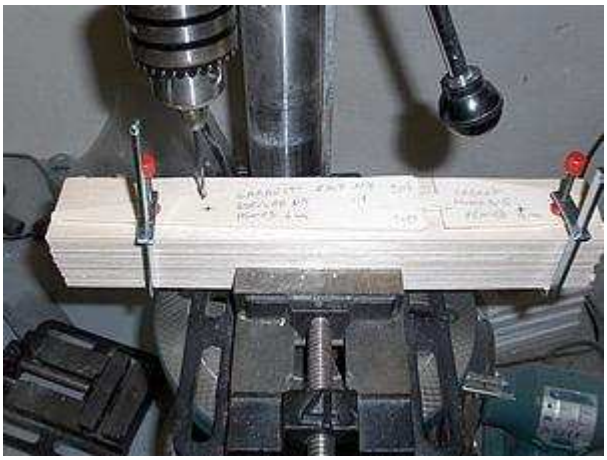


Attention le longeron est à section évolutive (hauteur variable). En ce qui me concerne j'ai utilisé de la baguette de pin sans noeuds de section 9 x 13 mm en 2,4 m de long trouvée dans un magasin de bricolage. Je l'ai taillée de la façon suivante à la scie à ruban :

Préparer 16 rectangles 330 mm x 50 mm (soit 6 rectangles par planchette 10 cm x 1m) en balsa 3 mm que j'ai choisi de qualité "Andino".

Empiler et aligner ces rectangles et y poser dessus le gabarit de la nervure N5. Immobiliser l'ensemble avec 2 serre-joints. Percer deux trous (sur une perçeuse à colonne) au niveau des 2 points de repère figurant sur N5 avec un foret 3 mm.



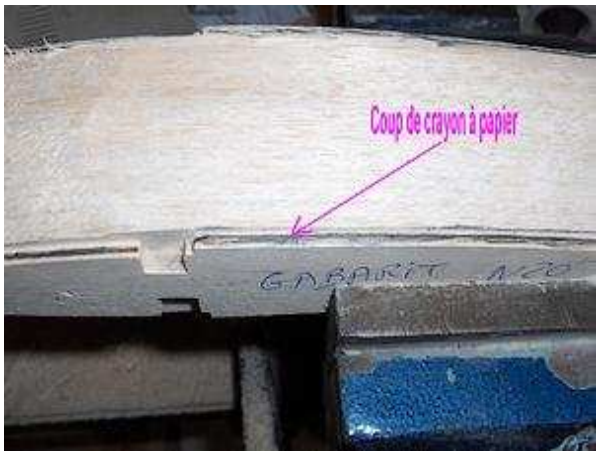


Sans défaire les serre-joints, passer une tige filetée de 3 mm dans ces 2 perçages (l'ajustement doit être sérré) puis enfiler sur l'arrière la nervure N20 que l'on aura préalablement percée également au diamètre 3 au niveau des repères. Mettre rondelles et écrous de chaque côté et serrer l'ensemble fermement. Vous pouvez maintenant enlever les serre-joints.

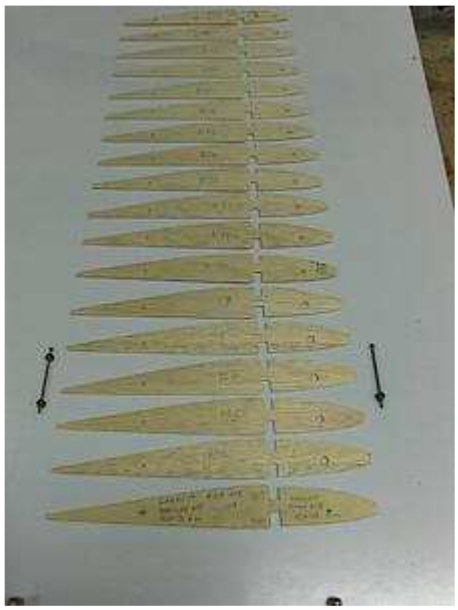
Mettre l'ensemble à l'étau et dégrossir le balsa en s'aidant d'une ponçeuse électrique et/ou d'une rape à bois mais en travaillant toujours perpendiculairement.

Passer ensuite les champs des nervures des 2 gabarits au crayon à papier afin de pouvoir visualiser, lors du ponçage de finition, si l'on n'attaque pas les gabarits.

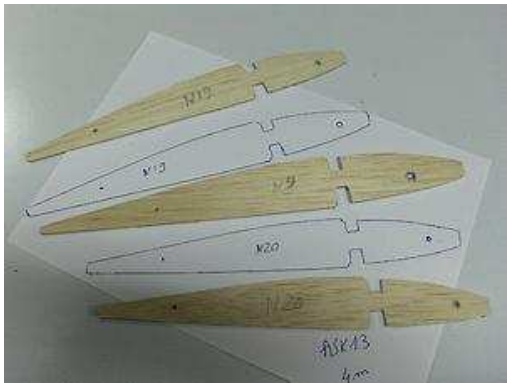
Faire la finition manuellement à la lime à métaux puis à la cale à poncer.
Procéder ensuite à la réalisation des encoches de longeron avec différentes limes. Vérifier que l'encoche est ajustée à la taille (largeur) du longeron prévu.



Enlever les tiges filetées et **n'oublier pas de bien repérer le numéro des nervures !**
Au niveau des trous ayant servi au passage de la tige filetée sur la partie avant des nervures, percer un trou de 8 mm sur les nervures N5 à N9 (pour le passage des 2 rallonges de servos d'aileron et d'aérofrein) et un trou de 5 mm sur les nervures N10 à N20 (passage rallonge servo aileron).

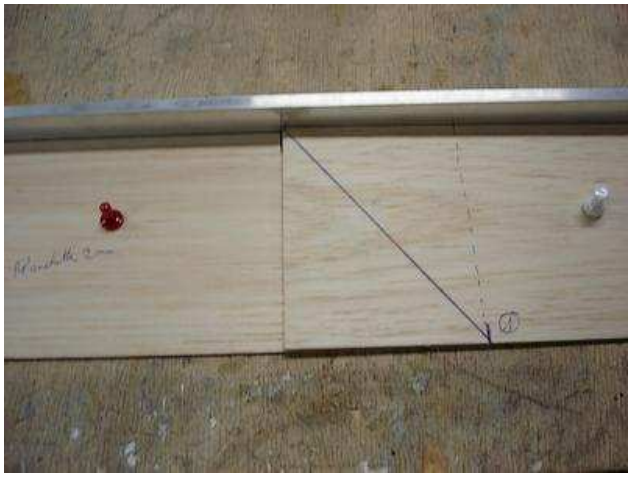


Par précaution se servir des nervures ainsi obtenues pour dessiner sur un bristol le profil des nervures ne figurant par sur le plan (N6 à N19). Cela pourra être utile si par malheur vous avez à réparer une aile endommagée.



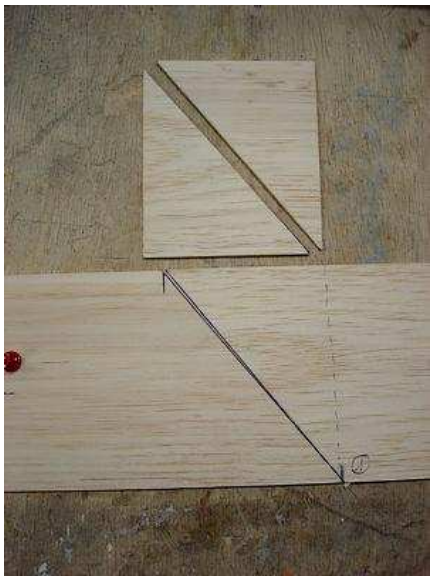
Le deuxième trapèze (nervures N21 à N37) se fait suivant le même principe (avec du balsa “andino” de 2 mm) après avoir fait un gabarit de la nervure 37.

1) Préparation du coffrage intrados BA (balsa 2 mm)

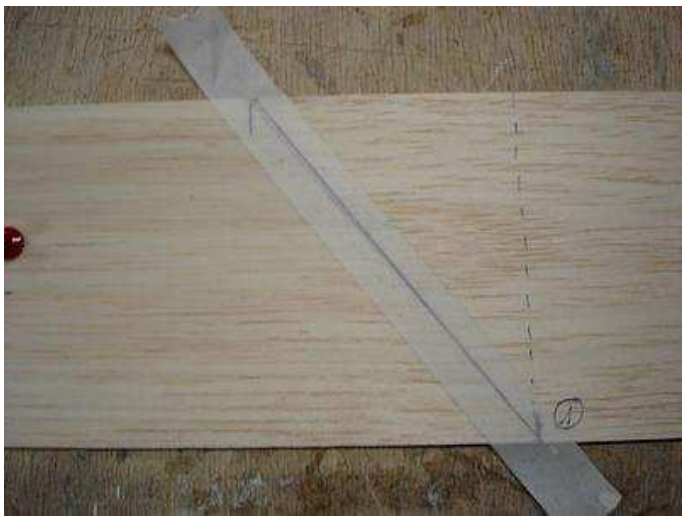


En s’aidant d’une règle mettre les 2 planchettes de 1 m de long en balsa 2mm en appui sur la règle. Faire chevaucher les 2 planchettes sur une longueur permettant d’avoir une longueur totale suffisante par rapport au plan (ici la longueur du coffrage doit être >= à 191 cm). Punaiser les 2 planchettes en place dans cette position. Tracer la diagonale reliant le haut du bord gauche de la première planchette (celle de droite sur la photo) avec le bas du bord droit de l’autre.

A l’aide d’un cutter bien affuté, couper en une seule fois les 2 planchettes d’un coup en suivant cette diagonale.

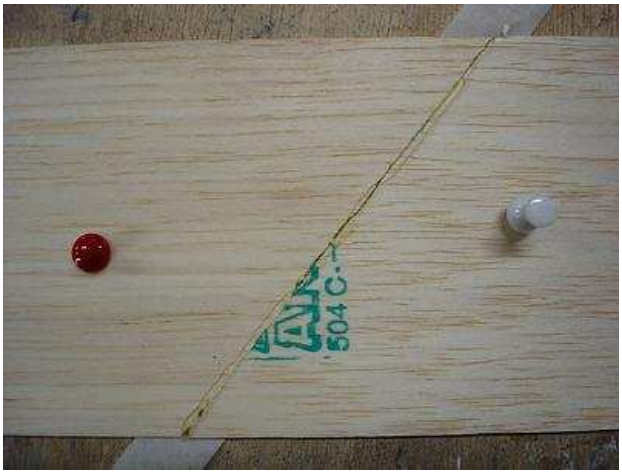


Ôter les 2 chutes et placer un scotch papier sur la coupure.



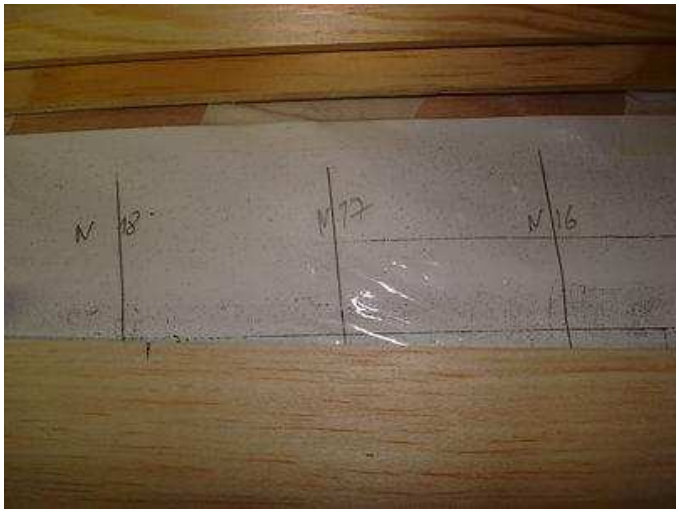
Enlever les punaises et retourner les planchettes. Plier les planchettes suivant le plan de coupe.

Mettre de la colle dans l’espace ainsi créé et remettre le tout à plat pour séchage (scotch face au plan de travail). Une fois sec, enlever le scotch et vous obtenez une planchette de 191 cm de long parfaitement raccordée.



2) Plan sur plan de travail/collage longeron et préparation des coffages intrados

Fixer le plan de l'aile sur le plan de travail avec du scotch papier. Repérer les axes des nervures à l'extérieur du dessin (car une fois le coffrage intrados en place vous ne verrez plus la position des nervures) côté BA et BF. Repérer également la position du longeron oblique de renfort au niveau de l'emplanture et l'axe du de la CAP d'incidence.



Protéger le plan par un revêtement plastic transparent. Epingler le coffrage intrados de BA suivant le plan. Coller à la colle blanche le longeron inférieur en pin (voir sa forme évolutive en page 5) sur le coffrage en respectant le retrait de 2 mm par rapport au bord du coffrage. Bien enlever la colle en surplus à l'aide d'un pinceau humide afin d'éviter que des coulures ne gènent ultérieurement le collage des nervures et des âmes du longeron.
Préparer ensuite les coffrages intrados au niveau de l'emplanture suivant dessin ainsi que le coffrage intrados entre les nervures N9 et N18 qui sert de renfort de la zone où se situera l'aérofrein.

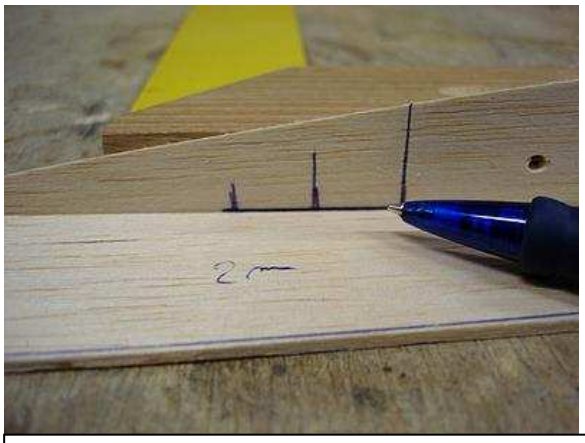
Evider en conséquence sur 2 mm, dans cette zone, l'intrados des nervures N9 à N18 pour l'encastrement des nervures dans ce coffrage intrados de l'AF (évider également de 2 mm la zone en vis à vis à l'extrados qui recevra ultérieurement un même coffrage). Faire de même pour les nervures N4 et N5 afin qu'elles s'adaptent au coffrage d'emplanture.

3) Préparation des nervures N21 à N33 au niveau des longerons d'articulation de l'aileron

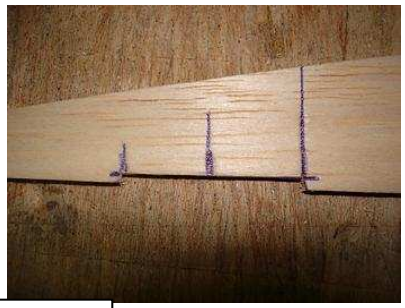
D'abord sur toutes les nervures balsa faites par la méthode du bloc, passer un léger coup de ponçette pour enlever les biseaux à l'intrados, extrados, BA et BF. N'oublier pas sur N21 à N24 de faire le perçage de 5 mm pour le passage de la rallonge de servo d'aileron.

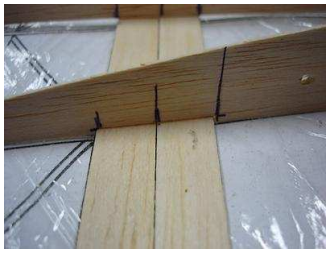
Mettre en place sur le plan les 2 pièces en balsa 2mm de largeur 14 mm juxtaposées qui constituent le coffrage intrados des longerons d'articulation d'aileron. Repérer sur chaque nervure N21 à N33 les bords du coffrage ainsi que son milieu.

A l'aide d'un bout de planchette balsa 2mm traçer la ligne de découpe entre les 2 marques extrèmes.



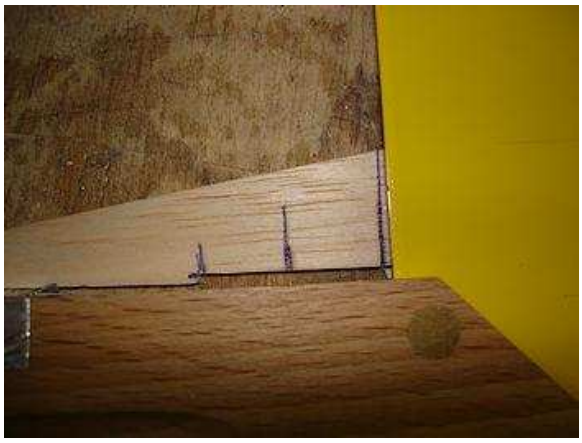
Faire la découpe à l'aide d'un cutter afin de permettre l'encastrement des nervures N21 à N33 dans les 2 coffrages intrados de l'aileron.

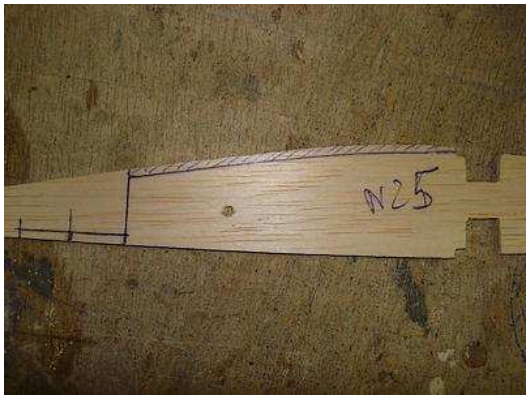




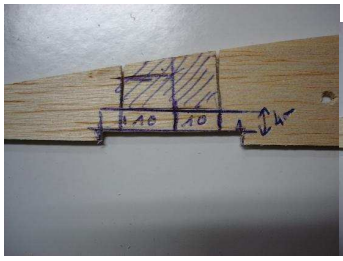
Sur les nervures N24 et N25 à l'aide d'un équerre reporter le point avant du marquage inférieur sur l'extrados.

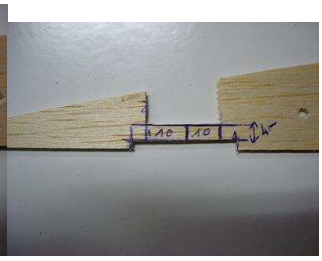
Découper ensuite sur l'extrados, entre le longeron et la marque ainsi faite, une bande de 2 mm qui permettra de positionner ultérieurement le coffrage extrados de 2 mm entre N24 et N25 afin de consolider cette zone où prendra place le servo d'aileron.

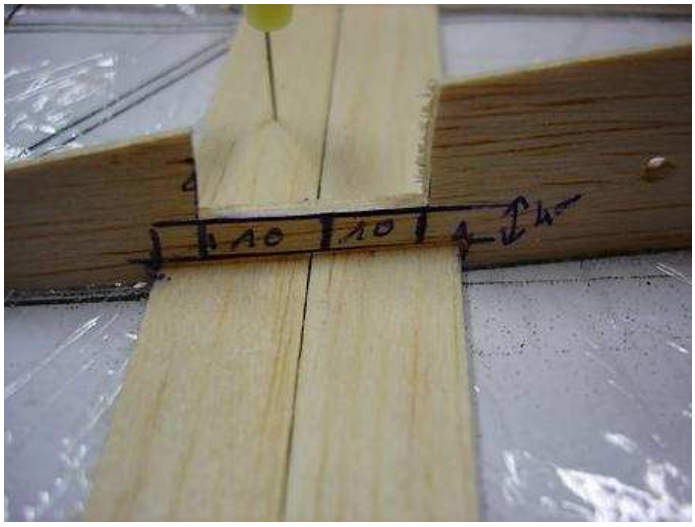




Sur toutes les nervures N21 à N33 faire le tracé suivant et découper la partie hachurée qui servira à placer les longerons d'articulation de l'aileron en balsa d'épaisseur 10 mm.



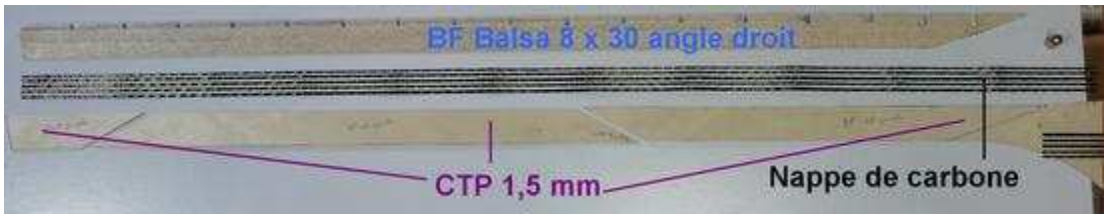




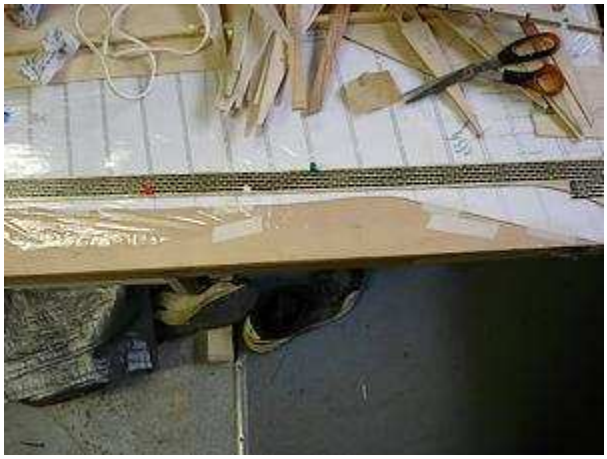
Voici la tête des nervures N21 à N23

4) Préparation du bord de fuite principal (de l'emplanture à l'aileron)

Comme préconnisé par Louis, afin de renforcer cette pièce, elle sera constituée d'un sandwitch CTP 1,5 mm/fibre de carbone en nappe/bord de fuite angle droit 8 x 30 mm en balsa. Voici les éléments constitutifs :



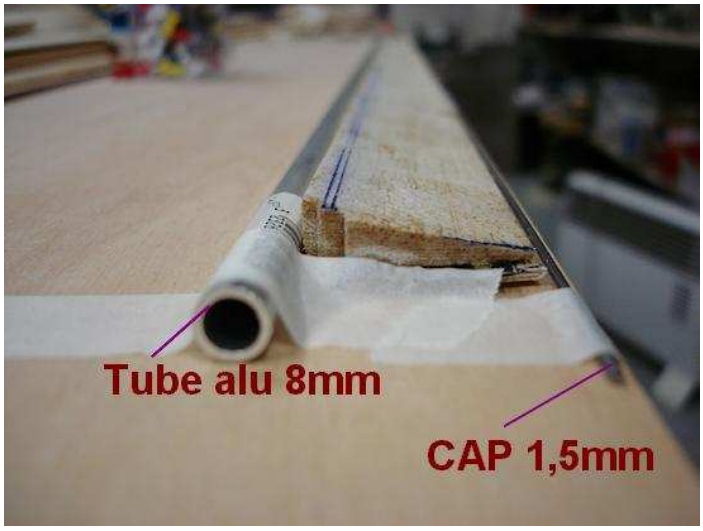
Ceux-ci sont collés avec de la résine epoxy en place sur le plan.



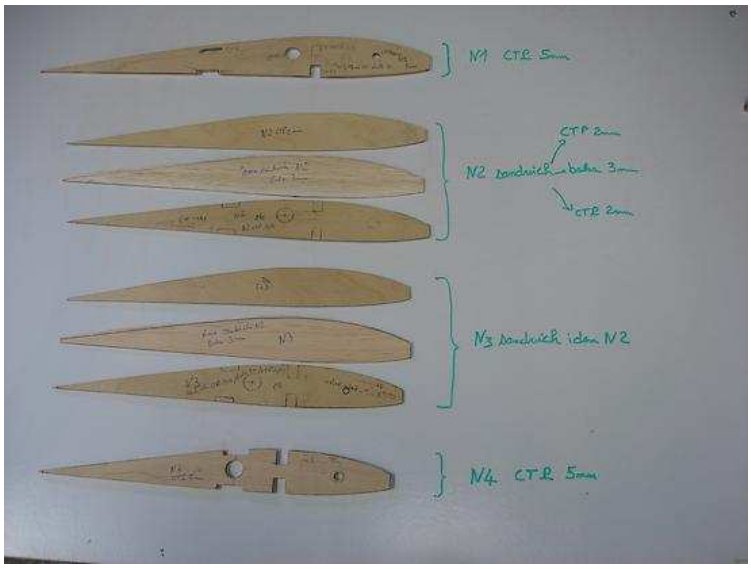
Après durcissement complet, celui-ci sera re-travaillé pour l'obtention d'une hauteur ad hoc de 8 mm.

1) Préparation du bord de fuite principal (suite)

Le bord de fuite sandwich CTP 1,5mm/fibres carbone/BF balsa 8x30 étant sec, celui-ci sera ramené à la cote 8x30 par la méthode suivante :
Positionner le BF entre un tube (alu) diamètre 8mm et un CAP 1,5 mm.
En se servant d'une ponçette ou d'une ponçeuse électrique, ponçer en se servant des tiges métalliques comme butée pour obtenir le BF à la bonne dimension (8 x30).



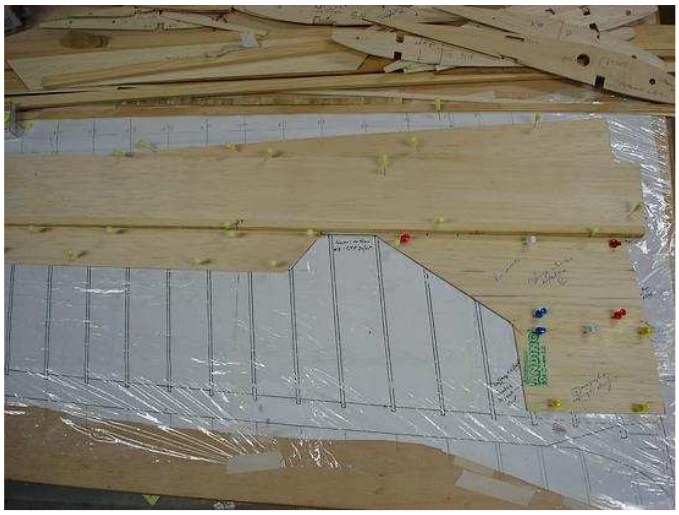
2) préparation des nervures N1, N2, N3 et N4

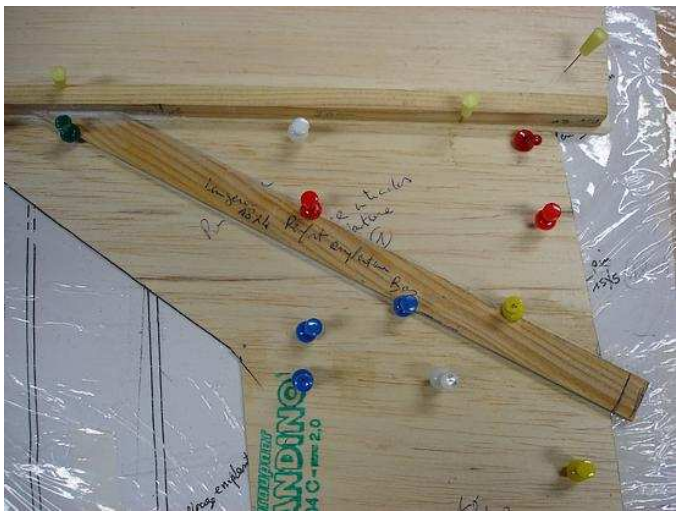


N1 est en CTP 5mm
N2 en sandwich CTP 2mm/balsa 3mm/CTP 2mm
N3 idem N2
N4 CTP 5 mm

Sur ces nervures, percer au diamètre 18 à l'endroit indiqué sur le plan, le passage du fourreau de la clé d'aile. En effet en ce qui me concerne j'ai opté pour une clé d'aile en jonc carbone de 14 mm qui viendra se loger dans un fourreau en tube alu anodisé de diamètre interne 14 et extérieur 16. Percer donc à 18 mm avec un foret à bois palette (et non pas 16 comme sur la photo) afin de garder suffisamment de jeu pour faire ultérieurement le réglage du dièdre et de la flèche inverse de l'aile.
Percer également devant, les trous diamètre 8 mm pour le passage des fils de servos.
Faire les encoches hautes et basses pour le passage du longeron principale en pin 9x13.

Sur le chantier, coller en place les coffrages intrados d'emplanture et celui de la zone de l'AF. Coller ensuite le longeron inférieur de renfort d'emplanture en pin 18x4.



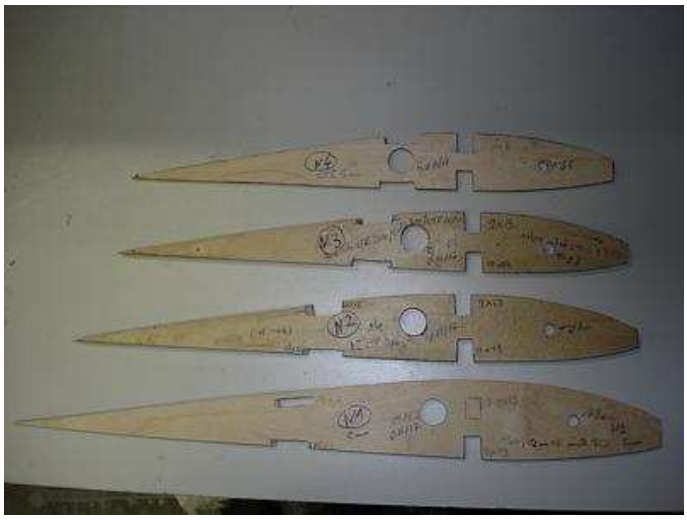


Repérer sur l'intrados des nervures N1 à N5 les zones à découper pour le passage de ce longeron. Attention la découpe est oblique et devra se faire en finition en limant de biais.

Vous obtiendrez cela (ne collez pas SVP) :

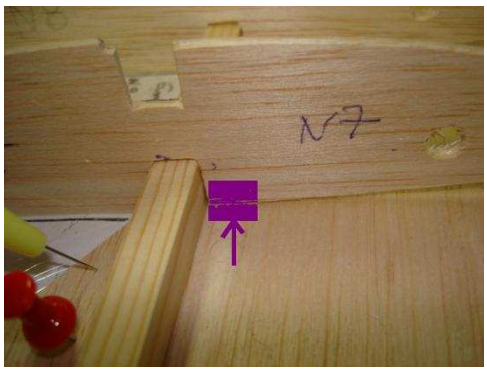
Faites de même pour le longeron de renfort supérieur.
Vous obtiendrez cela (ne collez pas) :

Voici in fine la tête des nervures N1 à N4



- Début du montage “à blanc” de l’aile

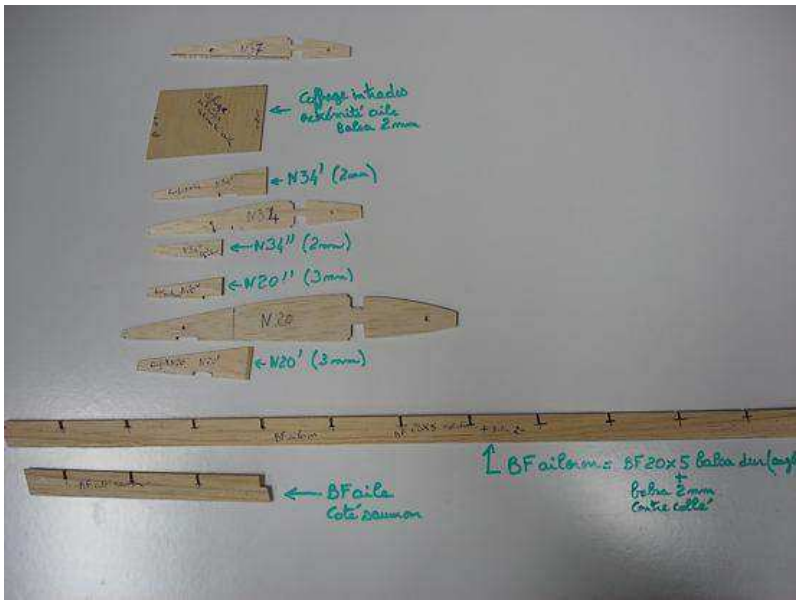
Mettre en place le BF principal, repérer les encoches à faire pour l’encastrement des nervures dans celui-ci. Réaliser ces encoches à la scie électrique. Commencer un montage “à blanc” c’est à dire sans collage, du tronçon principal de l’aile pour vérifier (et corriger éventuellement) les ajustements.

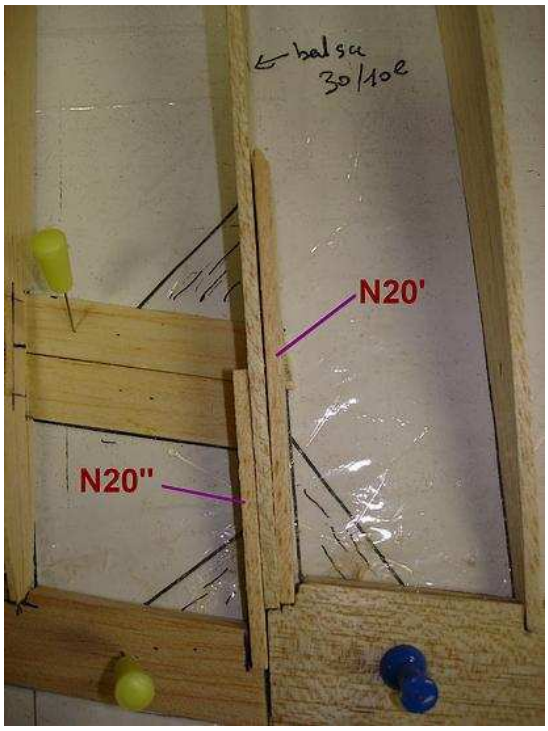


Vous vérifierez particulièrement, sur toutes les nervures en place, que lorsque l’arrière de l’intrados est bien en appui sur le chantier au niveau du BF, il y a bien contact (pas d’espace) dans la zone repérée en rouge sur la photo à gauche. Si ce n’est pas le cas, procéder aux ajustements qui s’imposent (encoche pour le longeron, ponçage léger de l’intrados arrière, ...).

- Préparation du bord de fuite du 2ème trapèze de l’aile (aileron + bout d’aile)

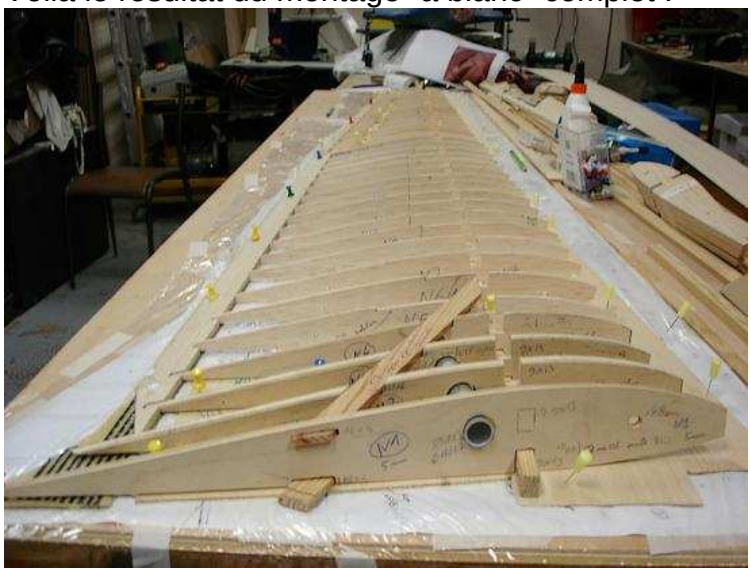
Ceux-ci sont constitués d’un bord de fuite en balsa 20x5 angle droit collé sur une planchette balsa dur 2 mm. Une fois le collage effectué, repérer et faire les encoches pour l’encastrement des queues de nervure dans le BF. En s’aidant de la nervure N20 comme gabarit, faire les portions de nervure suivantes en balsa 3 mm:
N20’ comme renfort de nervure N20
N20’’ comme nervure d’aileron (côté emplanture)
Faire de même les nervures N34’ et N34’’ en balsa 2 mm.
Mettre en place et coller en bout d’aile le coffrage balsa 2 mm d’intrados sous l’arrière de la nervure N37. Enlever en conséquence une bande de 2 mm sur l’intrados arrière de N37.





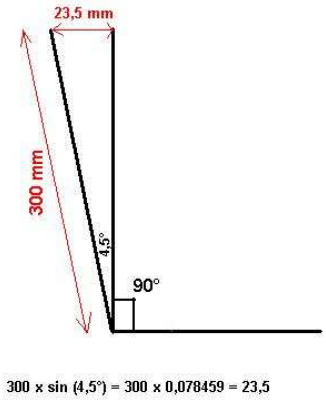
- Montage “à blanc” du 2ème trapèze d’aile

Comme pour le premier trapèze faire le montage à blanc et ajuster les pièces au mieux. Couper le tube alu 14x16mm faisant office de fourreau de clé d’aile à la longueur de 155 mm et ébavurer. Vérifier la possibilité de son montage dans N1 à N4.
Voila le résultat du montage “à blanc” complet :



Remarque : certains s’étonneront que, lors de la construction de l’aile, on ne mette pas une cale en biseau au niveau du BF en bout d’aile afin d’assurer un léger vrillage négatif de l’aile, gage d’une bonne stabilité de vol. Ne vous inquiétez pas, Louis a tout prévu et je vous cite ci-après un extrait de son article sur l’ASK13 de 3 m paru dans le numéro 136 (juillet 2006) de FLY :
“le premier trapèze de l’aile (de l’emplanture jusqu’aux ailerons) est construit avec un profil Eppler 207 .....le second trapèze se termine avec un Eppler 205. l’Eppler 205 ayant son bord d’attaque plus bas que l’Eppler 207, lorsque les 2 profils sont posés côte à côte à plat sur l’intrados, on obtient par construction un vrillage négatif sur le second tapèze de l’aile ce qui garantit des caractéristiques bienveillantes de décrochage” Fin de citation.

- Réalisation du gabarit d'inclinaison de la nervure d'emplanture N1

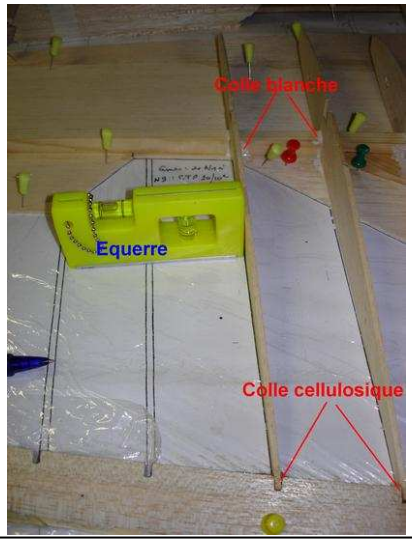


300 x sin (4,5°) = 300 x 0,078459 = 23,5

Découper suivant dessin un carton pour s'en servir de guide pour le traçage sur un morceau de CTP. Découper le CTP et vous obtiendrez le gabarit d'angle ad hoc que vous conserverez précieusement. Vérifier qu'il y a suffisamment de jeu au niveau de N1 pour pouvoir l'incliner avec le gabarit.

Afin d'assurer, suite à cette inclinaison, une surface de contact optimum entre l'intrados de N1 et le coffrage intrados, biseauter légèrement l'intrados de la nervure jusqu'à l'obtention d'un bon ajustement.

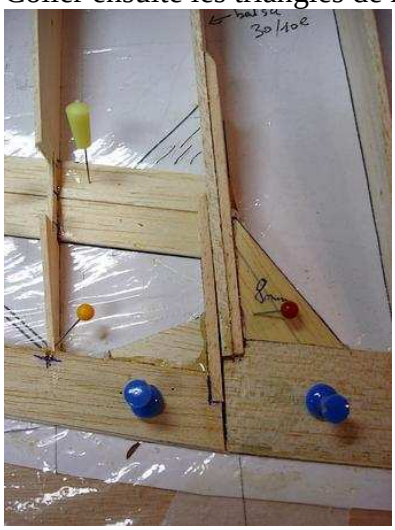
Assemblage/collage de l'aile.
- Collage des nervures



Coller les nervures N1 à N37. J'ai utilisé pour le collage au niveau du longeron et du coffrage de la colle blanche vinylique et au niveau des queues de nervure dans le BF de la colle cellulosique (je préfère mettre celle-ci dans toutes les zones qui devront être ultérieurement ponçées car la colle blanche se ponçe elle très mal en formant des "boulettes").

L'arrière des nervures N1 et N2 reposant au niveau du BF sur une zone qui a été enduite de résine, utiliser ici de la colle époxy. Pour toutes les nervures (exceptée N1 pour laquelle vous utiliserez le gabarit d'inclinaison à 94,5°), vérifier au cours du montage l'équerrage.
Les coulures de colles blanches au niveau du longeron seront enlevées à l'aide d'un pinceau humide afin de ne pas nuire au collage ultérieur des âmes de longeron.

Coller ensuite les triangles de renfort en balsa 8 mm.

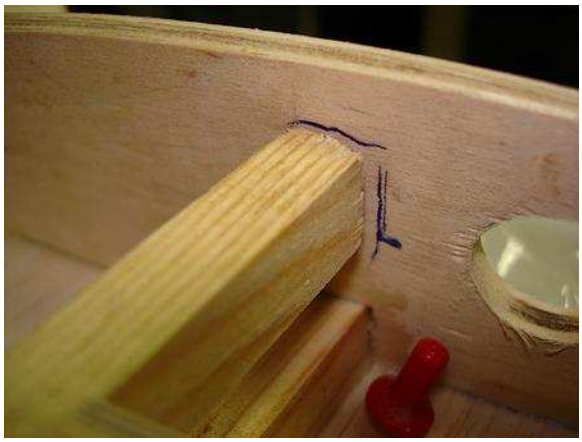


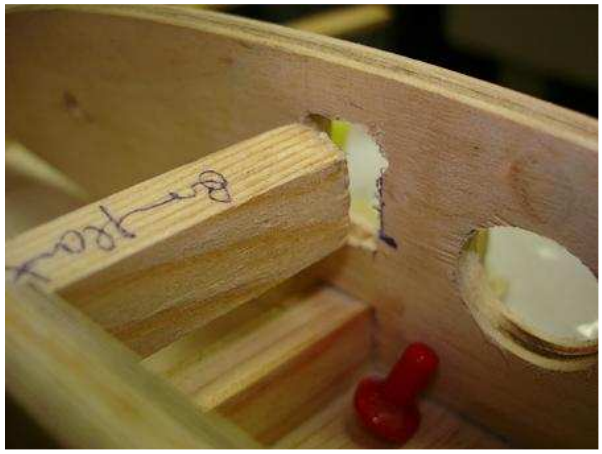
- Préparation et collage du longeron supérieur

Une fois le collage des nervures bien sec, présenter le longeron supérieur en pin 13 x 9. Vérifier les ajustements en largeur des encoches dans les nervures et s'assurer que la face inférieure du longeron porte bien sur les nervures. Le cas échéant ajuster en s'aidant d'un lime à métaux comportant un champ abrasif.

Une fois l'ajustement fait, repérer par une marque au stylo, la hauteur au niveau de chaque nervure. Sur le longeron ainsi marqué, tracer une droite reliant tous les points et procéder au sciage du longeron pour en faire varier la hauteur entre N3 et N37.

Repérer également sur la nervure N1 la marque du longeron. Percer avec un petit foret l'emplacement du longeron dans N1 et finir avec une fraise sur mini perçeuse.



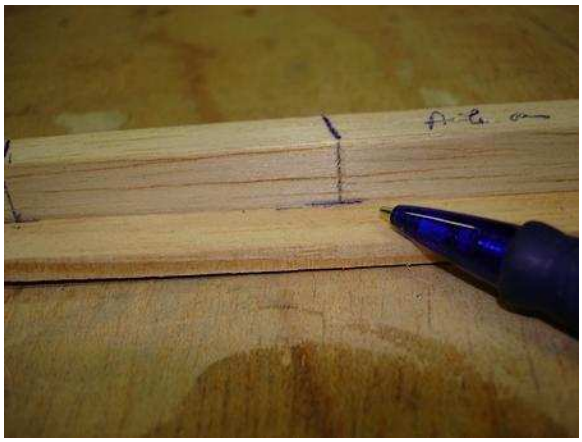


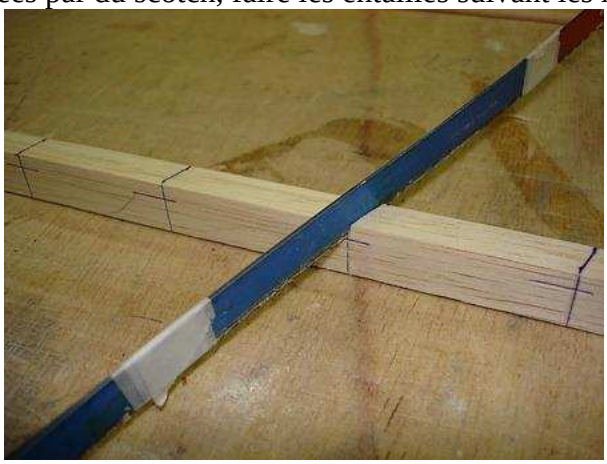
Procéder maintenant au collage à la colle blanche du longeron supérieur. Là aussi enlever les coulures de colle nuisibles à la mise en place ultérieure des ames de longeron. Coller ensuite le longeron supérieur de renfort d'emplanture en pin 18 x 4.

- Préparation et collage du longeron d'aileron

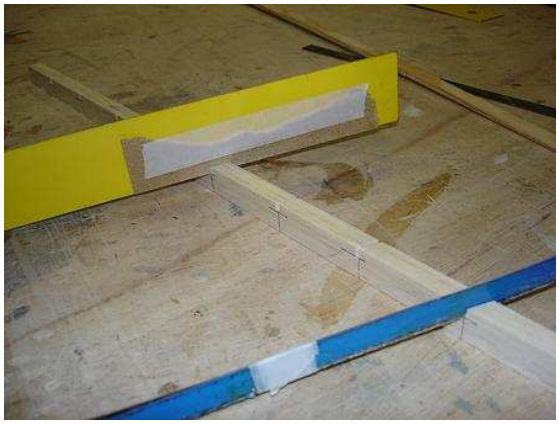
Dans une planchette de balsa de 10 mm d'épaisseur, tailler une baguette 10 x15. La présenter au niveau des nervures d'ailerons et repérer l'axe des nervures. Reporter (équerre + règle) ces marques sur la face inférieure de la baguette;

Se servir ensuite d'une baguette de 4 mm d'épaisseur (par exemple un bout du renfort d'emplanture en pin 18x4) pour marquer le repère de profondeur des encoches à réaliser dans la baguette.
A l'aide de 2 lames de scie à métaux assemblées par du scotch, faire les entailles suivant les repères.



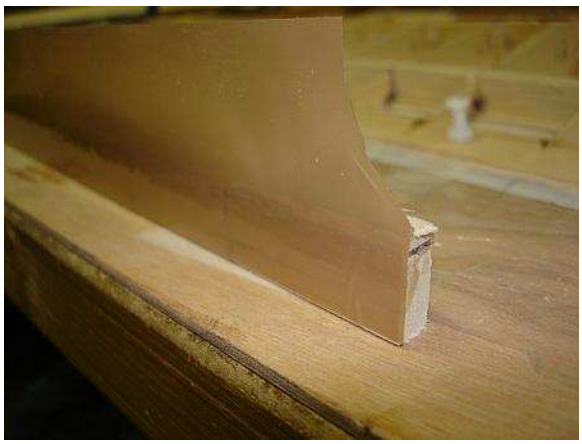


Elargir ces encoches avec un outil maison (dans mon cas une équerre enveloppée de papier de verre) pour élargir les encoches à une largeur de 2,5mm environ.



Présenter, ajuster et coller en place la baguette.

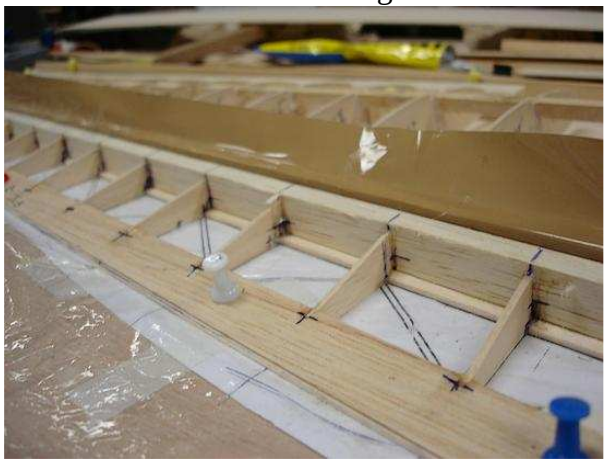
- Préparation et collage du longeron de BF de l'aile au niveau de l'aileron

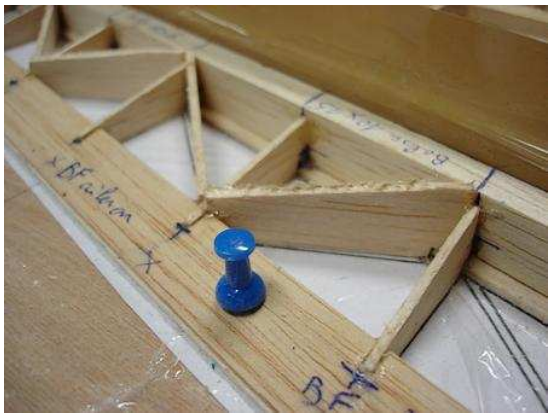


Dans une planchette balsa de 10 mm, tailler une baguette 10 x 18. La préparer comme précédemment en 3). Avant le collage de celle-ci et afin d'éviter que des coulures de colle ne la solidarise du longeron d'aileron, placer un scotch sur la face qui sera en contact avec le longeron d'aileron.

Avant le collage penser également à donner un coup de cutter pour sectionner chaque nervure d'aileron à ras du longeron d'aileron déjà en place.

Procéder maintenant au collage.

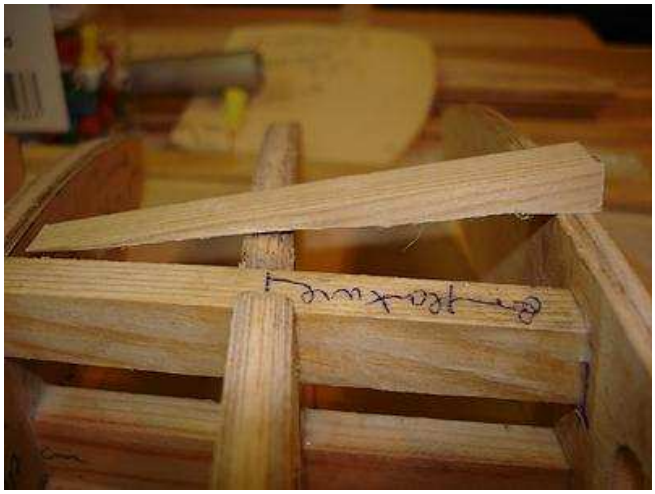




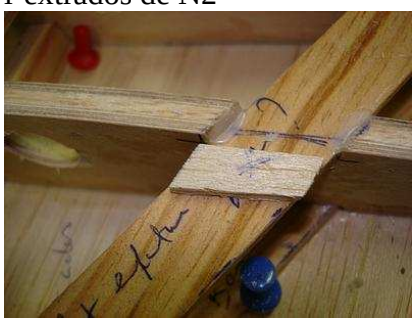
Préparer dans des chutes en balsa 2mm le croisillonage de l'aileron (en gardant de la marge en hauteur. Tout cela sera ponçé ensuite).

Mettre en place les triangles de renfort (balsa 8 ou 10 mm) en respectant l'orientation des fibres.

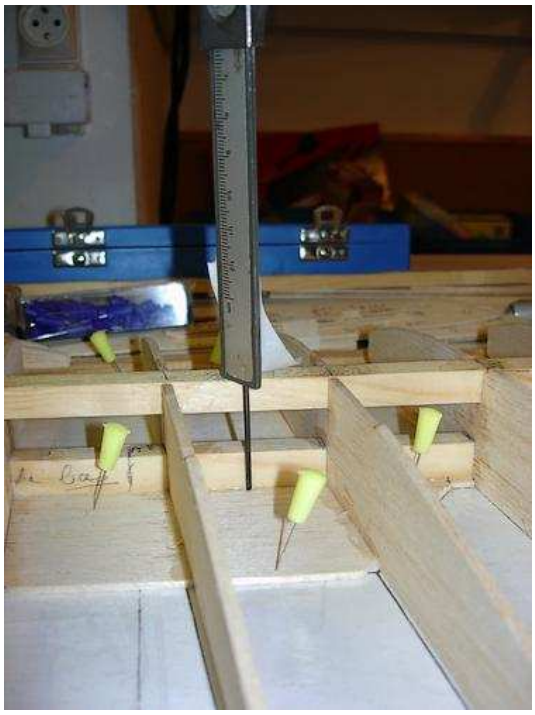
- Assemblage/collage de l'aile (suite).
Dans la chute de la découpe du longeron en pin, tailler un bout en biseau à mettre sur le longeron supérieur entre N1 et N3.



Mettre également un bout de balsa pour combler l'espace entre le longeron de renfort d'emplanture et l'extrados de N2

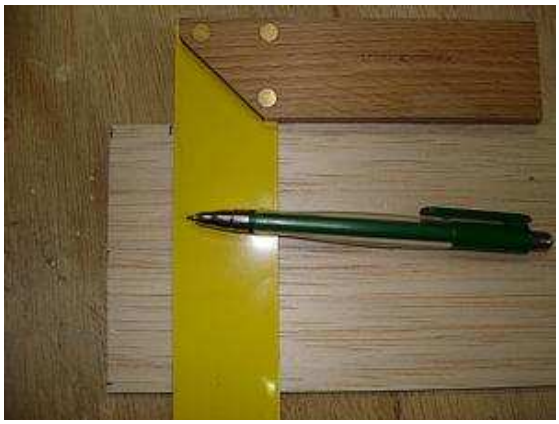


Préparation et collage des âmes de longeron
Entre N1 et N9 mettre du CTP 2mm
Entre N9 et N18 mettre balsa dur 3mm
Entre N18 et N37 balsa 2 mm.
ATTENTION : les fibres du bois doivent être impérativement verticales.



Pour faciliter l'opération de préparation des âmes, s'aider d'un pied à coulisse disposant d'une jauge de profondeur et de 2 becs pour la mesure de cotes intérieures.
Mesurer sur l'aile la hauteur de l'âme à l'aide de la jauge de profondeur.

Sans modifier le pied à coulisse, reporter cette mesure sur la planchette balsa en prévoyant 2 à 3 mm de marge.

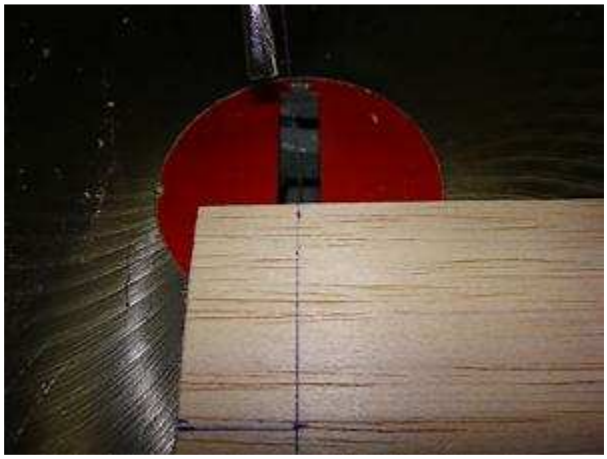


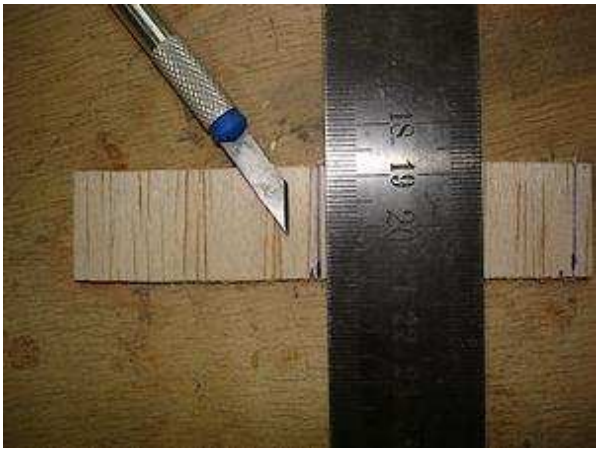
Avec une équerre tracer une droite.

Mesurer ensuite sur l'aile la longueur de l'âme avec les becs.

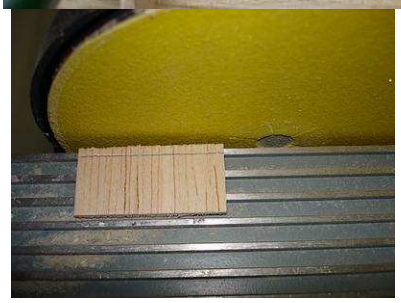
Reporter sur la planchette 2 fois. Tracer sur planchette.

Découper la ligne perpendiculaire aux fibres à la scie sauteuse et les coupes parallèles aux fibres au cutter.

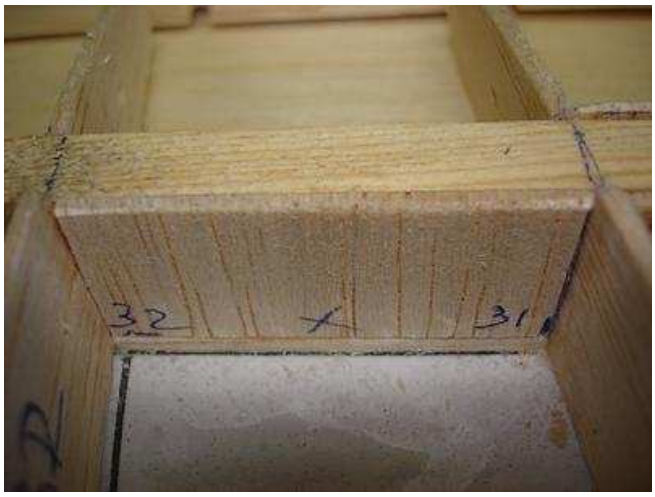




Repérer par une croix la face que vous destinez à être en contact avec le coffrage intrados. Sur cette face passer un léger coup de ponçette pour la rendre bien rectiligne et enlever les bavures de la coupe. Présenter en place sur l'aile et ajuster la longueur avec une ponçette.Mettre en place sur l'aile et avec un stylo marquer la hauteur exacte en s'aidant du longeron supérieur comme guide.

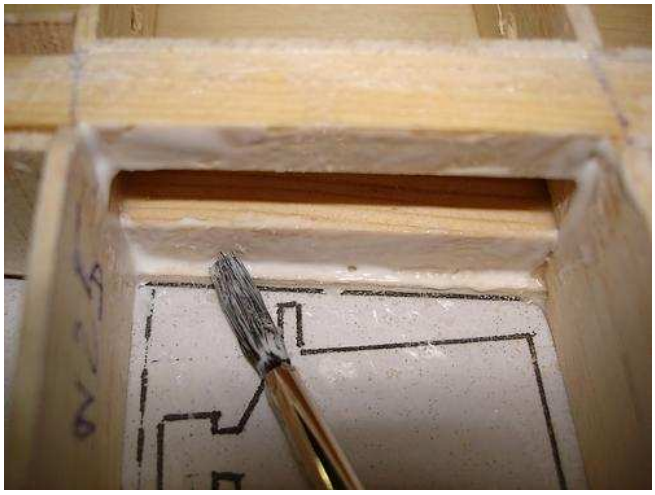


Un petit coup de lapidaire et vous aurez une âme parfaitement ajustée.



Bien repérer chaque âme en position (Nx,Ny) et sens car chacune est spécifique et il ne faudra pas les intervertir lors du collage.

Coller ensuite à la colle blanche en s'aidant d'un pinceau pour mettre en place la colle sur les longerons et les nervures. Penser à enlever les surplus de colle.



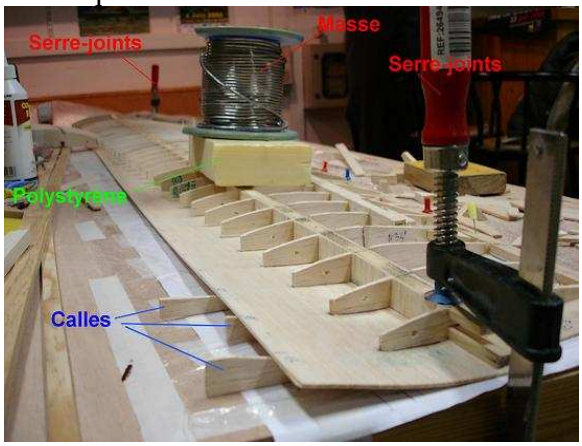
Vous verrez que cette opération de mise en place des âmes est un peu longue (j'ai mis 7h00) et fastidieuse mais elle doit être faite avec soin si vous voulez avoir une aile robuste.

- Collage du coffrage d'intrados BA de l'aile sur les nervures.

J'ai opté pour la technique du collage avec de la colle cyano fluide pour les nervures en balsa N37 à N5 et avec de la colle blanche pour les nervures N4 à N1 en CTP.

Préparation : Vérifier que le bord de fuite est bien fixé par des épingles sur le chantier. Bloquer l'aile au niveau du longeron en mettant 2 serre-joints (1 au niveau de l'emplanture et l'autre au niveau du longeron de saumon). Mettre également une ou plusieurs masses sur le longeron afin d'assurer son contact avec le chantier (mettre un morceau de polystyrène sous la masse afin de ne pas marquer les nervures - la masse est ici un rouleau de fil étain pesant 2 kg). Préparer quelques cales en balsa 2 mm à la contreforme des nervures et qui serviront à bien plaquer le coffrage contre les nervures.

Plaquer, au niveau de N37 à l'aide des cales, le coffrage contre la nervure. Mettre de la colle cyano fluide de chaque côté de la nervure. La colle diffusera alors par capilarité dans la zone de liaison.

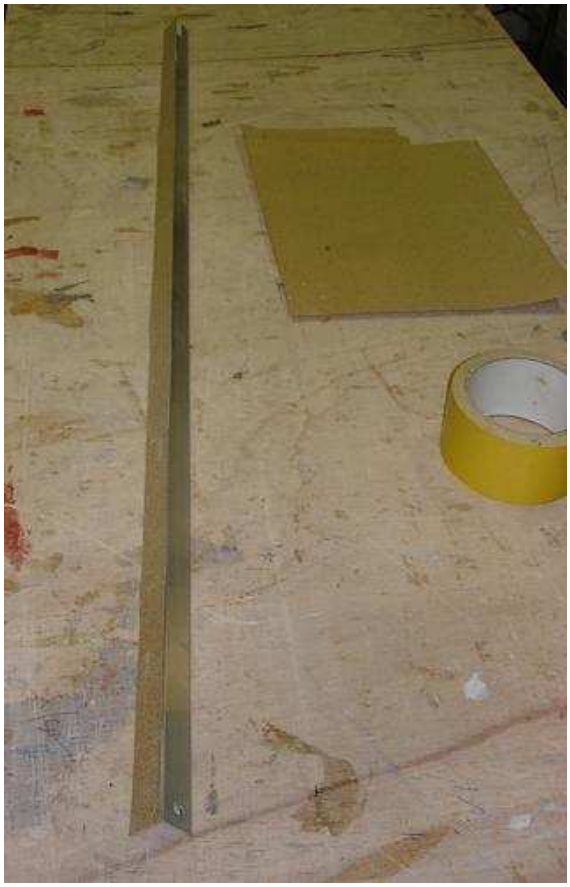


Passer à la nervure suivante et ainsi de suite.

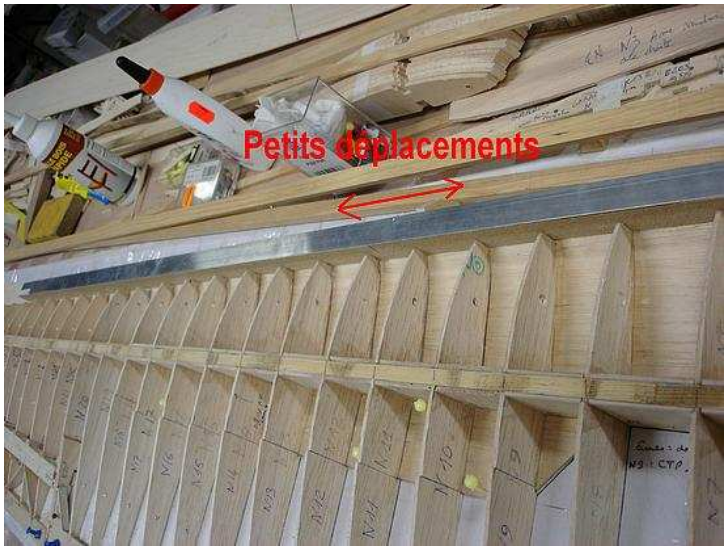
Au niveau de N4 à N1 j'ai utilisé de la colle blanche car je ne sais pas si un collage balsa/CTP à la cyano est très sûr !. Donc coller à la colle blanche en calant correctement le coffrage en appui sur les nervures et laisser sécher une nuit.

- Préparation et collage du faux bord d'attaque en balsa 5 mm

* préparation des nervures :



Afin d'avoir l'ensemble des nez de nervure (sauf N1, N2 et N3) bien alignés, on va poncer ceux-ci avec un outil "maison". Sur un profilé alu en L 20mm x 20 mm d'un mètre de long (dispo chez tous les bricomachin), coller au double face du papier de verre moyen sur une des faces.

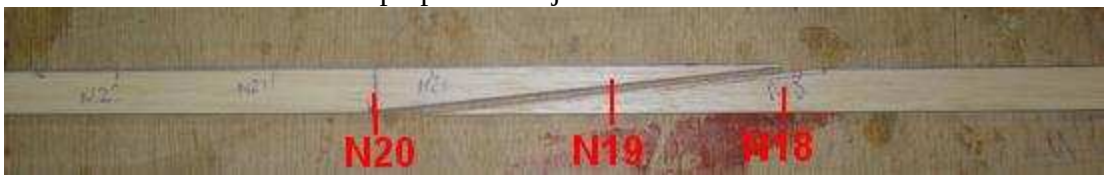


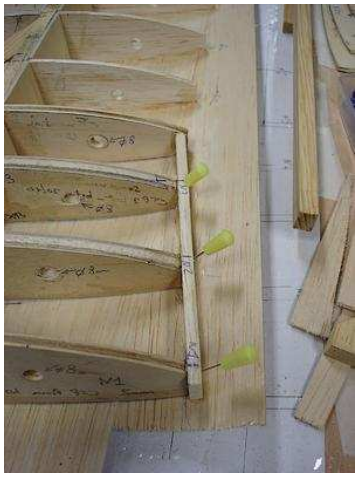
Se servir de cet outil pour poncer ensemble le BA des nervures en faisant de petits déplacements alternatifs et en appuyant légèrement contre les nervures (attention, y aller doucement afin de ne pas briser les nervures). Continuer cette opération jusqu'à obtenir un alignement parfait suivant une droite des BA de nervures N37 à N4.

- préparation du Faux Bord d'Attaque (FBA) et collage

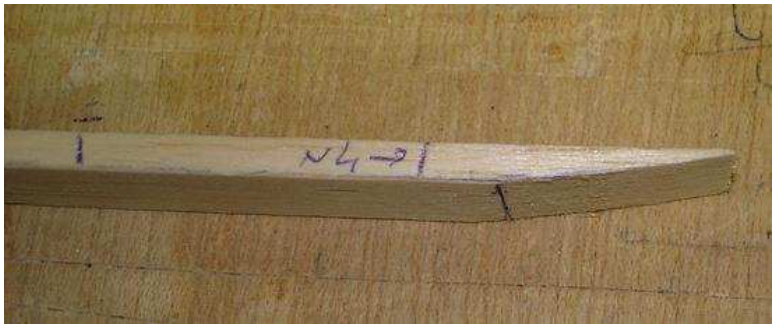
Côté saumon, poser sur la tranche une planchette balsa de 5 mm (la plus dure que vous ayez). Marquer au stylo la hauteur des nervures en gardant une marge de 2 à 3 mm.

Couper suivant la droite reliant ces points. Répéter l'opération côté emplanture en ayant soin de conserver la plus grande longueur de recouvrement (chevauchement) au niveau des nervures N18 à N20 afin de pouvoir faire ultérieurement le collage de liaison. Biseauter les 2 baguettes de FBA ainsi obtenues au niveau de N18 à N20 afin de préparer leur jonction.



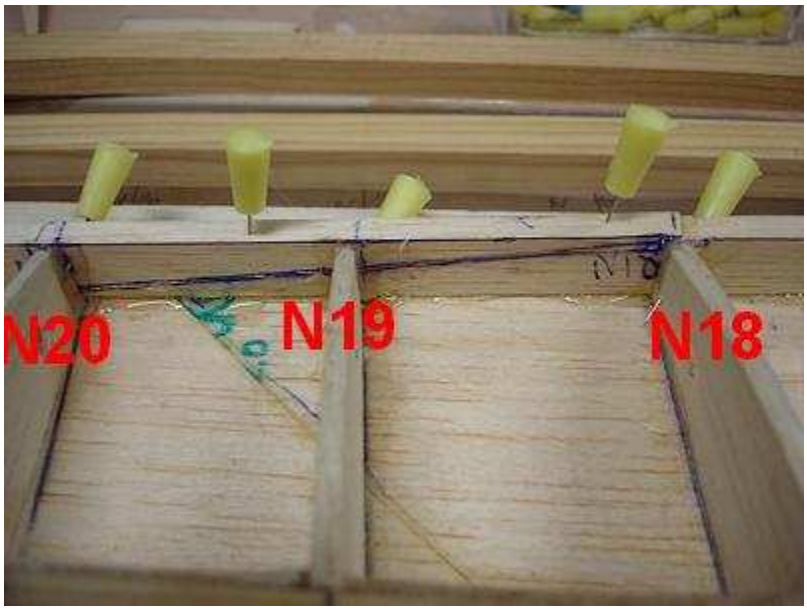


Au niveau de N1, N2, N3 et N4, préparer également un FBA balsa 5mm. Poncer sa face inférieure qui sera en contact avec le coffrage intrados afin d'avoir un ajustement correct. Coller en place.



Biseauter au niveau de N4 le baguette de FBA afin qu'elle s'adapte correctement en N4 avec le FBA N1/N4 collé précèdemment.

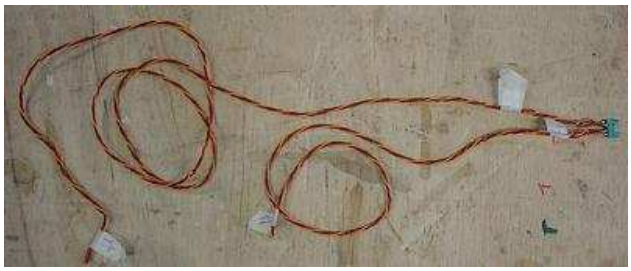
Procéder maintenant au collage de la totalité du FBA (en ce qui me concerne j'ai collé à la colle cellulosique car il va falloir ensuite poncer cette zone).



Laisser bien sécher. Une fois sec, s'aider d'une règle métallique pour couper le surplus de coffrage au ras du FBA en gardant une marge de 2 mm (cela sera poncé ultérieurement).

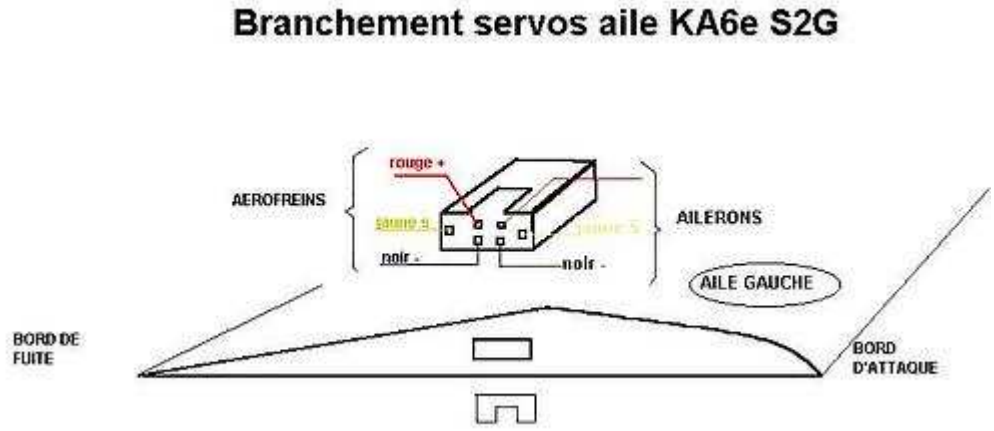
- Mise en place des fils de servos dans l'aile

Percer entre N25 et N24 dans les âmes de longeron, le trou pour le passage du fil de servo d'aileron. Faire de même entre N10 et N9 pour le servo d'aérofrein (AF).

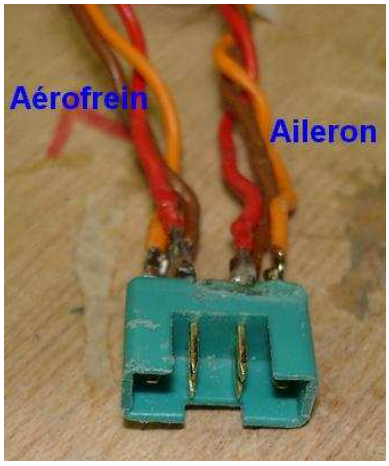


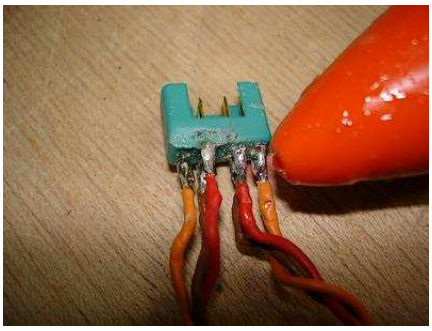
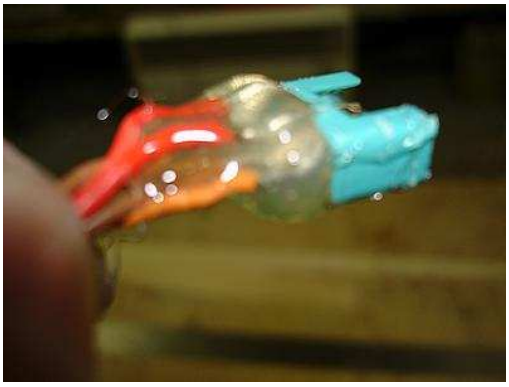
Préparer votre "araignée" de fils de rallonge servos en gardant de la marge en longueur (au moins 15cm). J'ai choisi du fil torsadé car il parait qu'il est moins sensible aux perturbations électromagnétiques que le fil plat (on mettra ultérieurement de toute façon dans le fuselage une ferrite pour assurer le coup).

Souder sur une prise 6 broches vos fils de la rallonge suivant votre choix de branchement (j'ai pratiqué ici la même configuration de branchement que sur mon autre planeur KA6E)

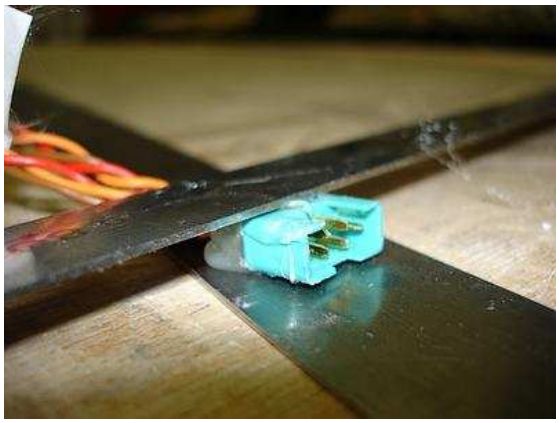
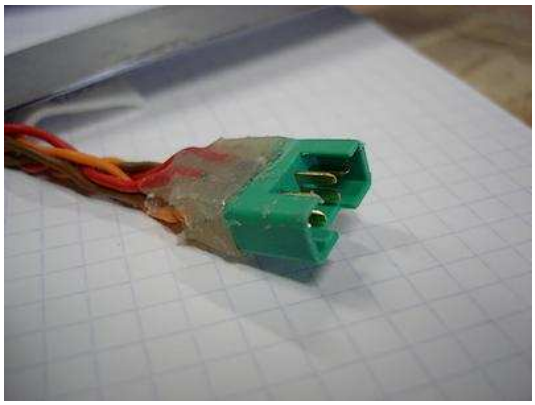


Souder précautionneusement (en évitant de trop chauffer les broches afin qu'elles ne fondent pas le plastique de la prise et provoquent alors un déplacement des connecteurs). Une fois les fils soudés, s'assurer qu'il n'y a pas de contact entre les fils ou entre les broches qui pourraient provoquer un court jus. Afin d'assurer l'isolation électrique de tout cela, procéder comme suit :
Bourrer de colle fusible (pistolet à colle) les interstices entre les fils.

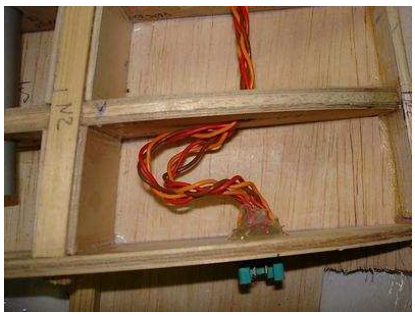
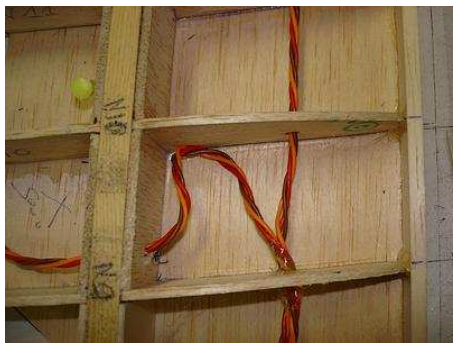


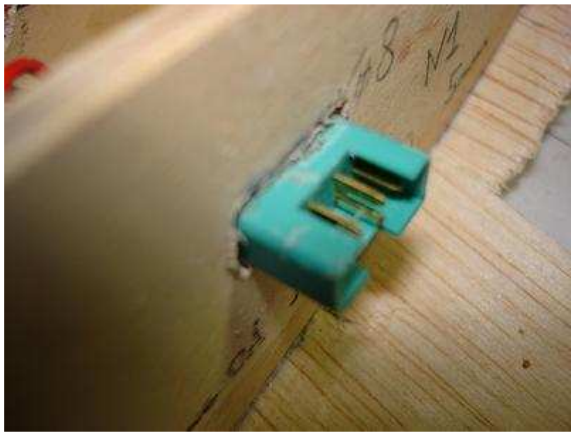



Laisser refroidir un peu et quand la colle est encore molle, comprimer l'ensemble entre 2 plaques métalliques afin de "conformer" le moulage. Vous obtiendrez ceci :

Monter cet ensemble dans votre aile. Je vous conseille en N1, entre N10 et N9 et entre N25 et N24 de faire une petite boucle de réserve de fil afin de garder du "mou" au cas où vous auriez besoin ultérieurement de sortir les servos de leur logement ou bien d'intervenir sur les connexions au niveau de la prise 6 broches verte.

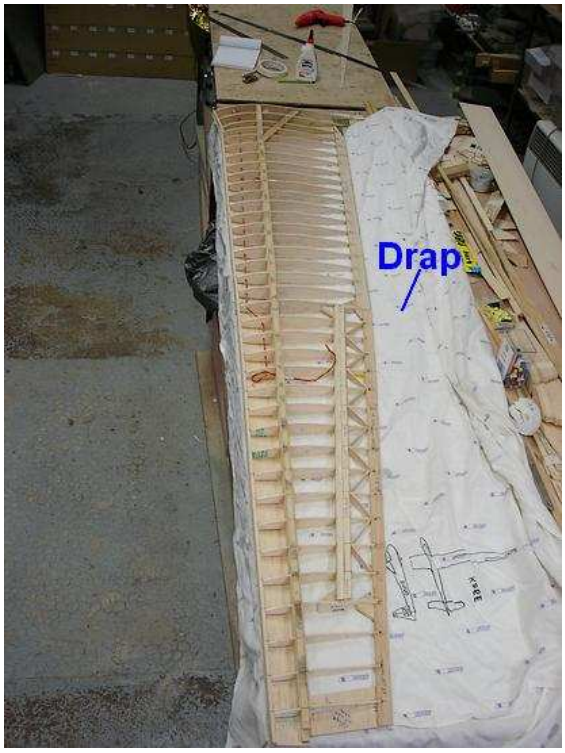





Fixer le connecteur vert au niveau de N1 par un petit congé de colle chaude sur la face à l'intérieur de l'aile (vous laisserez dépasser suffisemment le connecteur vert côté fuselage afin, qu'une fois une la surnervure d'emplanture d'aile en CTP 2 mm fixée, la connexion avec la broche mâle soit possible. Le connecteur sera définitivement collé à l'époxy lors de la mise en place ultérieure de la surnervure en CTP).

Bloquer les fils au niveau des trous de passage dans N24 et N9 par un petit peu de colle fusible.

- Préparation pour le collage du coffrage d'extrados BA.



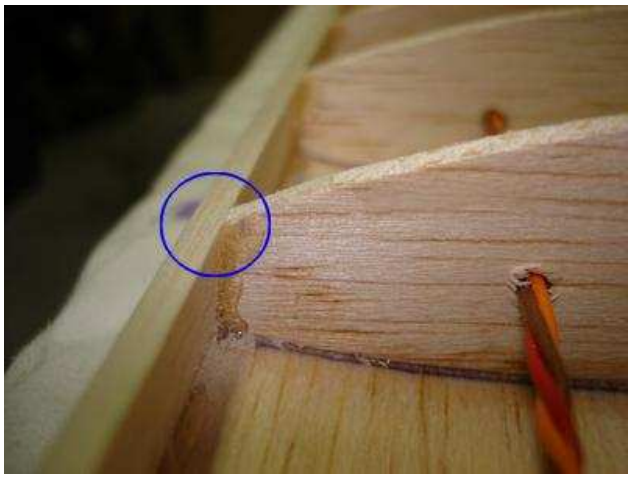
Ponçage du FBA : afin de pouvoir procéder plus facilement au ponçage de la partie supérieure du FBA, enlever l'aile du chantier. Mettre sur votre chantier un tissu de protection (morceau de drap, couverture ....) afin de ne pas abimer le coffrage intrados de l'aile. Repositionner l'aile sur le chantier avec le BA à ras du bord de votre chantier.

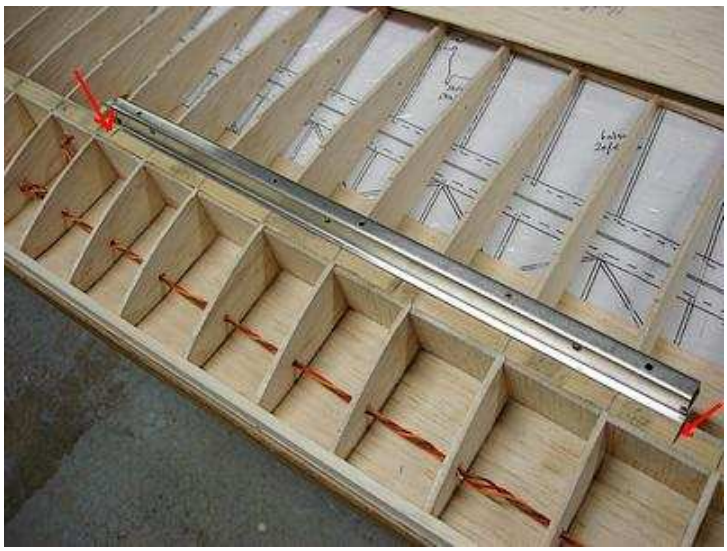
.

Procéder maintenant au ponçage du FBA pour qu'il puisse recevoir le coffrage extrados. Pour cela appliquer la méthode de Louis en protégeant les nervures par du scotch marron afin d'éviter d'attaquer les nervures lors du ponçage

Poncer maintenant le FBA avec précaution en respectant la courbure des nervures (commencer à la râpe à bois pour casser l'angle, puis lime à métaux puis cale à poncer en ponçant, dans ce dernier cas, dans le sens de la longueur de l'aile). Afin de respecter la rectitude de FBA, terminer en utilisant la règle en L recouverte de papier de verre utilisée précédemment (voir page 24).

Enlever le scotch et vous obtiendrez alors un bon ajustement.



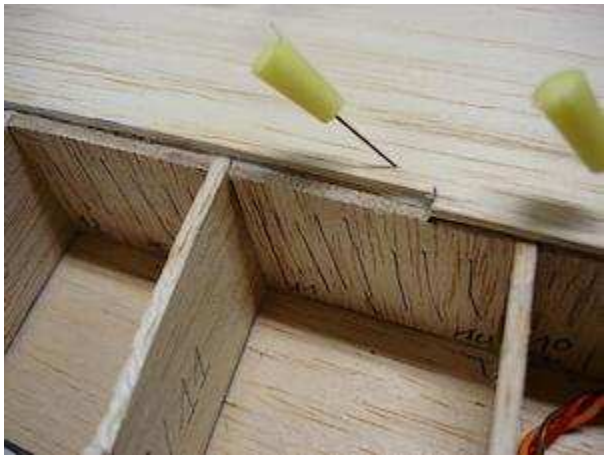


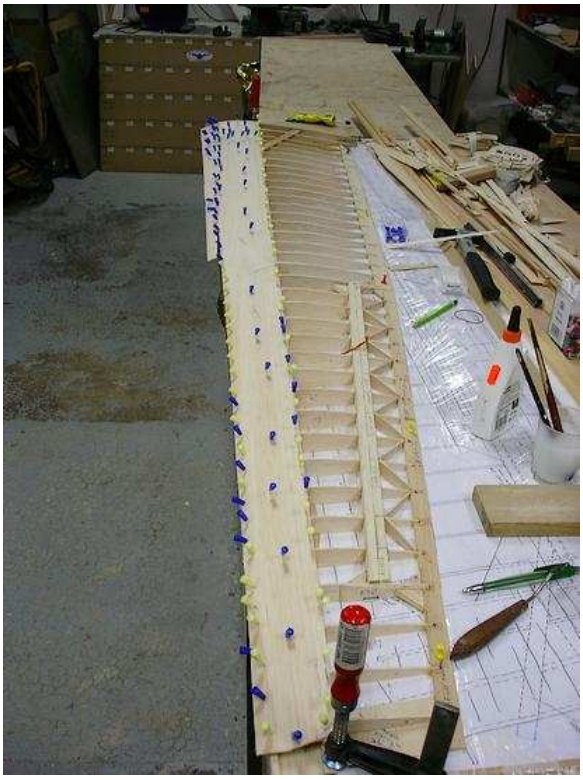
Préparer avec du balsa 2 mm le coffrage extrados comme indiqué page 7. Refixer l'aile sur le chantier. Repérer sur le longeron supérieur la position exacte de l'aérofrein (AF).
Nota : j'ai été un peu fainéant car j'ai opté pour un aérofrein d'extrados double lames du commerce de 37 cm de long tel que prévu sur le plan de Louis. Les courageux pourront fabriquer de leur main un aérofrein conforme au planeur réel à savoir un aérofrein simple lame extrados et intrados.

Présenter le coffrage extrados en place et repérer sur celui-ci les 2 marques de positionnement del'AF.

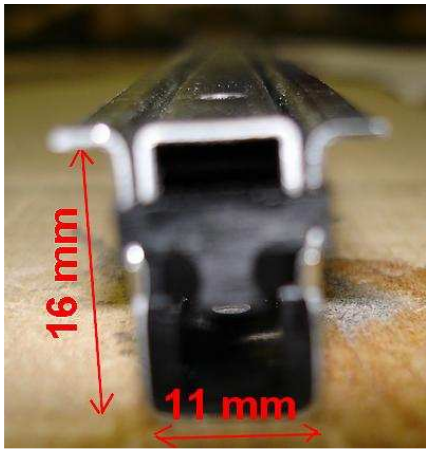
En s'aidant de l'AF, marquer son encastrement dans le coffrage. Couper suivant tracé.

Coller le coffrage extrados (colle blanche sauf sur FBA à la colle cellulosique). Bien fixer avec les épingles.





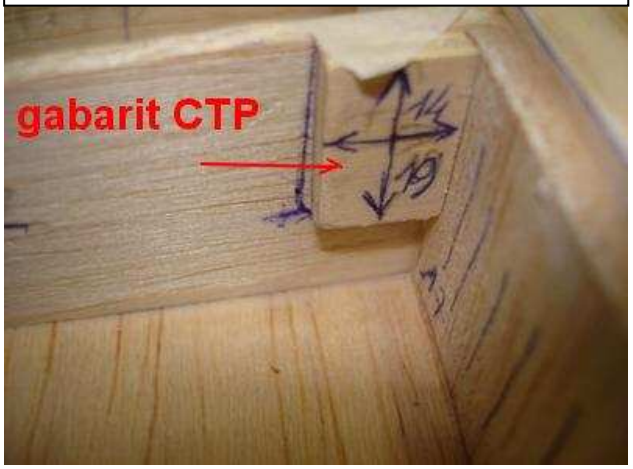
- Préparation et fixation de l'aérofrein

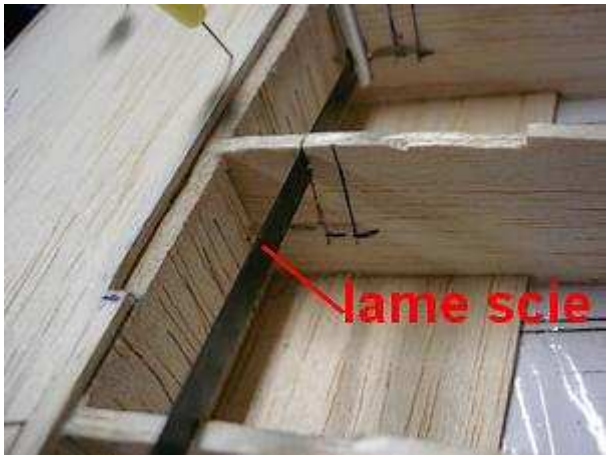


Mes AF sont de longueur 37 cm et les dimensions de leur section sont : H =16mm largeur = 11mm.

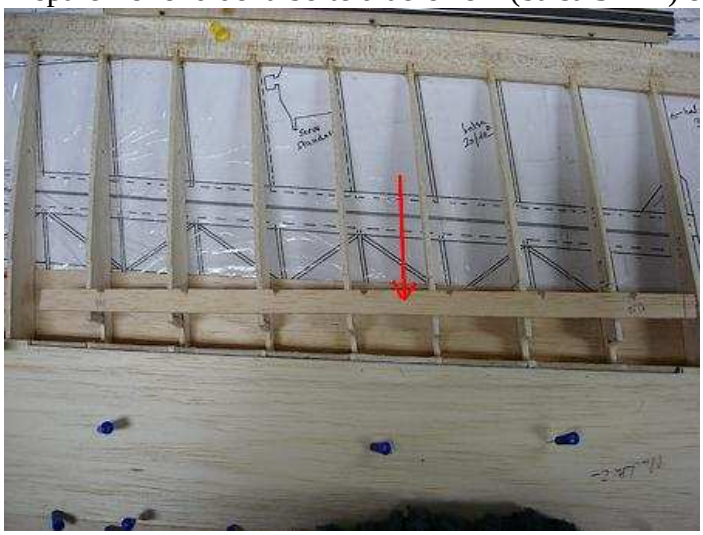
Comme la boîte dans l'aile qui va le recevoir sera faite avec du balsa 3 mm, se faire un gabarit de hauteur 16+3mm et de largeur 11+3 mm. S'en servir pour marquer sur les nervures la zone à découper.

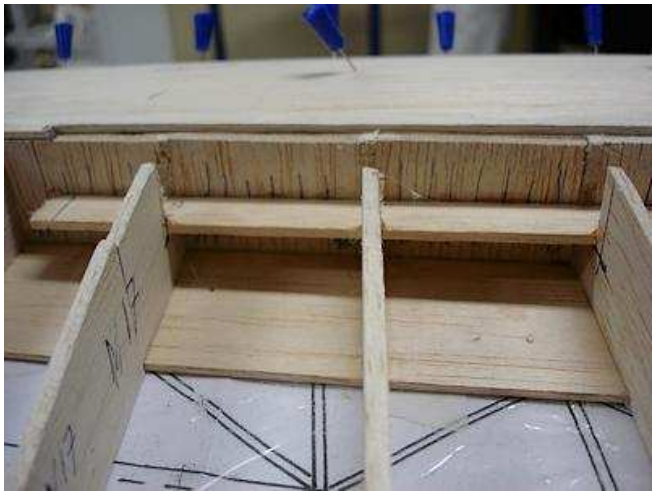
Faire les découpes avec une lame de scie à métaux et un cutter.





Préparer le fond de la boîte d'aérofrein (balsa 3 mm) et l'ajuster. Coller en place.

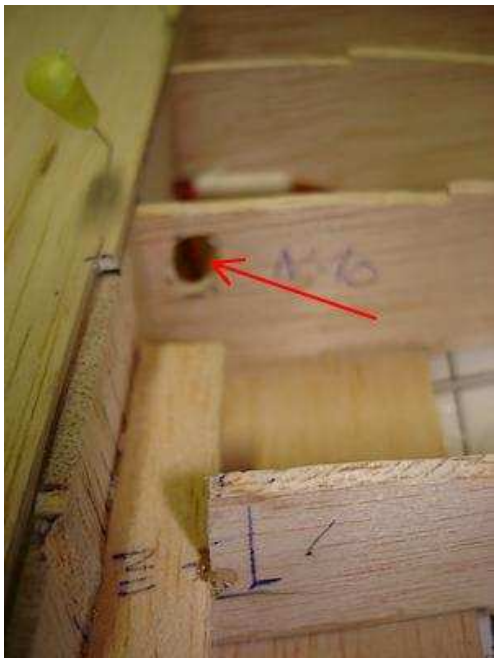




Préparer le flanc de la boîte d'aérofrein (balsa 3mm).Y faire par ponçage le passage des têtes de rivets figurant sur le côté de l'AF, faire également une petite saignée en vis-à-vis sur l'âme du longeron pour le passage des rivets opposés.

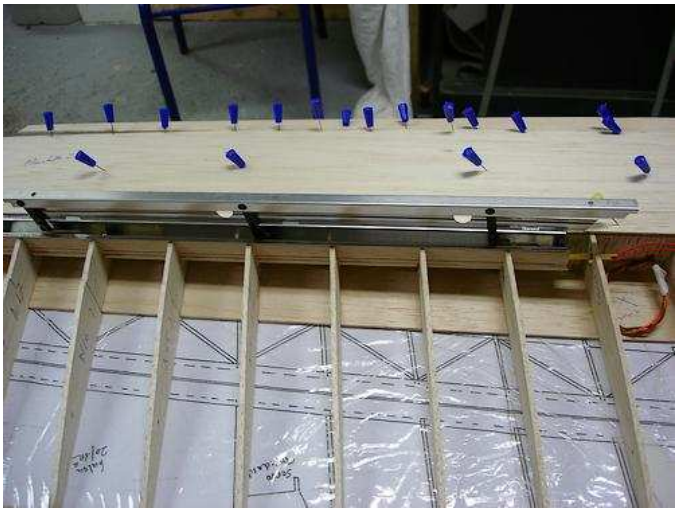
Percer dans la nervure N10 le passage pour la commande d'aileron.

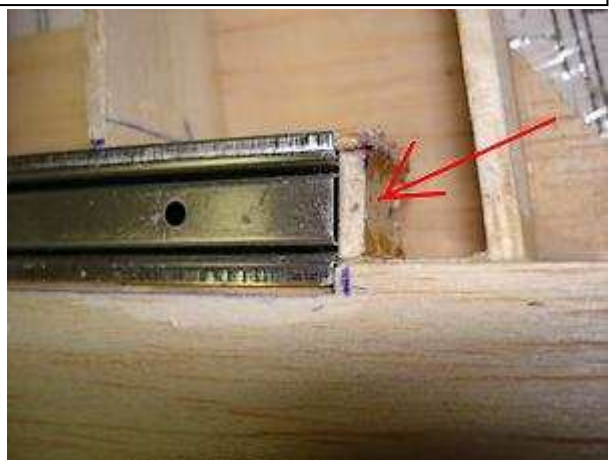
Ajuster la largeur des découpes dans les nervures avec une poncette afin de rendre le montage à blanc possible (ajustement permettant le coulissement de l'AF dans sa boîte).

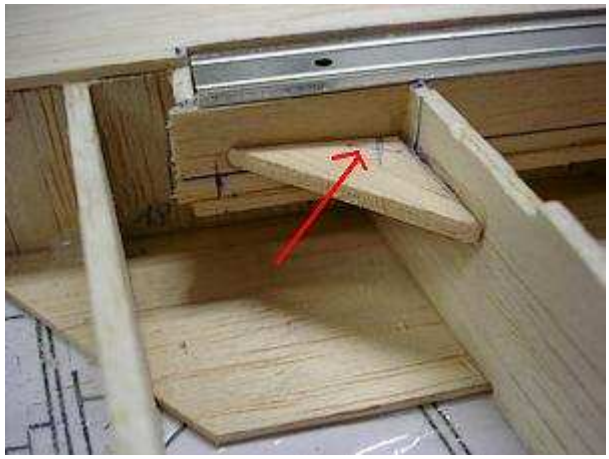


Vérifier le bon fonctionnement de l'AF.

Coller en place le flanc de la boîte d'AF. Mettre en place et coller le bout de la boîte et les renforts aux extrémités (balsa 3 mm).



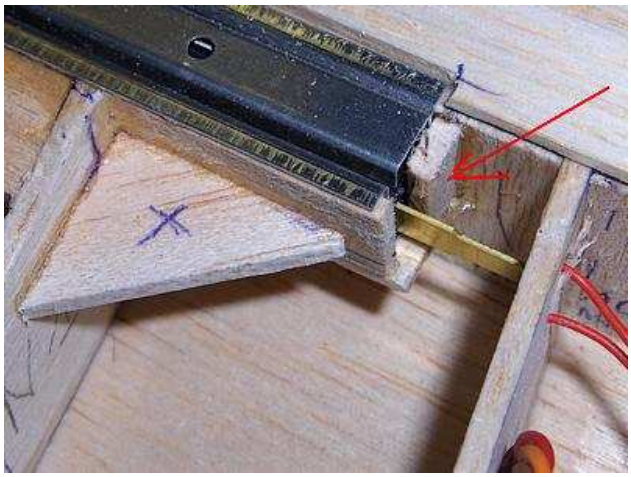




Suite montage aile : fin montage AF et servo AF, collage BA, ponçage aileron et installation servo aileron

- AF

Mettre en place en bout de la boîte à AF un arrêt en balsa



Coller entre les nervures les renforts en balsa 3 mm

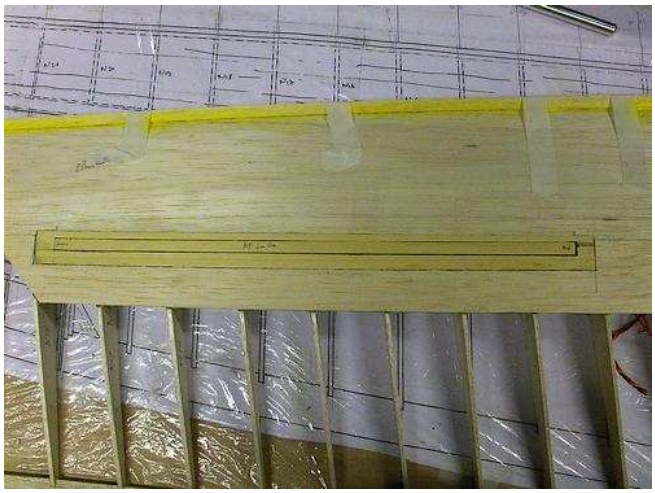
Découper dans de la planchette samba 2mm et coller en place (époxy) l'encadrement de l'AF

Coller à chaque extémité le renfort 3 mm

Préparer dans du Samba 2 mm le chapeau d'AF

Coller ensuite le coffrage extrados de la zone d'AF (balsa 2 mm)

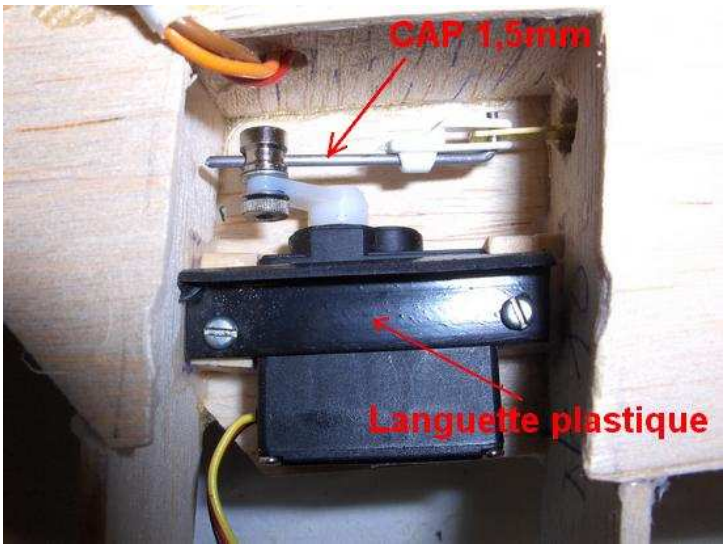
Coller à l'époxy le chapeau d'AF



Vérifier le fonctionnement sans point dur

- Montage du servo d'AF

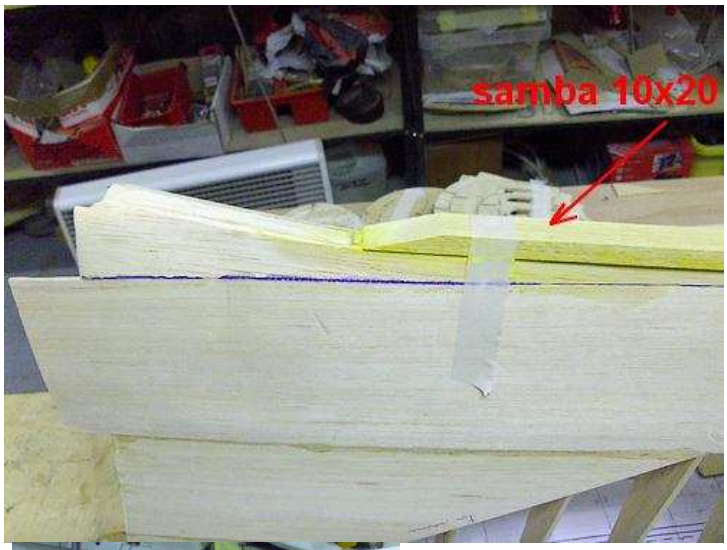
J'ai opté pour un montage démontable accessible par une trappe. J'ai utilisé un servo mini Hitec HS81. Réaliser dans du pin (chute du longeron d'aile) les 2 pièces servant de glissière aux pattes du servo. Les coller en place (le servo servant de gabarit). La commande est en CAP 1,5 mm et le servo est maintenu en place par une languette en plastique (prélevée dans un profilé pour la reliure des documents) fixée par 2 vis à bois sur la glissière en pin.

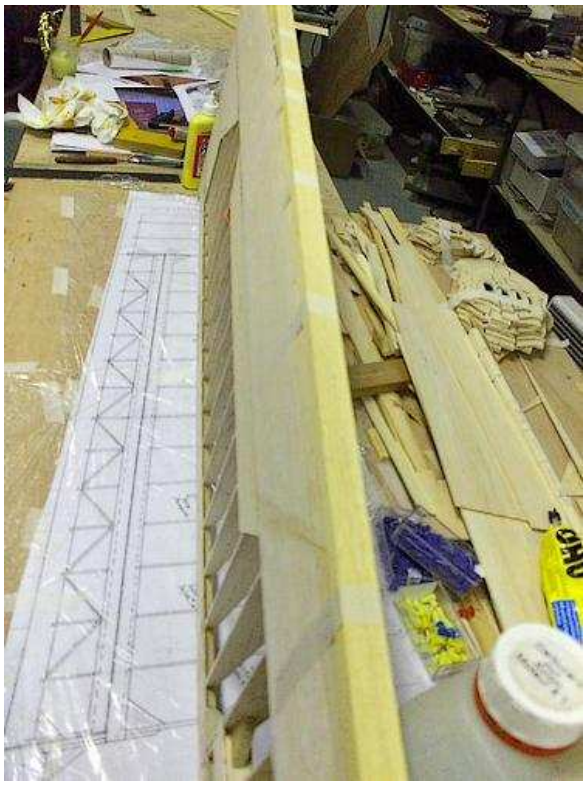


Réaliser ensuite la trappe dans du balsa 3 mm. Mettre 2 baguettes samba qui permettront de la fixer par 2 vis à bois.

3) Collage et ponçage du BA en samba

Coller sur le faux BA en balsa le BA (baguette samba 10x20 mm longueur 2m trouvée chez bricotruc). Nota : la colle jaune que vous voyez sur les photos est de la colle “aliphatique” que j’ai utilisée pour la premiere fois. Elle a les mêmes proriétés que la colle blanche vinylique mais avec l’avantage d’être plus facilement ponçable (son emploi n’est vraiment pas indispensable).
Maintenir le BA avec du scotch papier pendant le séchage.



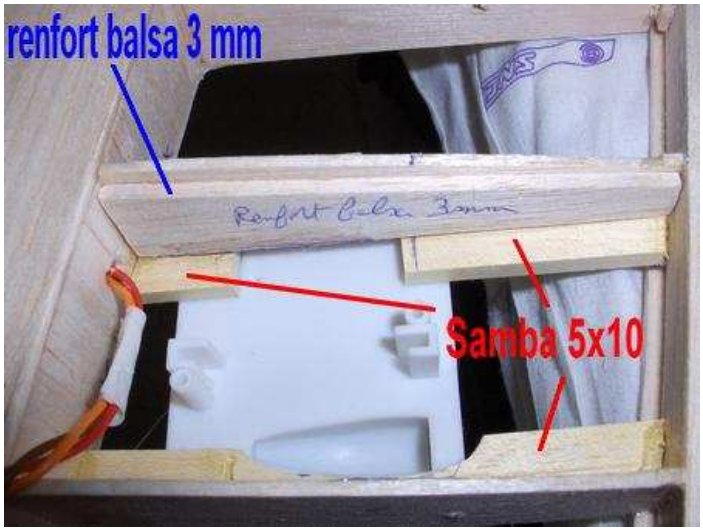


Une fois la colle sèche, procéder à la mise en forme du BA. J’ai dégrossit avec un rabot électrique puis râpe à bois puis lime à métaux puis poncette.

Ce travail est long (1h30) et pas évident pour obtenir un BA bien régulier et parfaitement rectiligne. Je ne suis pas pleinement satisfait de ce que j'ai obtenu mais il me semble que, plus que le respect exact du profil théorique du BA, le plus important sera de faire les 2 ailes avec des BA à peu près de forme identique !

- Montage du servo d'aileron

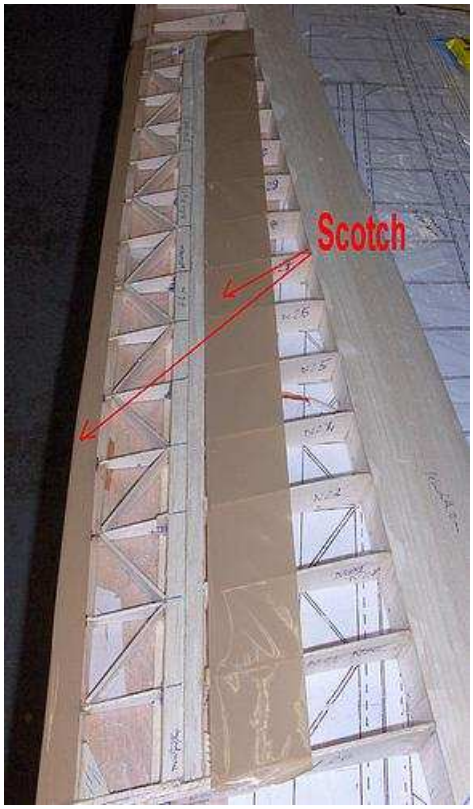
J'utilisé un support du commerce pour servo qui rentre pile poil entre les 2 nervures et qui me permettra d'accéder facilement au servo (ici un format mini -épaisseur 12 mm- avec pignons métalliques - HS81MG que j'utilise sans problème depuis plusieurs années sur des machines de 4 m comme le KA6e MX). Ajuster et coller les barres de fixation en samba ou pin 10x5 ainsi que les renforts de nervures en balsa 5 mm.



Coller en place le coffrage balsa 2 mm à l'extrados.

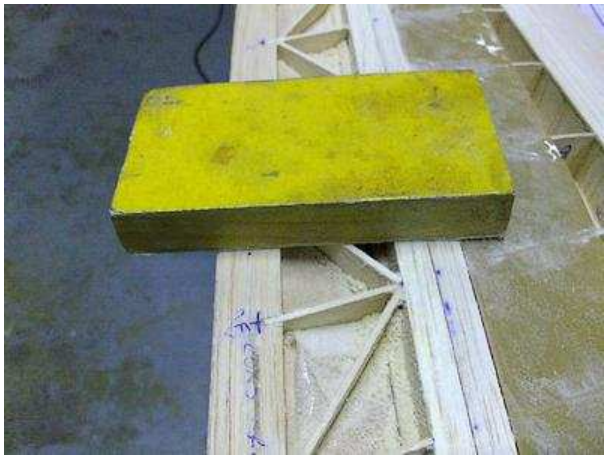
- Ponçage aileron

Malgré les précautions prises, quelques gouttes de colles ont rendu solidaires l'aileron et l'aile. Tant mieux, cela va faciliter son ponçage ! Utiliser la méthode de Louis en mettant du scotch marron sur l'extrados des nervures et le BF de l'aileron.



Avec une ponceuse électrique dégrossir.

Finir avec la poncette.

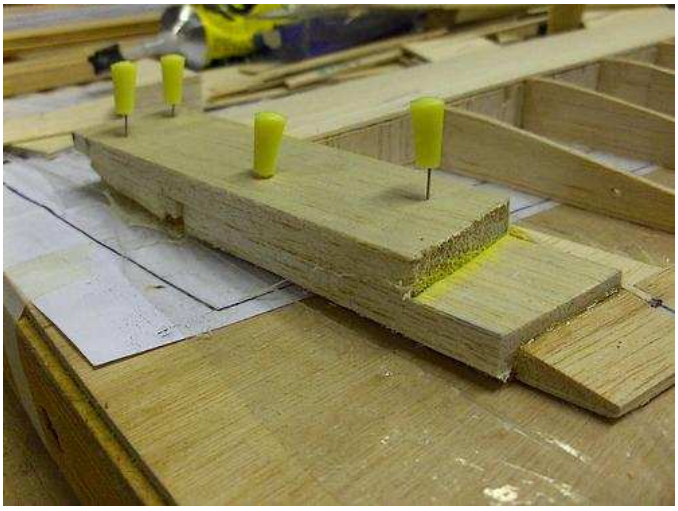


Faire de même coté intrados.

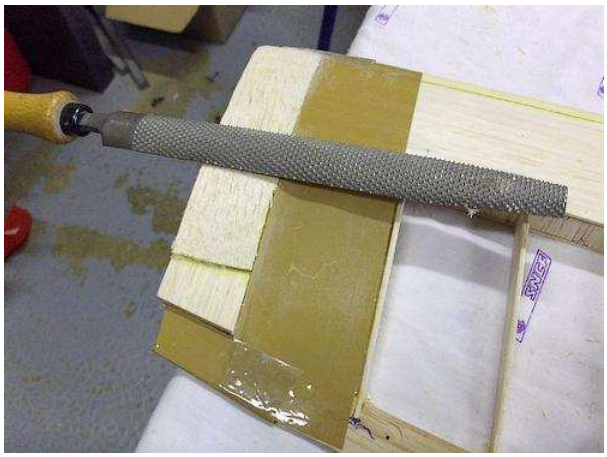
- Saumon aile :

Après avoir coupé les longerons en pin dépassant de la nervure N37 en laissant dépasser une longueur de l'ordre de 10 mm, construire le saumon à l'aide de bouts de planchette balsa de 8 mm d'épaisseur. Coller d'abord sur l'intrados 2 planchettes en ayant soin de profiler, sur sa partie inférieure, celle figurant côte BA afin qu'elle épouse le courbure du coffrage intrados.

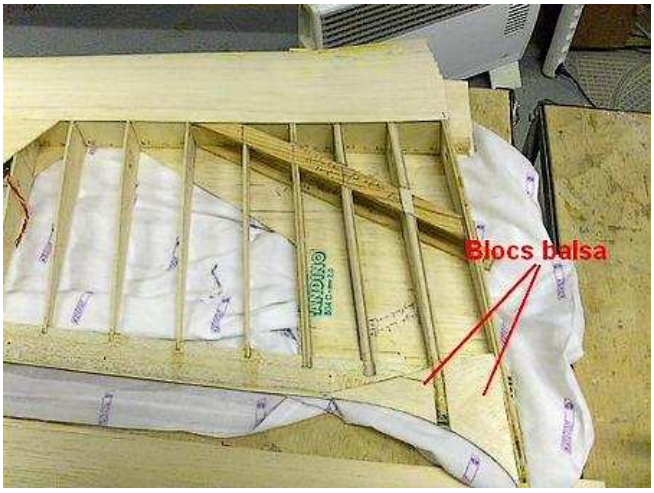
Coller ensuite une deuxième épaisseur de balsa 8 mm en l'ajustant et en comblant avec une chute balsa l'interstice entre les 2 longerons.



Procéder ensuite à la mise en forme du saumon.



Au niveau du bord de fuite côté emplanture, mettre 2 blocs balsa et les poncer en forme.



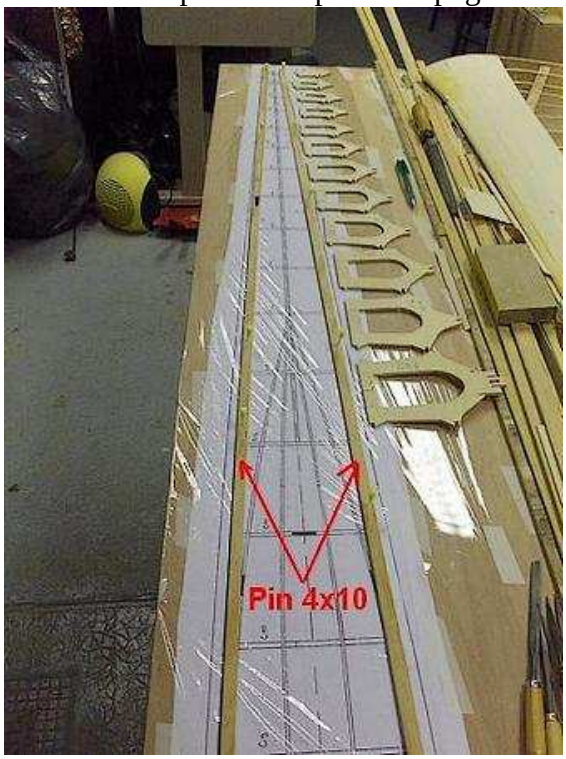
VOILA QUI TERMINE LE GROS OEUVRE DE L'AILE GAUCHE !!!

Le travail de finition (pose du fourreau de clé d'aile, coffrage emplanture, articulation de l'aileron, connection électrique des servos, tringlerie de commande de l'aileron ...et ponçage final de l'aile pour

l'entoilage) se fera ultérieurement. **Surtout à ce stade ne pas coller le coffrage extrados d'emplanture** masquant l'accès au fourreau de clé d'aile car il faudra pouvoir y avoir accès ultérieurement pour l'opération de collage du fourreau lors de la "mise en croix".

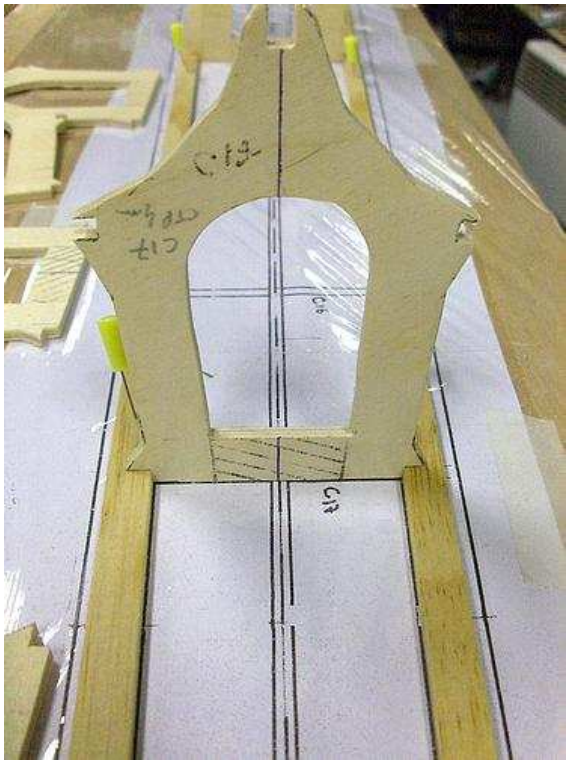
Vous pouvez maintenant commencer la construction de l'aile droite et mener en parallèle la construction du fuselage.

Début de construction du fuselage - partie arrière -
Pour la découpe des couples voir page 3.

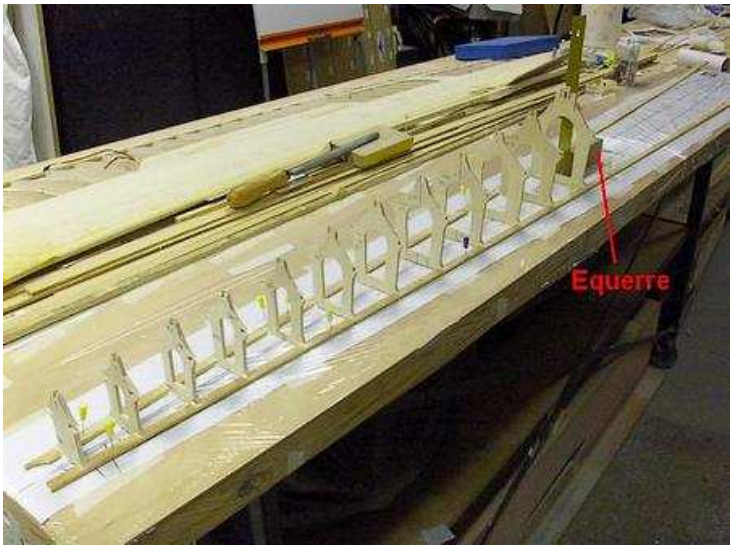


Mettre le plan "vue de dessus" du fuselage sur le chantier et le protéger par un film plastique. Vérifier que sur les couples C13 à C24 les encoches devant recevoir les baguettes pin 4x10 sont assez larges. Epingler les 2 baguettes pin 4x10 (que j'ai prélevées dans une baguette pin 4X38 longueur 2m trouvée chez bricotruc) en réglant précisemment leur écartement en mettant en place les couples C13 à C24 de façon à ce qu'ils tiennent tous seul verticalement.

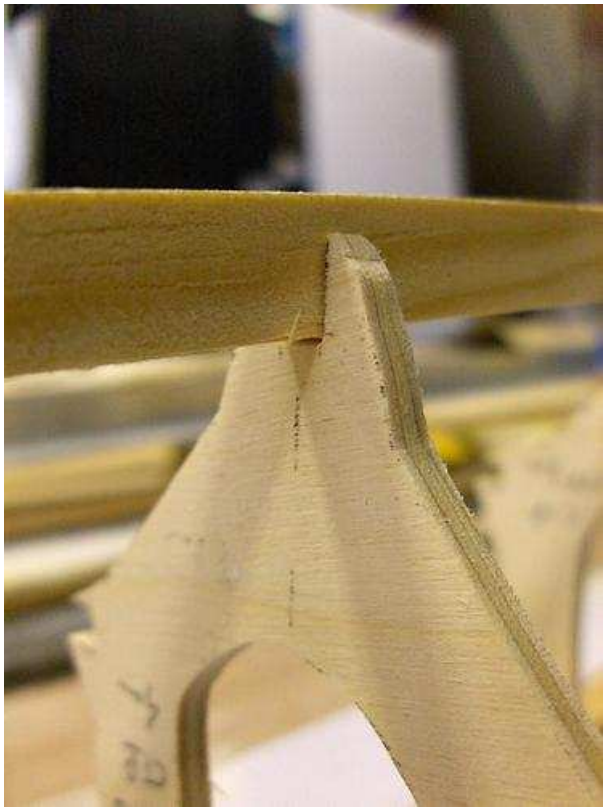
Vérifier que l'axe de symétrie des couples est bien en concordance avec l'axe de symétrie indiquée sur le plan.

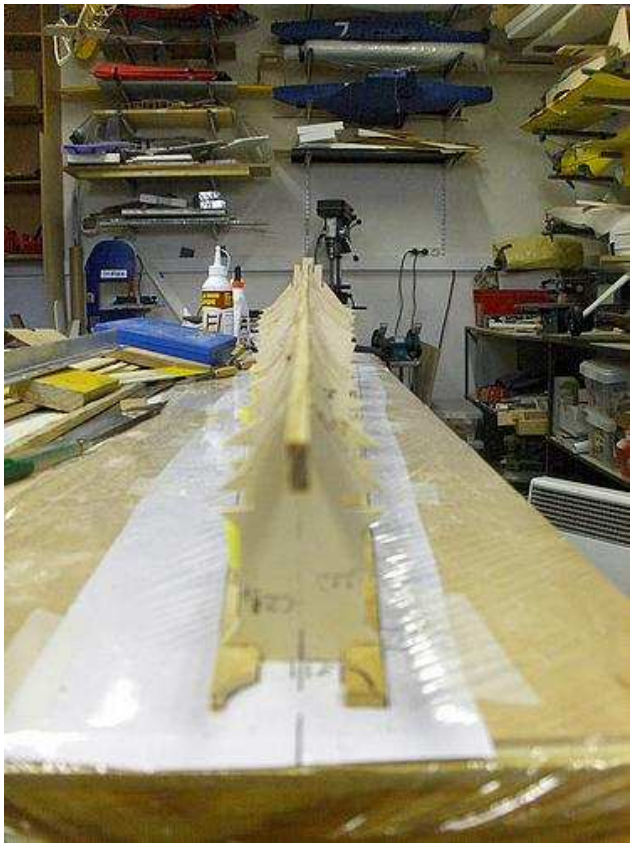


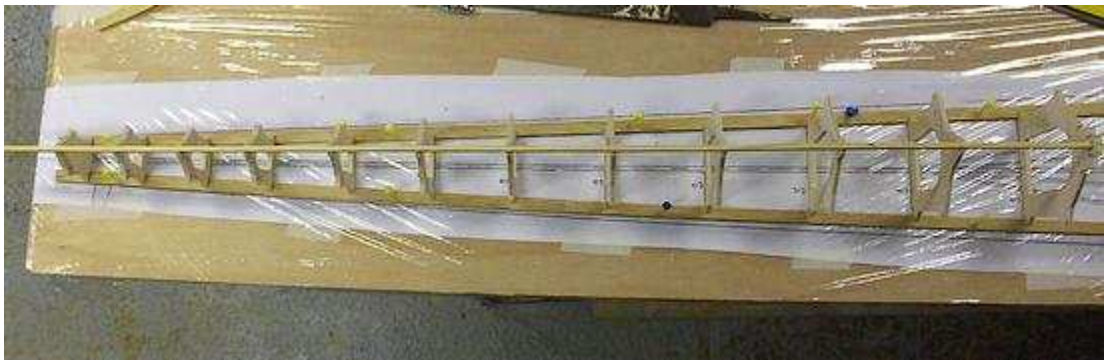
Coller en place les couples C13 à C24 en s'assurant de leur position bien perpendiculaire au chantier avec une équerre.



Une fois le collage sec, monter à blanc (pour ajustage des encoches dans les couples) la baguette supérieure en pin 4x10.







Si ce n’est pas le cas, adapter les encoches des couples en conséquence. Procéder ensuite au collage.

S’assurer de sa rectitude (faces verticale et horizontale) à l’aide d’une règle.

Une fois ce collage sec, procéder de la même façon pour les 2 baguettes latérales.

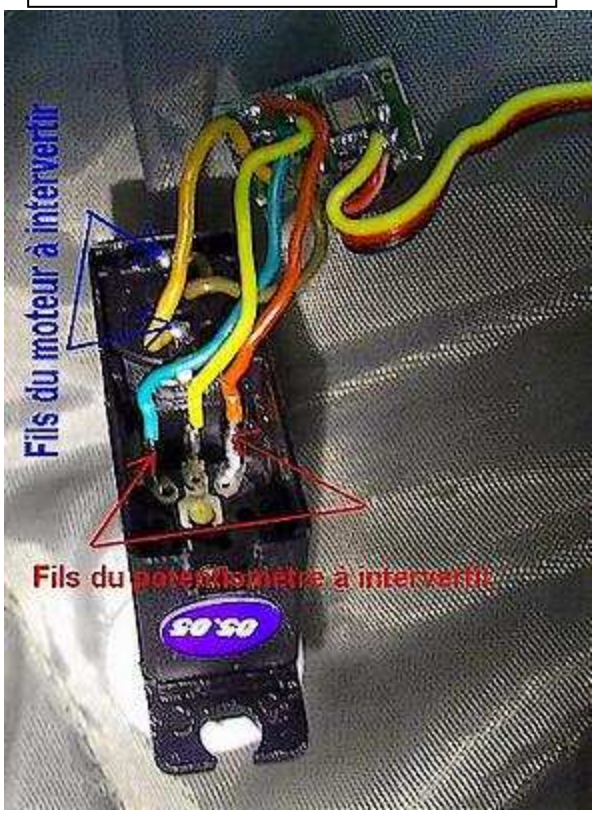
Précision concernant la construction de l'aile droite :

Quelques mots pour la construction de l'aile droite : comme le plan de Louis comporte uniquement le dessin de l'aile gauche, on utilisera la technique du plan "huilé" pour faire l'aile droite. Couvrir le chantier d'un film plastique, y mettre le plan de l'aile gauche face imprimée contre le chantier. A l'aide d'un chiffon imbibé légèrement d'huile de table (arachide, colza, tournesol au choix !). Tamponner le plan afin de faire apparaître les zones qui seront nécessaires à la construction.
Recouvrir ensuite le plan d'une deuxième couche de film plastique.

Un autre point à signaler : si vous ne disposez pas d'une radio permettant d'utiliser une voie spécifique pour chacun des servos d'aérofrein avec possibilité de mixage, vous serez alors obligé de faire un montage en Y à partir d'une sortie unique d'une voie du récepteur. Dans ce cas vous devrez faire attention à faire un montage mécanique en opposition (par rapport à celui de l'aile gauche) au niveau de la connection du palonnier du servo d'aérofrein. Ceci afin d'éviter qu'un aérofrein sorte et l'autre rentre. Autre solution si vos servos d'aérofrein le permettent, inverser le sens de rotation d'un des 2 servos d'AF en inversant les pôles + et - à l'intérieur du servo à la fois au niveau du moteur et au niveau des fils

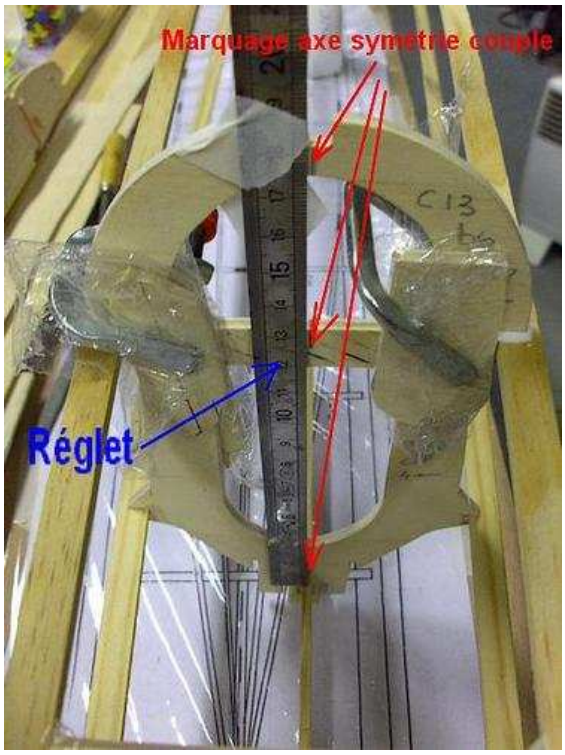
extérieurs du potentiomètre. C'est cette dernière solution que j'ai appliquée (merci Daniel), les servos HS81 le permettant car leur connectique interne est encore à fils.

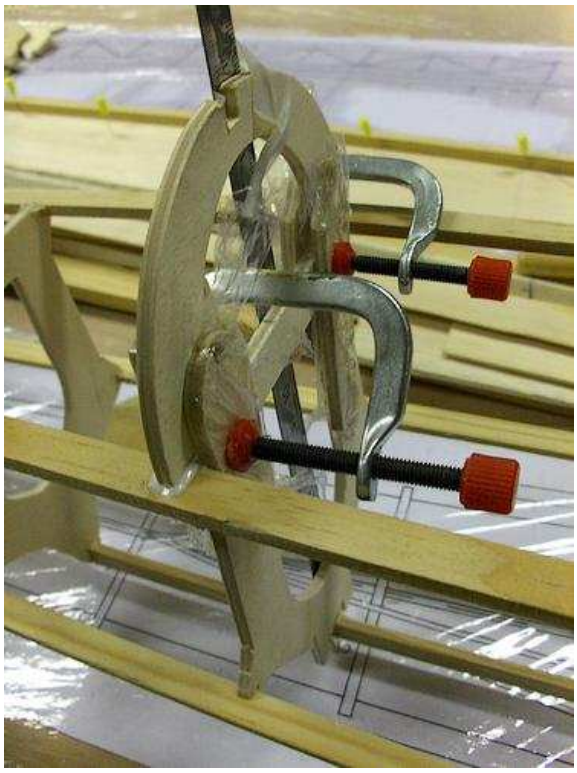
Servo HS81 avant modification

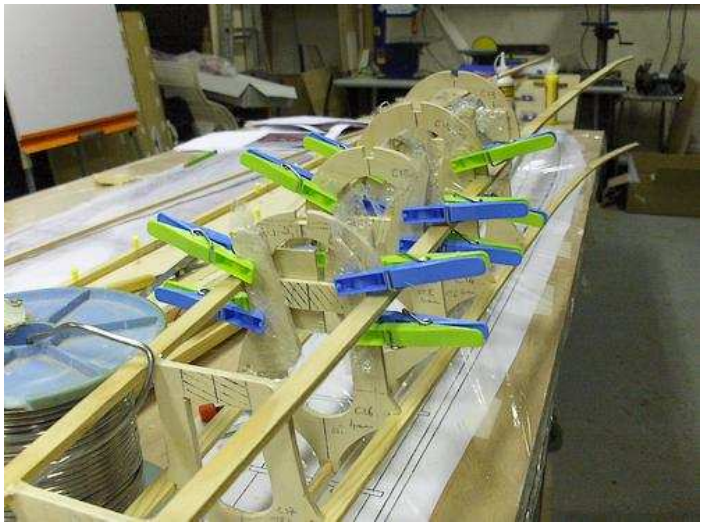


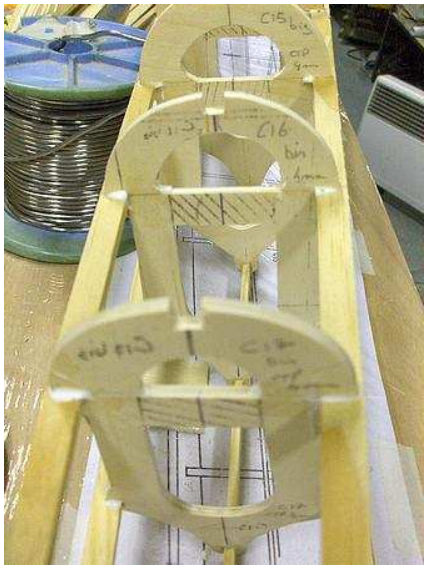
Fuselage - partie arrière - suite :

Coller en place les couples supérieurs (couples bis) de la partie arrière. Pour cela, avant collage, vérifier que l'encoche en haut des couples bis est adaptée à la baguette balsa dur 6X6 qui viendra y prendre place ultérieurement. Coller en place les couples bis en les maintenant dans le plan du couple inférieur à l'aide de serre-joints (ou pinces à linge) et de chutes de CTP protégées par un film plastique (pour éviter le collage). Vérifier l'alignement axial à l'aide d'une règle et des repères faits préalablement sur l'axe de symétrie des couples. Un petit coup d'oeil suivant l'axe du fuselage permet également de vérifier le bon alignement des couples bis.

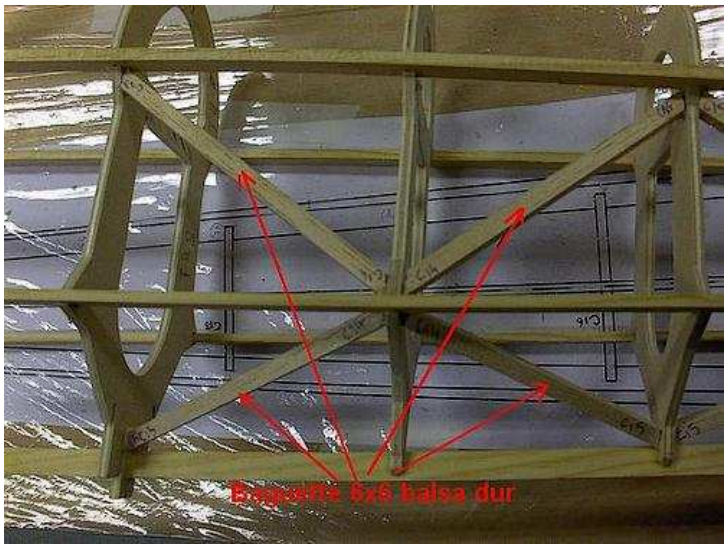


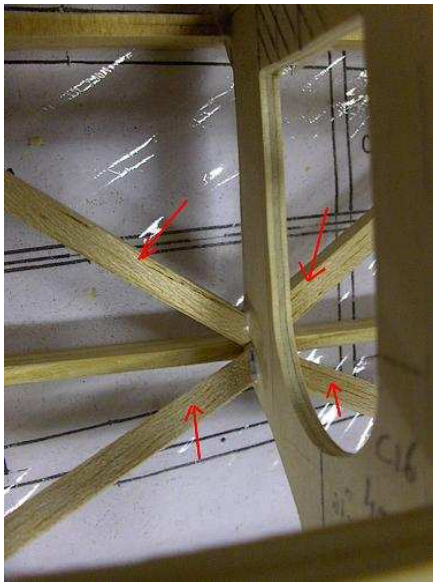




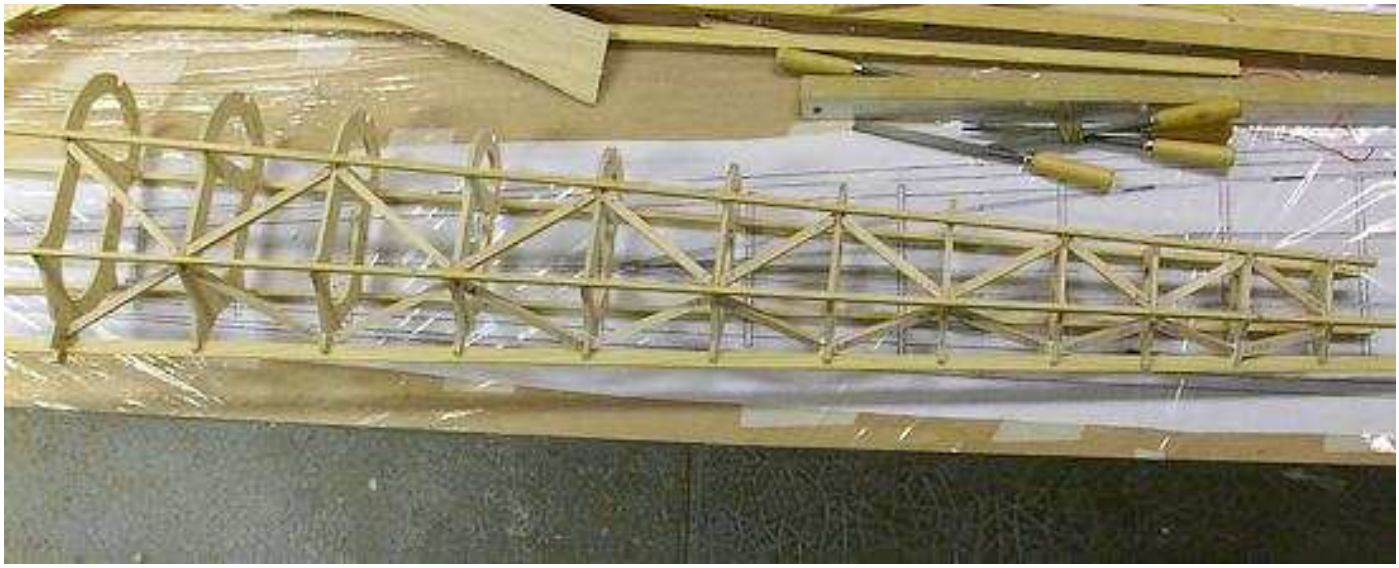


Procéder ensuite au croisillonage des 2 cotés avec de la baguette 6x6 en balsa dur. Ces croisillons doivent être en retrait des plans délimités par les baguettes de pin 4x10 afin que, lors de l'entoilage du fuselage, ils n'apparaissent pas.

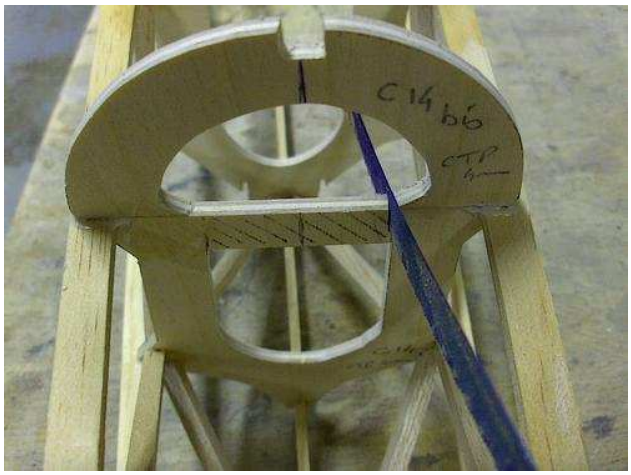




Un coté de fait :

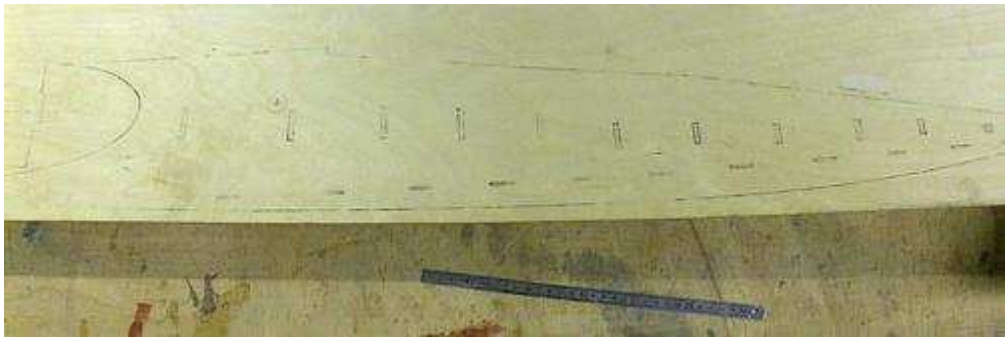


Comme préconisé par Louis, afin de gagner du poids, couper à l'aide d'une lame de scie à métaux les zones hachurées des couples C13 à C19.



- Préparation des éléments en CTP 2mm pour la partie avant du fuselage :

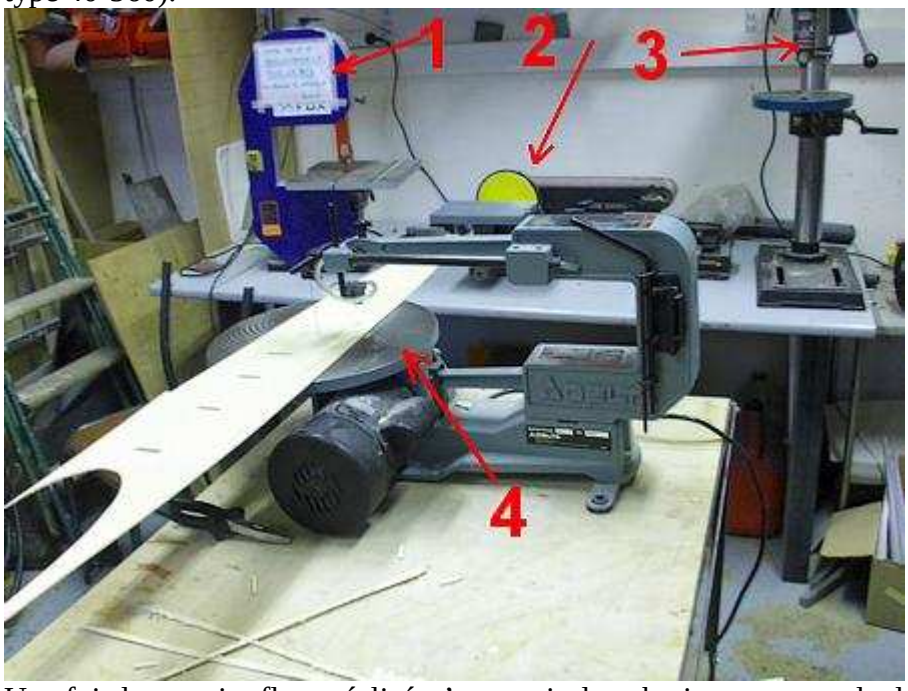
Toujours avec la méthode du transfert par "repassage au fer" d'une photocopie (voir page 4) reporter le dessin du premier flanc sur votre planche CTP 2mm.



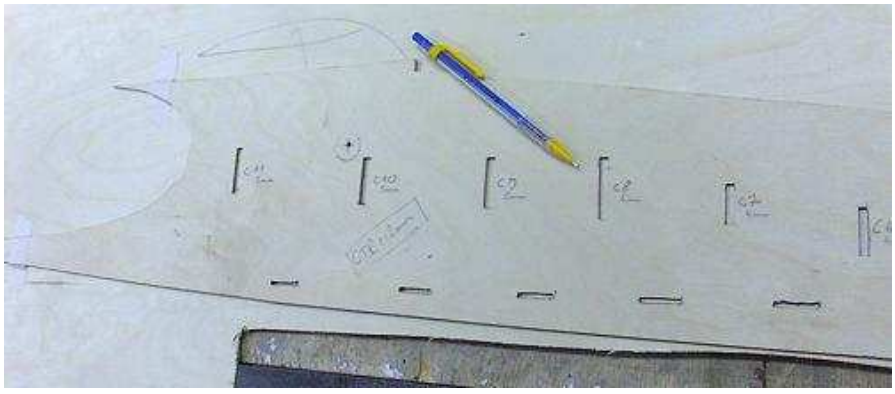
Cette pièce faisant 110 cm de long et ma scie à chantourner n'ayant qu'une capacité de dégagement de 40 cm procéder de la façon suivante :
- faire le maximum de découpe avec une lame classique plate suivant le sens normal

puis pour les zones du milieu non accessibles utiliser alors la scie dans le sens perpendiculaire au sens normal tout en utilisant une lame "fil" qui à la capacité de couper dans toutes les directions.

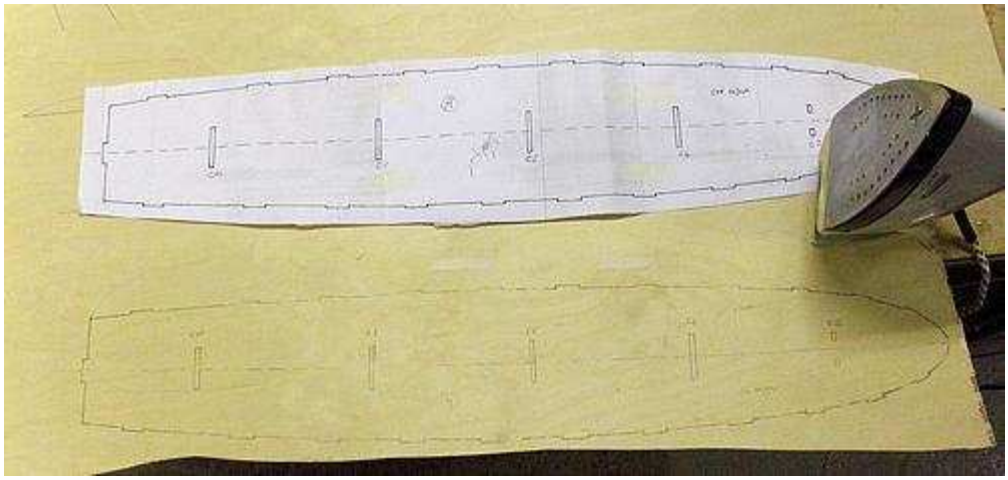
Une fois toutes les découpes faites, vérifier que les encoches sont adaptées aux épaisseurs des couples C1 à C11 en les présentant en place. Percer le trou de passage pour le fourreau de clé d'aile.
Pour votre information voici les outillage du club AMCY (1= scie à ruban FOX qui m'a servi à découper en biseau les longerons d'aile, 2= lapidaire DELTA, 3= perceuse à colonne, 4=scie à chantourner DELTA type 40-560).



Une fois le premier flanc réalisé, s'en servir de gabarit pour tracer le deuxième flanc puis faire la découpe.

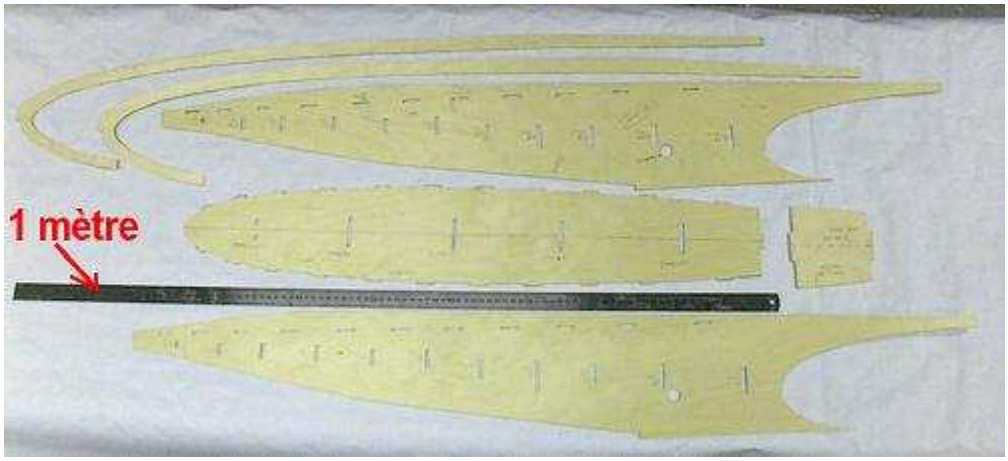


Reporter le dessin du plancher sur le CTP 2 mm. Faire 2 fentes au niveau du nez (non dessinées sur le plan) voir mon message du 24/01/07.



Une fois le plancher découpé, le présenter à blanc sur les flanc afin de vérifier que les encoches dans les flancs sont adaptés en largeur et écartement.
Faire de même pour les 2 quilles.

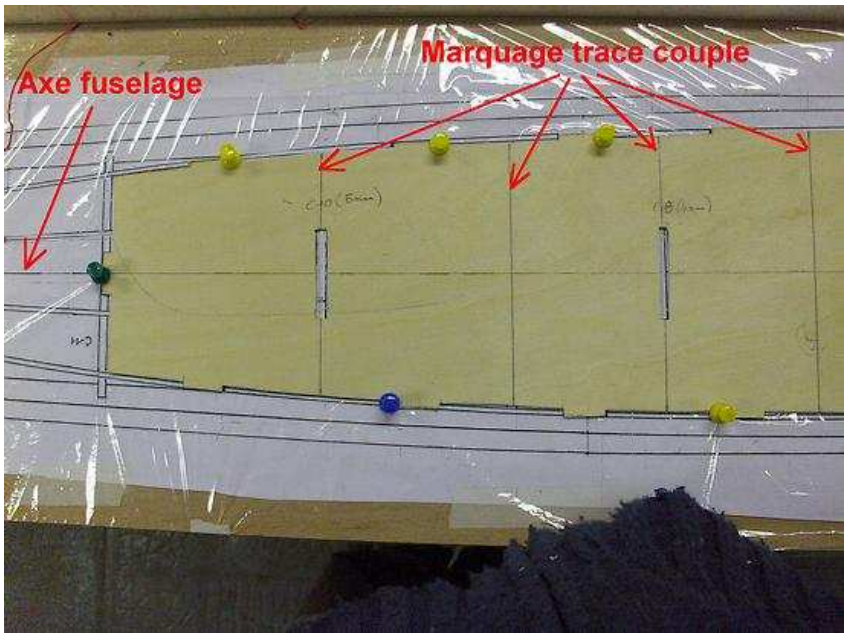
Découper également dans du CTP 4 mm l'entretoise qui prendra place entre C10 et C11 (notée E1011 sur le plan).
Voici l'ensemble des pièces qui vont être nécessaires au montage de la partie avant du fuselage (+ les couples) :

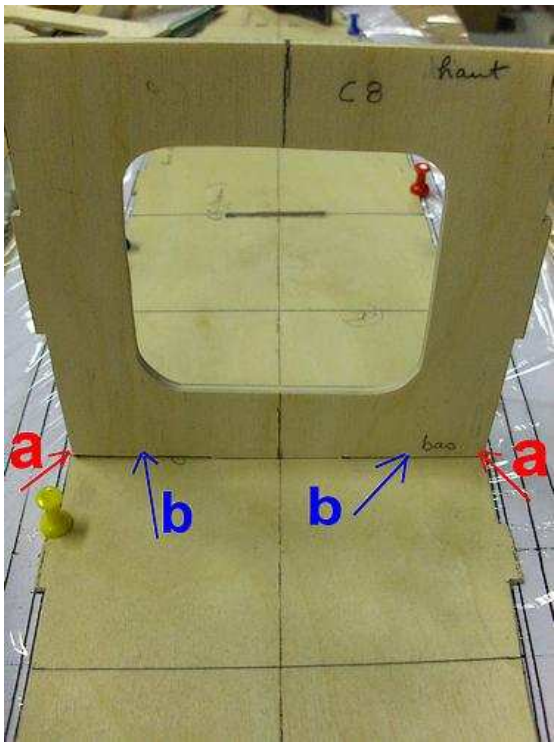


Montage de la partie avant du fuselage :

Voici la méthode que j'ai employée. Je ne sais pas si c'est la plus simple et si il n'y a pas plus rapide mais en tous cas elle marche.

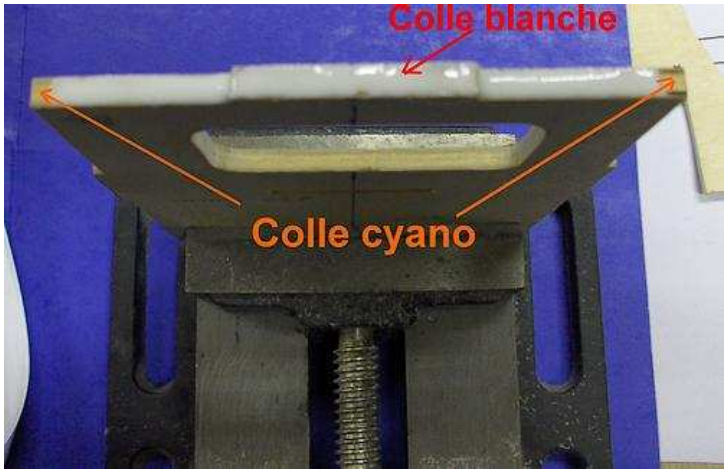
Positionner précisemment et fixer le plancher CTP 2 mm sur le plan (vue de dessus) de façon à faire coïncider son axe longitudinal avec celui figurant sur le plan. Tracer sur le plancher la trace des couples C1 à C10.

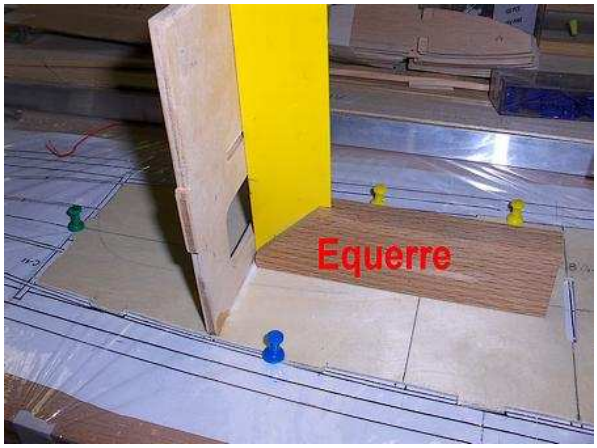




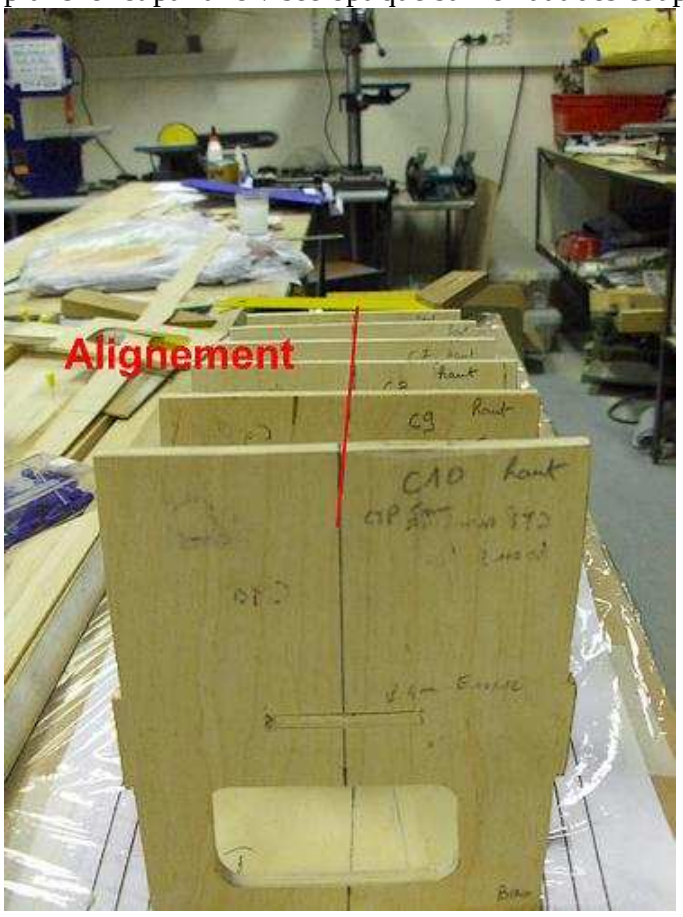
Présenter “à blanc” les couples C1 à C10 en alignant leur axe avec celui tracé sur le plancher.
Vérifier alors que les bords ne dépassent pas du plancher (a - sinon ajuster)
Vérifier que la base des couples porte bien sur le plancher (b - sinon ajuster)

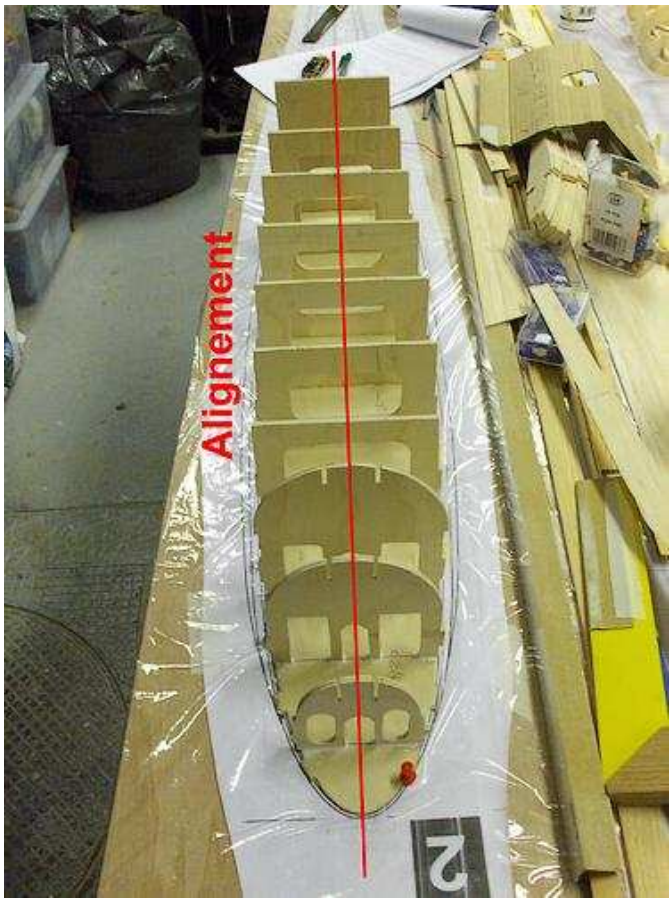
Coller en place les couples C10 à C1 en s’aidant d’une équerre. Pour faciliter l’opération j’enduis la tranche du couple de colle blanche sauf aux extrémités où je mets une goutte de colle cyano qui permettra de maintenir le couple en position rapidement.





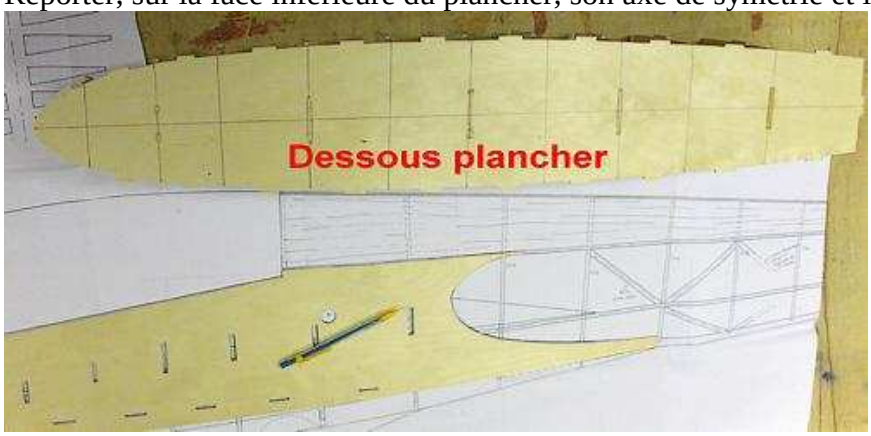
Vérifier au fur et à mesure du montage l'alignement des couples à la fois au niveau de l'axe sur le plancher et par une visée optique sur le haut des couples où figure également une marque de symétrie.



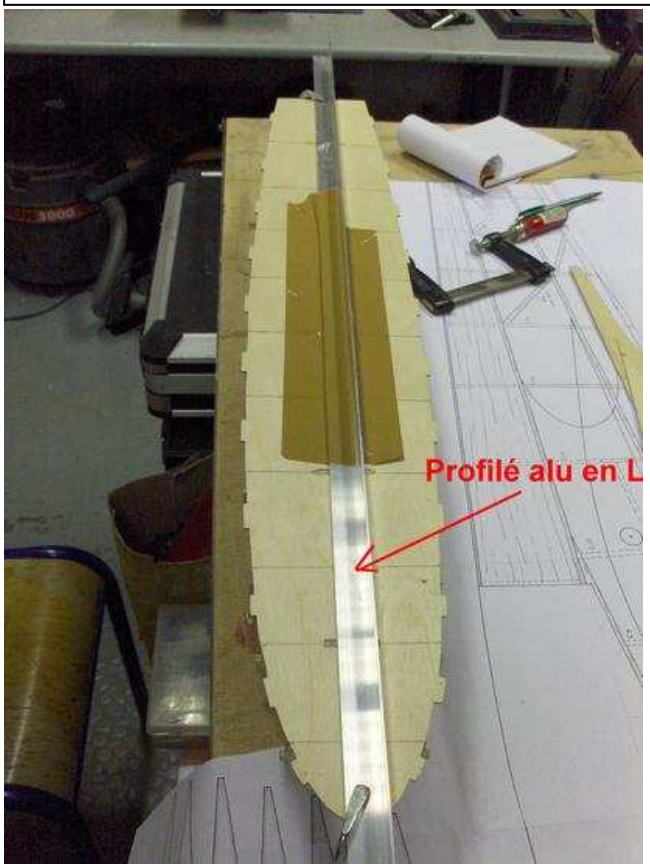


Laisser bien sécher (une nuit).

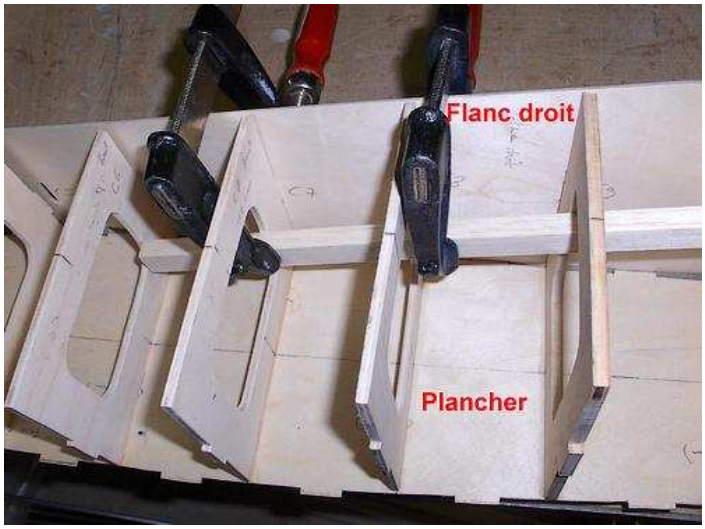
Reporter, sur la face inférieure du plancher, son axe de symétrie et la trace des couples C1bis à C10bis.



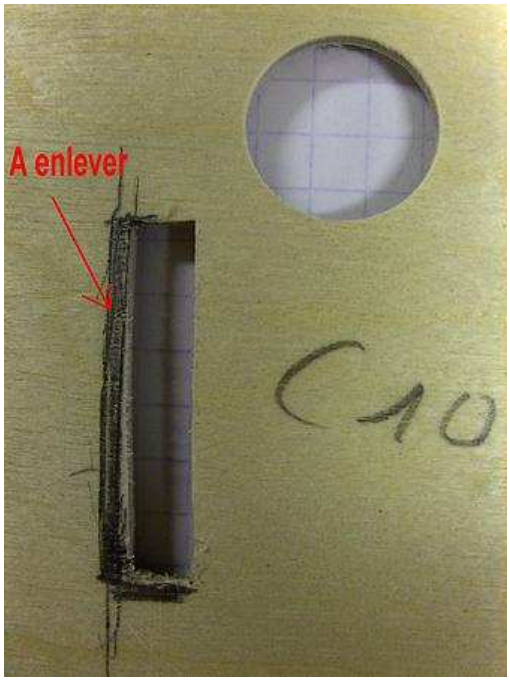
Afin que le plancher reste bien plan lors du montage des flancs, fixez y dessous une règle de type profilé alu en L en la fixant aux extrémités avec un serre-joint et au milieu avec de l'adhésif.

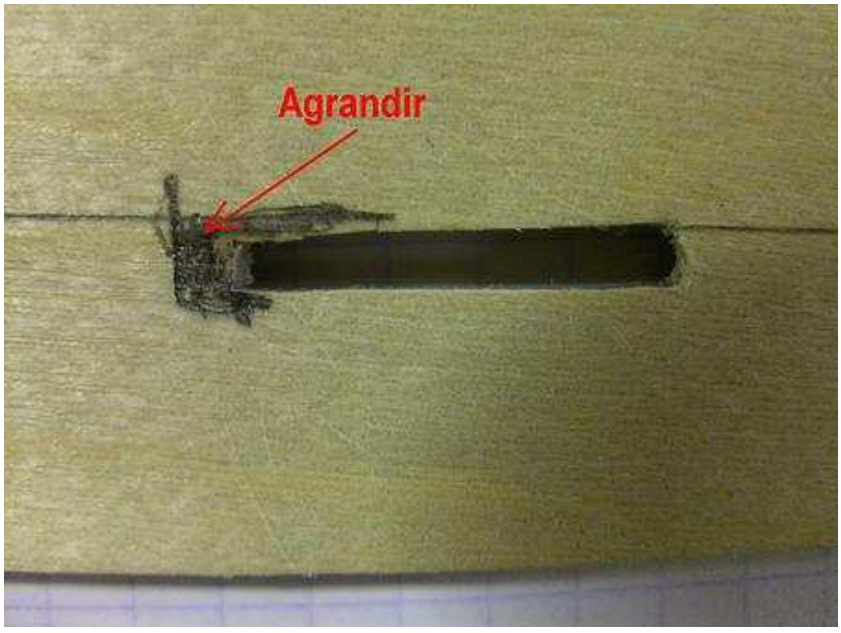


Présenter en place le flanc droit sur le plancher et le maintenir avec un serre-joint au niveau de C7/C8.

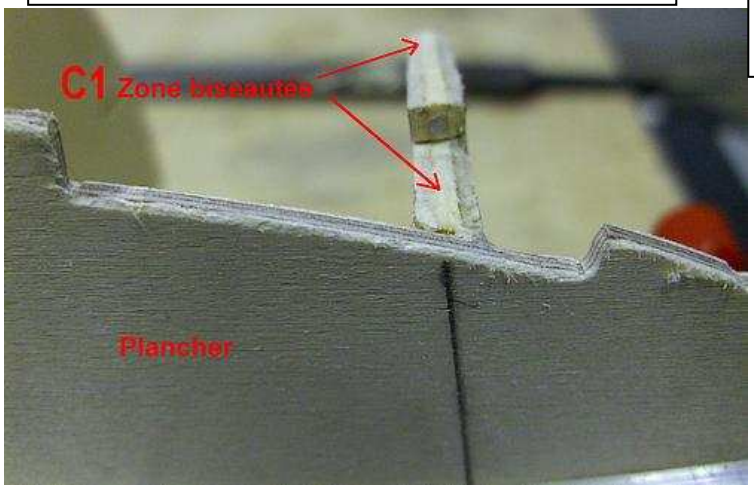


Essayer de mettre en place le flanc droit sur le plancher et les couples. Il est fort probable qu'un léger ajustement des encoches dans le flanc soit nécessaire. Les repérer au crayon sur le flanc et agrandir les encoches en conséquence jusqu'à obtenir un ajustement correct permettant le montage.
Exemples de correction :



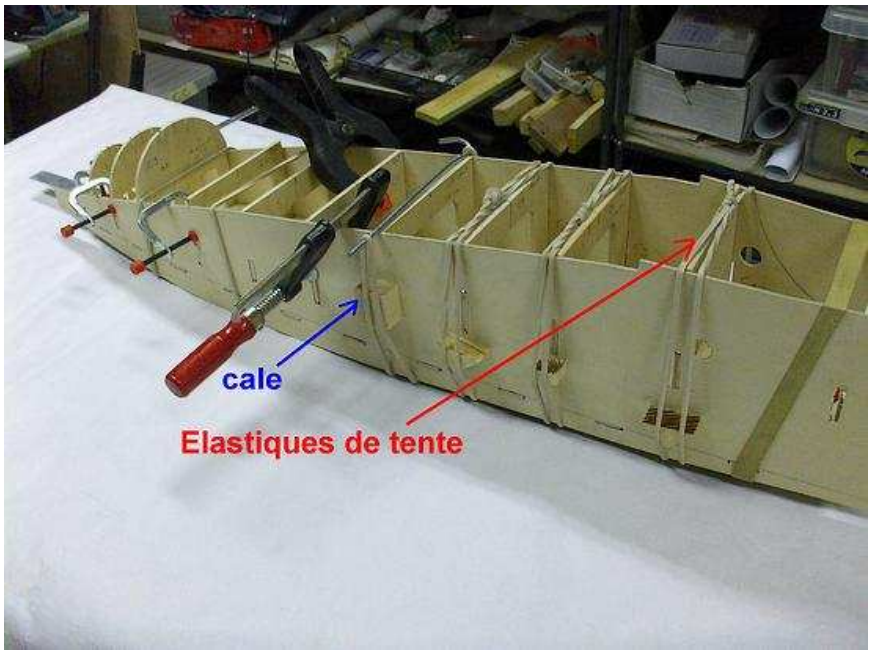


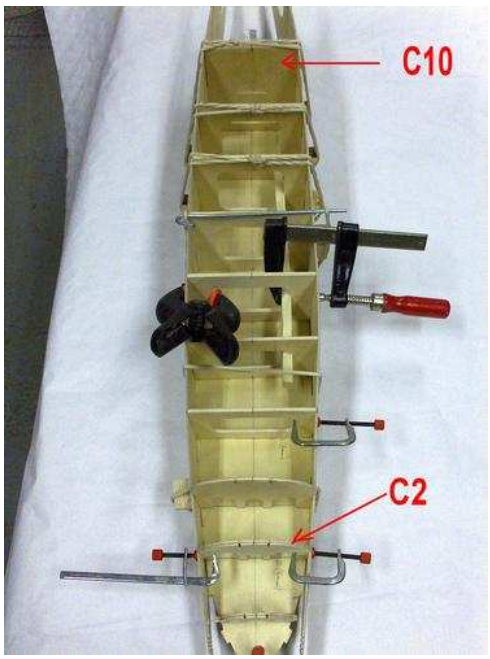
Au niveau de C1 biseauter légèrement la tranche du couple pour l'adapter à l'angle d'accostage du flanc.

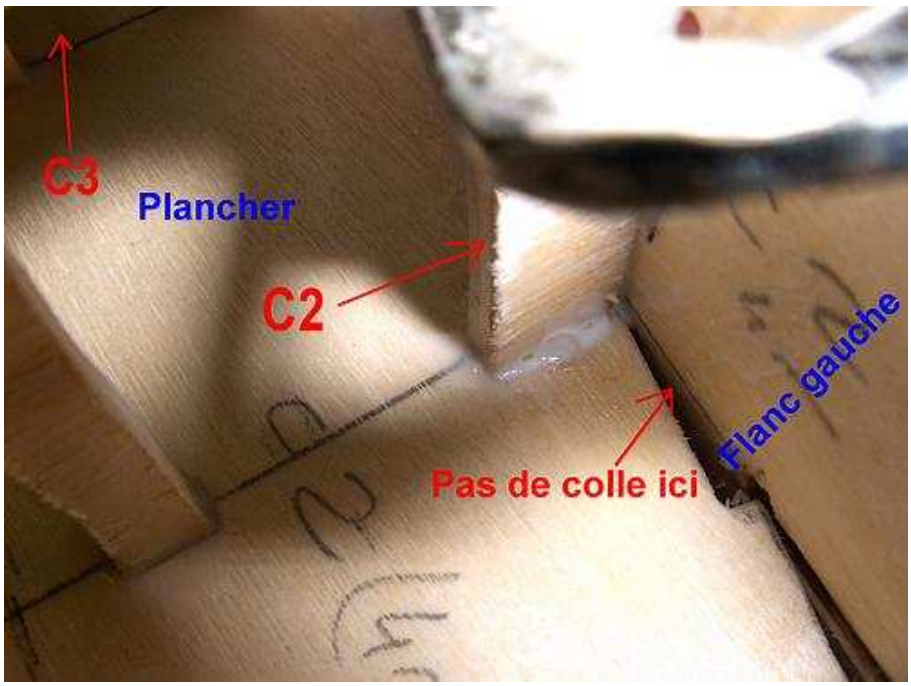


Afin de faciliter le pliage du flanc au niveau du nez, tracer sur sa face interne quelques lignes et y donner un léger coup de scie à métaux jusqu'à faire apparaître le pli du milieu (CTP 3 plis) plus foncé.

Faire de même pour le flanc gauche puis faire le montage à blanc de l'ensemble (serre-joints, élastiques ...). Vérifier que tout est correct.

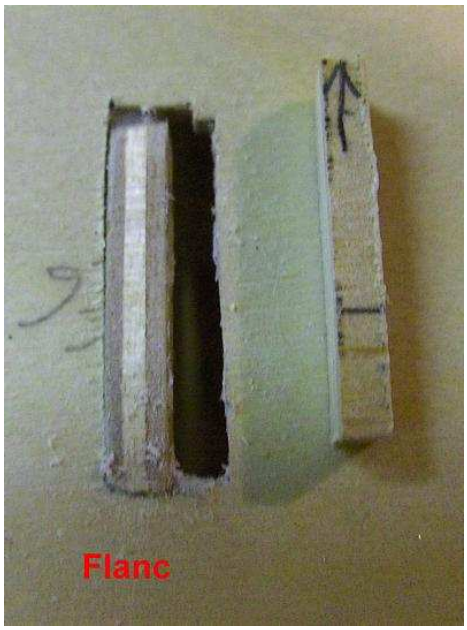


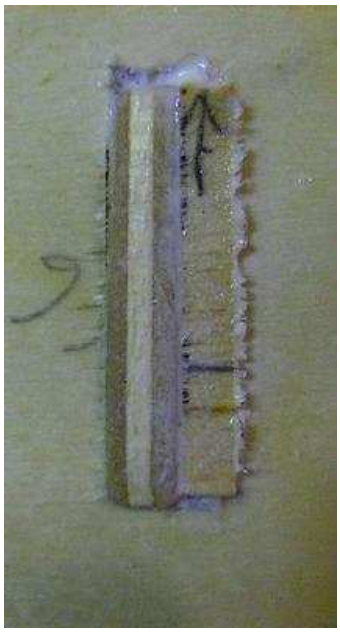




Sans démonter ce montage, mais en jouant sur l'élasticité des élastiques et en desserrant légèrement les serre-joints, procéder au collage du flanc gauche, uniquement entre C2 et C10. S'aider d'un pinceau pour déposer la colle dans les interstices. Laisser sécher puis coller l'autre côté.

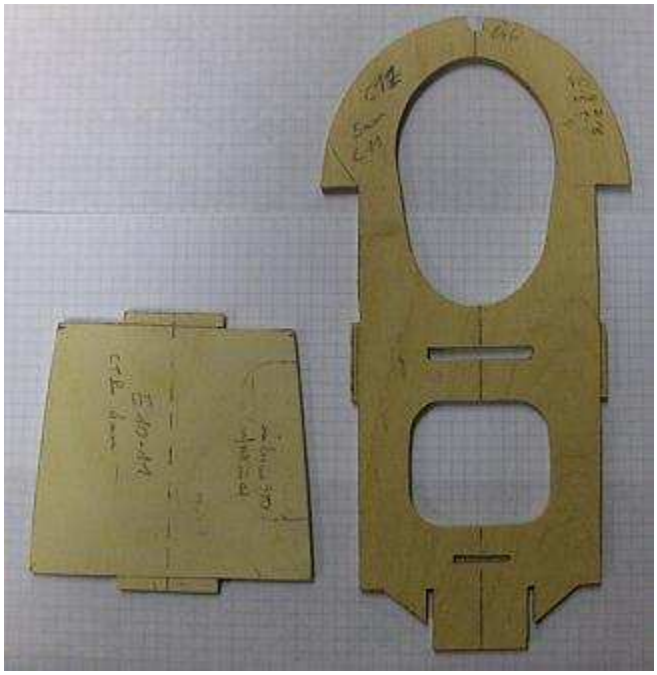
Si après collage, suite à l'agrandissement des fentes dans le flanc, il reste des espaces trop importants, boucher ceux-ci avec une chute de CTP.



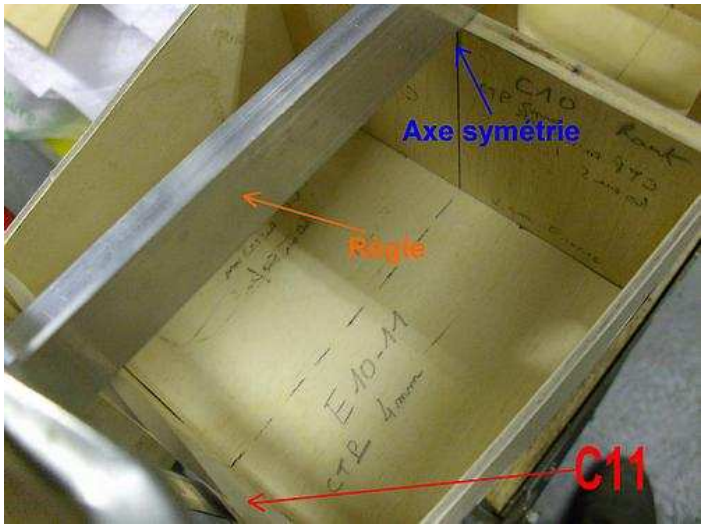


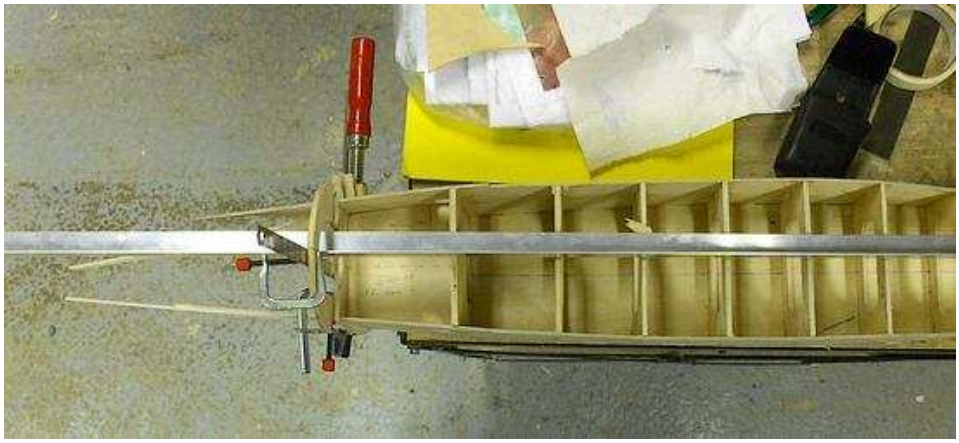
Fuselage avant - montage du couple C11 + entretoise E10-11 et du couple C12 :

Présenter à blanc le couple C11 et l'entretoise E10-11.

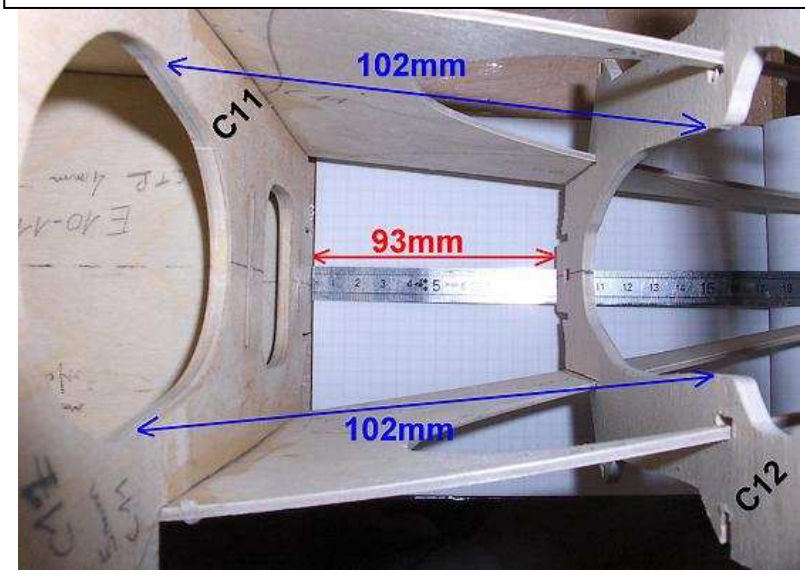


Vérifier à l'aide d'une règle que l'axe de symétrie de C11 est dans l'alignement de l'axe des autres couples du fuselage. Coller en place.

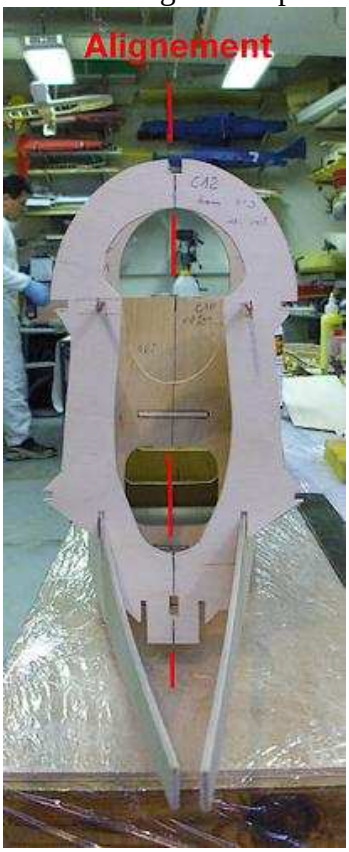




Présenter à blanc le couple C12. Afin de respecter le dessin du plan, vérifiez que vous pouvez le positionner sans problème suivant les cotes suivantes prises par rapport à C11 (voir photo) :



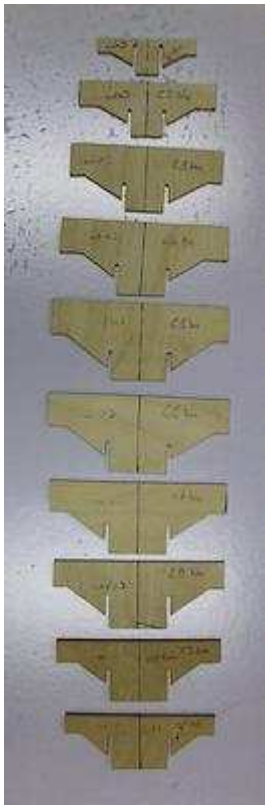
Par une visée optique vérifier également le bon alignement par rapport à l'axe de symétrie du fuselage.



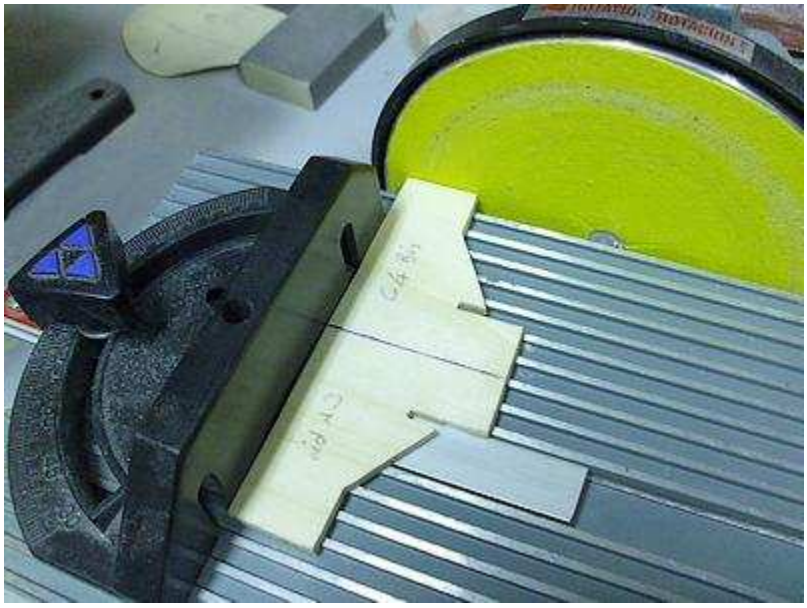
Coller en place et laisser sécher.

Fuselage avant - collage des couples C1bis à C10bis :

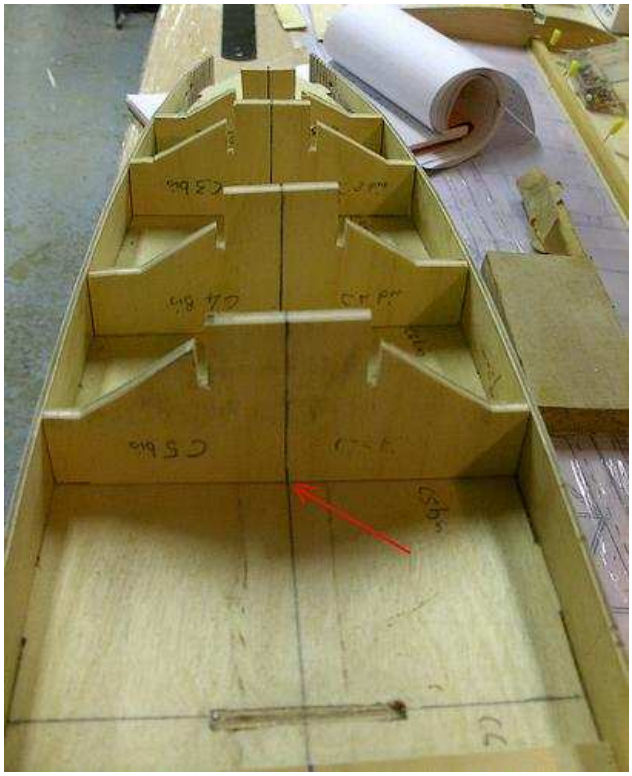
Préparer les couples C1bis à C10 bis (tracé de leur axe de symétrie des 2 côtés, vérification de la largeur des fentes pour le passage des quilles en CTP 2mm).



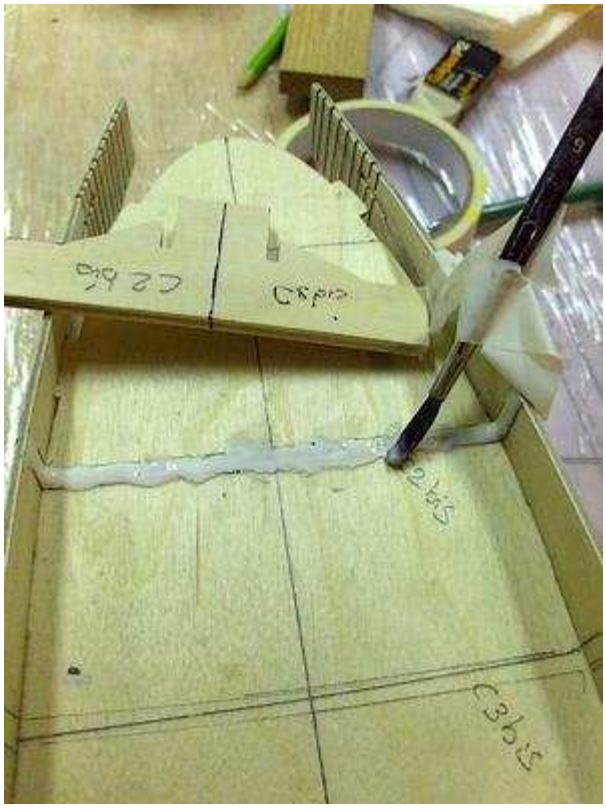
Présenter à blanc chaque couple Cbis à sa place et l'ajuster pour qu'il s'encastre correctement entre les flancs tout en ayant son axe de symétrie coïncidant avec celui tracé sur le dessous du plancher.
Pour cela utilisez avantagement le lapidaire pour poncer les Cbis très légèrement sur les côtés.

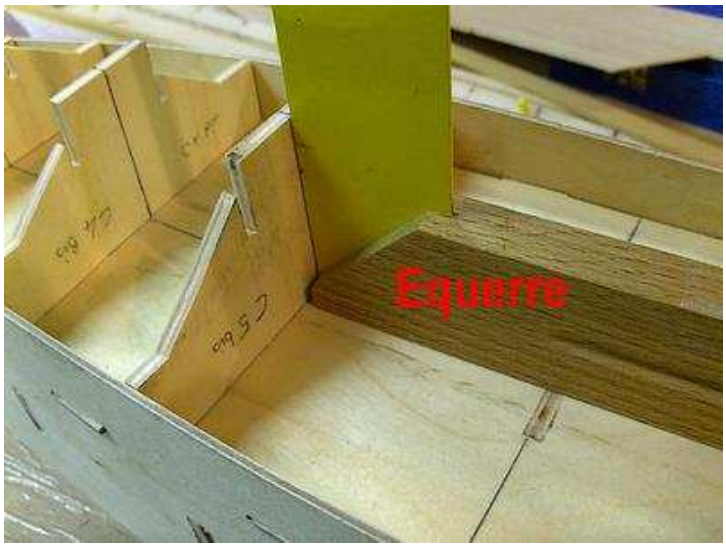


Vous verrez qu'il y a très peu de corrections à faire car le plan de Louis est vraiment très bien fait et sa précision est excellente (bravo et encore merci Louis).



Coller en place les couples C1bis à C10bis en s’aidant d’une équerre.

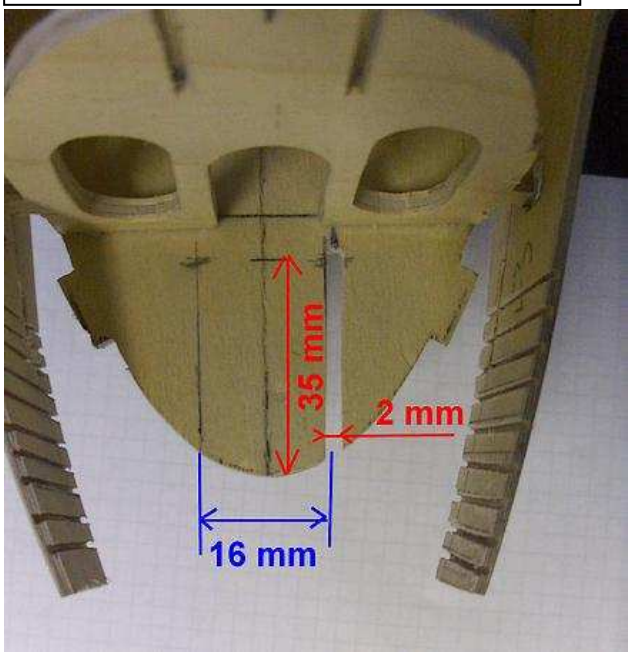




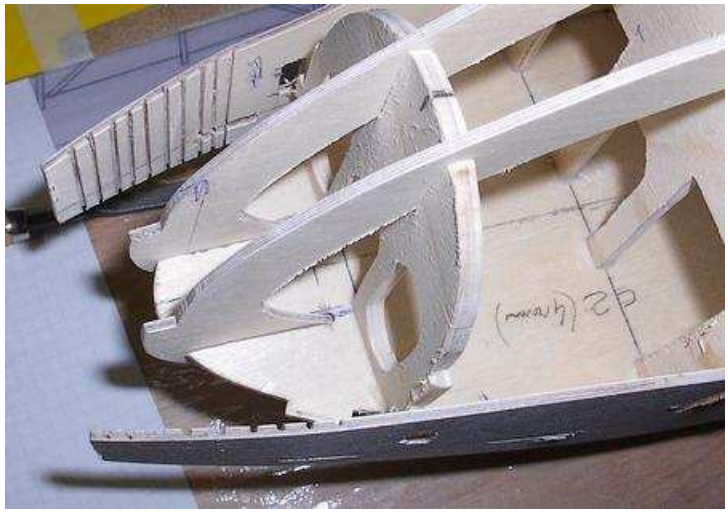
Résultats :

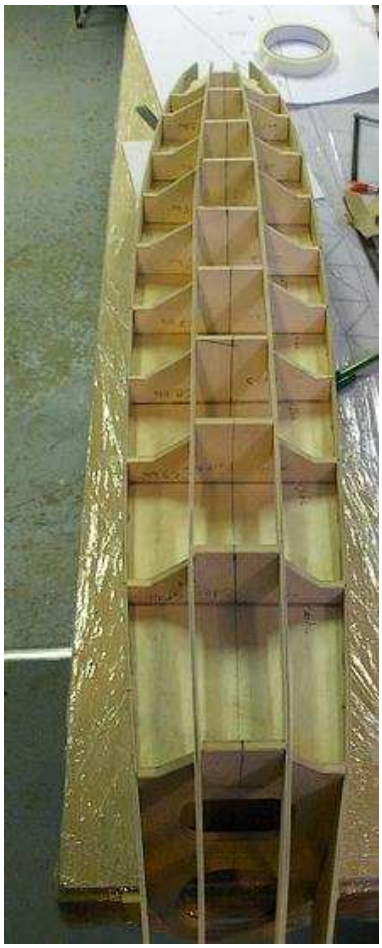
MISE EN PLACE DES 2 QUILLES SUR LE FUSELAGE AVANT :

Louis ayant oublié de faire figurer sur le dessin du plancher (au niveau du nez) les 2 fentes qui permettent l'encastrement des 2 quilles les usiner maintenant.



Présenter les quilles en place.

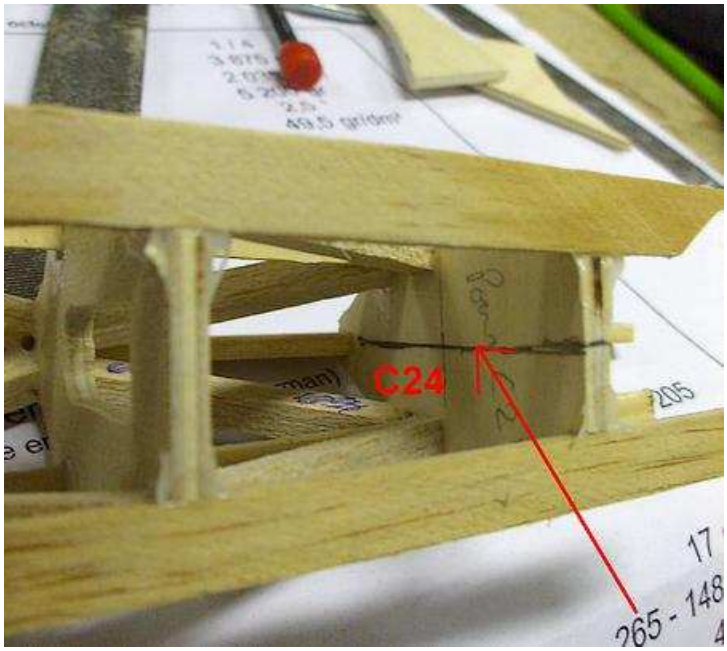




Attention, à l'arrière cela doit avoir une configuration permettant l'encastrement dans le couple C13 lors de l'assemblage du fuselage avant et la partie arrière. Vérifier les ajustement puis coller en place. Laisser sécher.

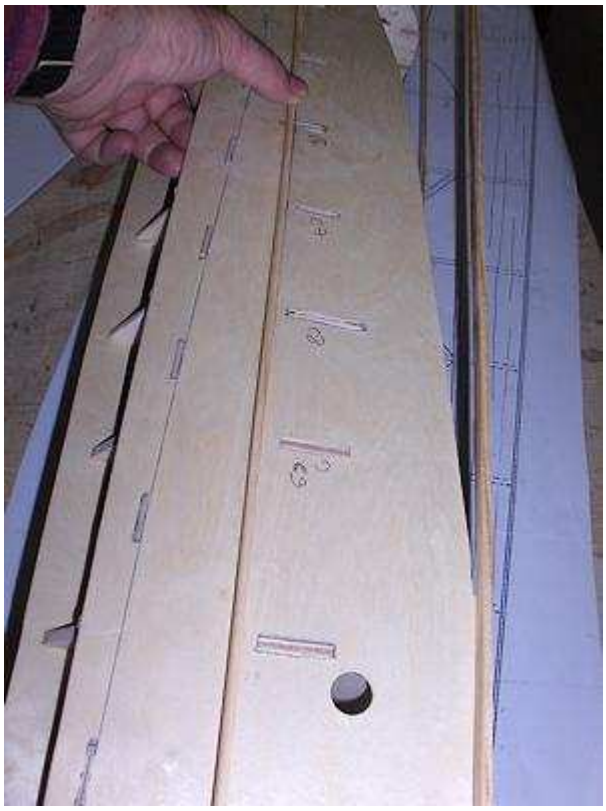
ACCOUPLEMENT FUSELAGE AVANT ET FUSELAGE ARRIERE :

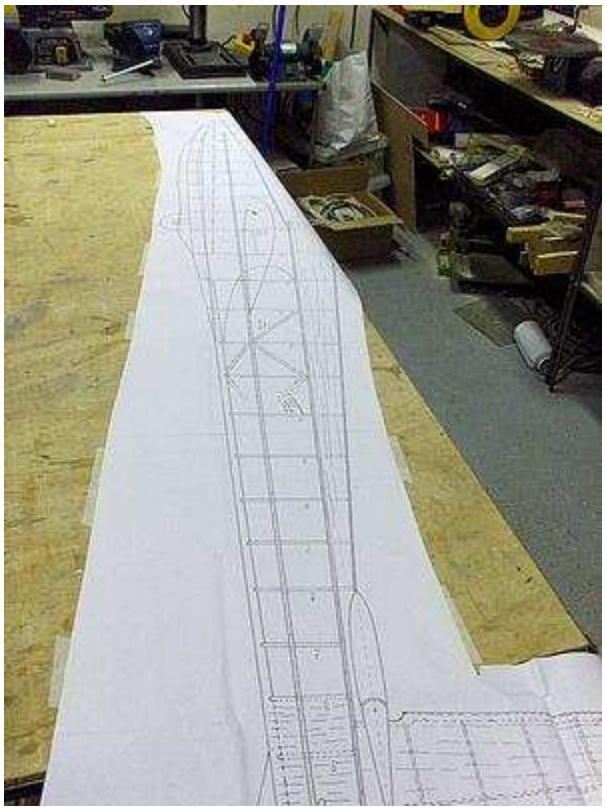
Cette opération est délicate et doit être faite avec patience et minutie car elle détermine la bonne géométrie du fuselage. Voici la méthode que j'ai appliquée :
Vérifier que sur les couples C4, C10 et C24 figure bien la marque de leur axe de symétrie sur la face orientée vers le nez du fuselage.



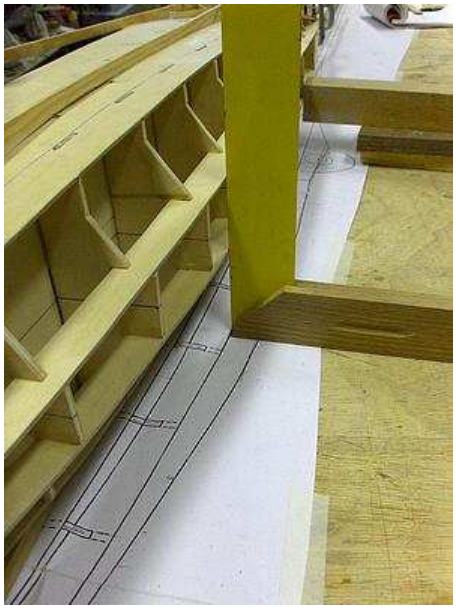
Marquer sur les flancs la trace de la baguette médiane qui courrera au milieu.

Fixer sur le chantier le plan vue de côté du fuselage avec la zone de la cabine près d'un bord.

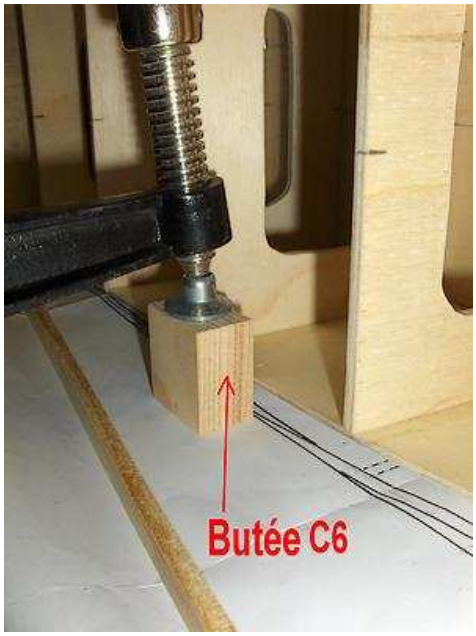




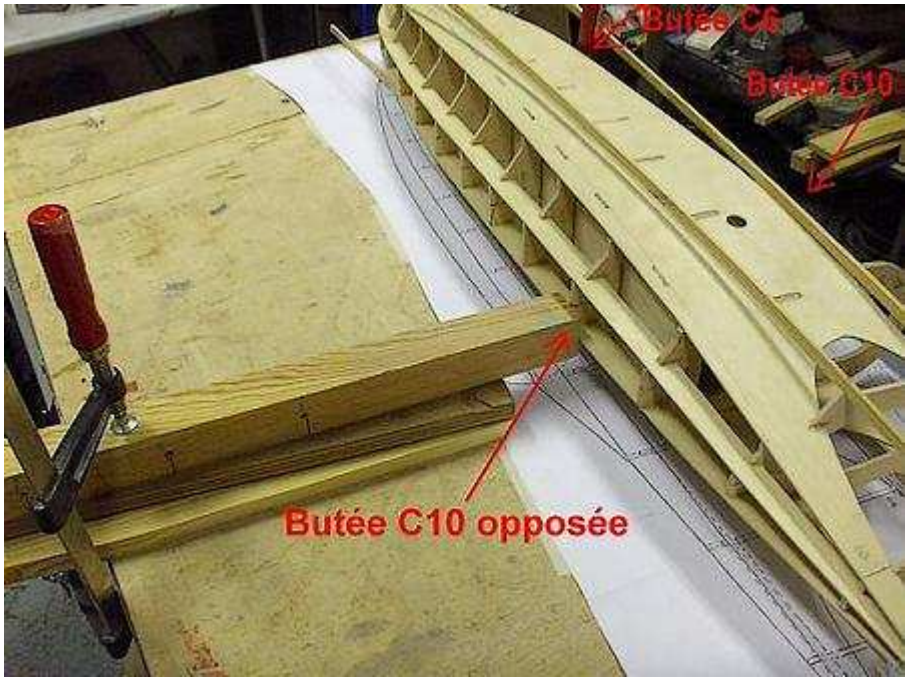
Emmancher les 2 parties de fuselage l'une dans l'autre.
Surperposer alors le fuselage sur son flanc droit sur le plan et le positionner correctement sur le plan en s'aidant d'une équerre.



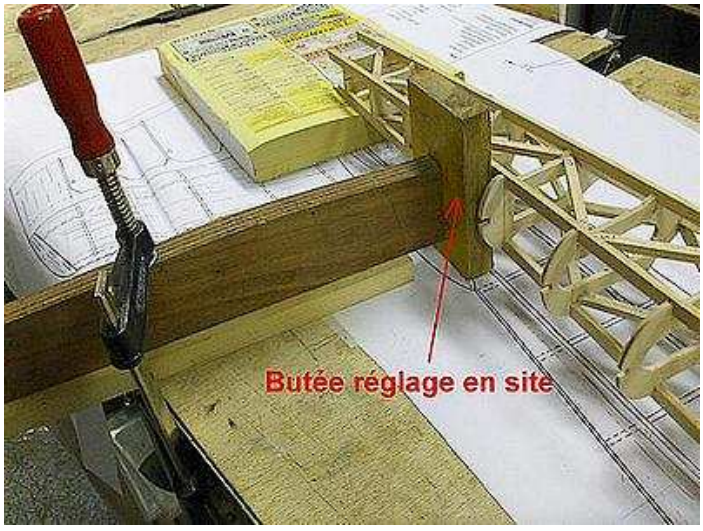
Afin de maintenir le fuselage en position sur le plan, caler avec une butée en C6 et une autre en C10.

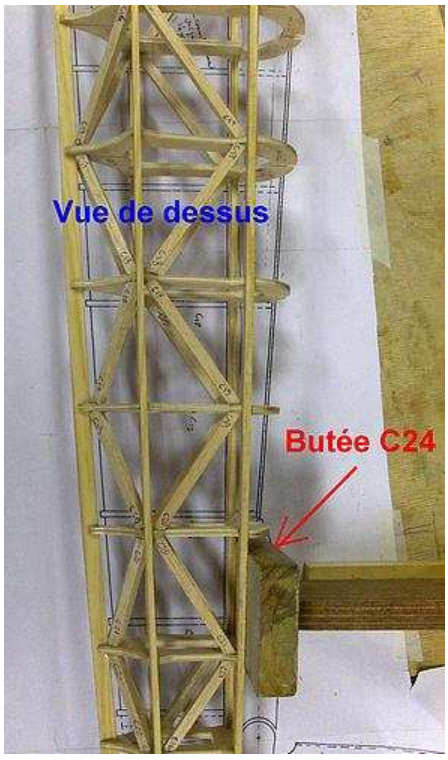


Mettre une autre butée à l'opposé de C10



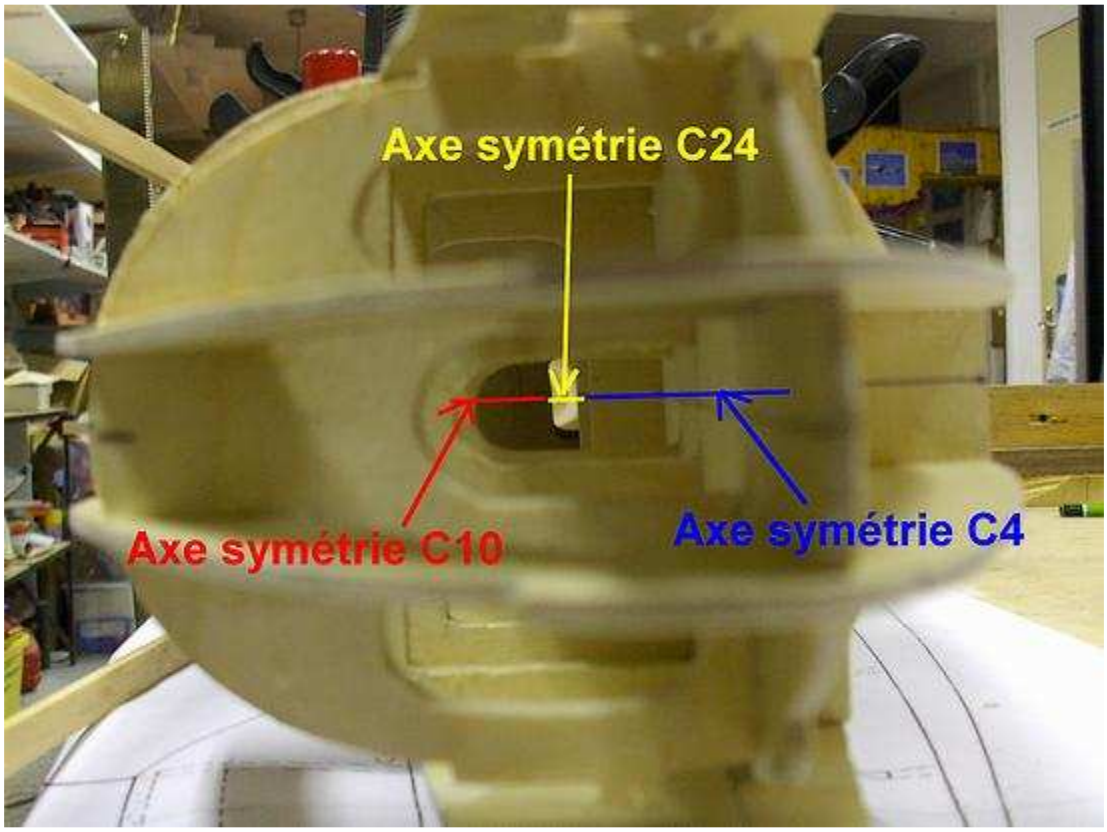
Mettre enfin une dernière butée en C24 et la régler pour que l'arrière du fuselage (au niveau de C24) soit aligné sur le plan.





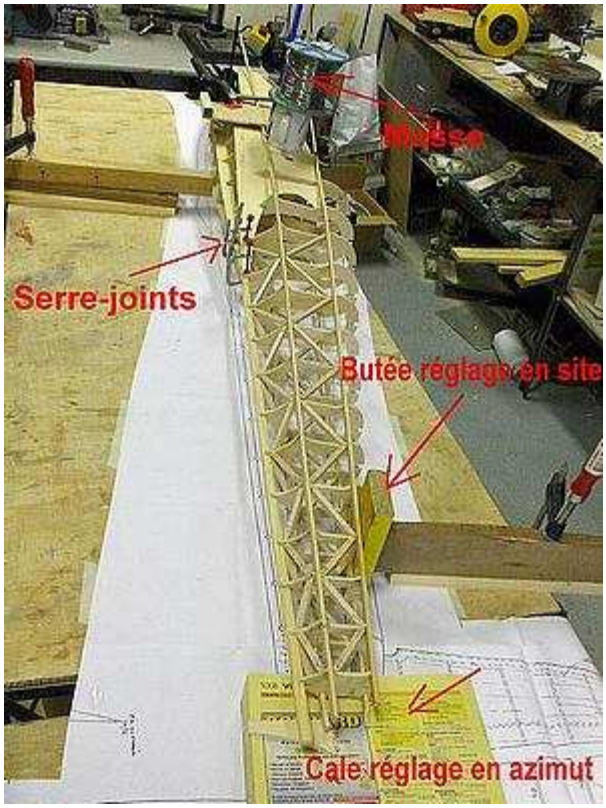
Vous avez ainsi réglé l'alignement du fuselage en site (haut/bas).

Il ne vous reste plus qu'a faire le réglage en azimut (droite/gauche) en mettant une cale (moi un botin de téléphone) sous C24 jusqu'à observer, par une visée optique par le nez à l'intérieur du fuselage, l'alignement des 3 marques de symétrie figurant sur C4, C10 et C24.



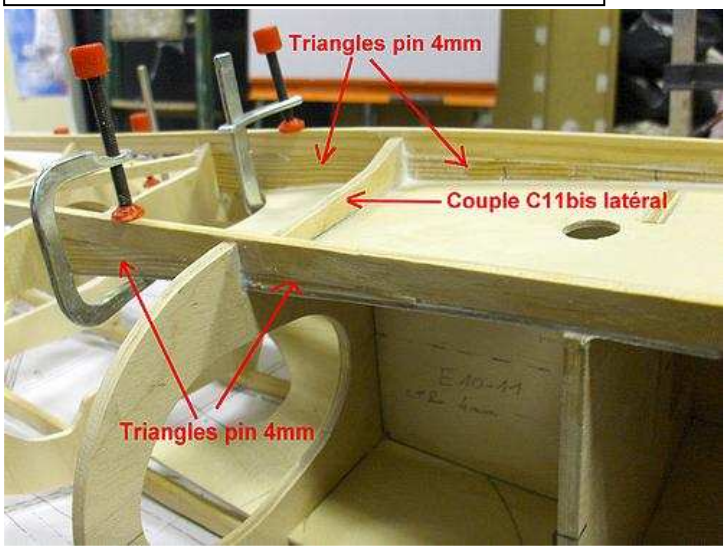
Laisser toutes ces butées et cale en place. Retirer le fuselage et procéder à l'encollage des zones qui vont être en contact. Remettre le fuselage en place entre les butées et cale et revérifier l'alignement sur le plan et les alignements (azimut et site). Remettre de la colle au pinceau dans les zones de collage et des serre-joints aux endroits adhoc.

Voilà ce que cela donne.



Laisser bien sécher en position.

Mettre ensuite sur le flanc gauche le couple latéral C11bis et combler avec des triangles (utiliser le reste de la baguette pin ayant servit à la réalisation du longeron de renfort d'emplanture de l'aile (baguette pin 4x18) les espaces entre baguettes latérales et le flanc CTP.



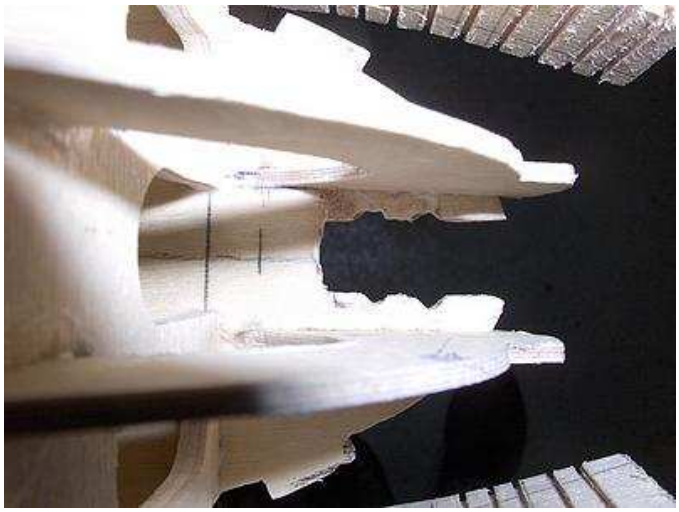
Coller en place le croisillon en baguette balsa 6x6 entre C12 et C13

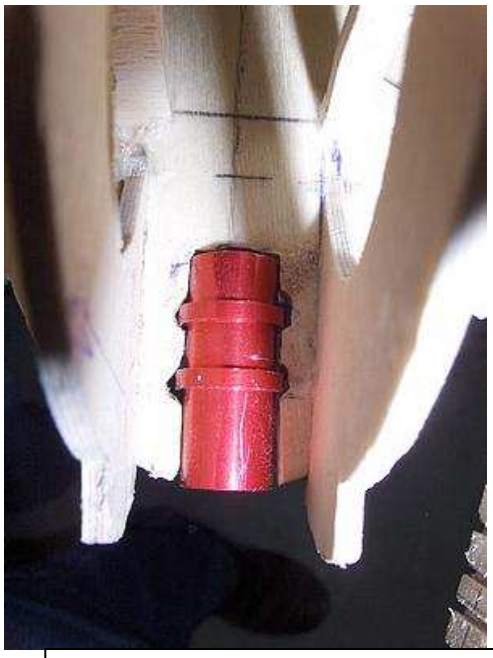
Une fois cela sec, vous pouvez retirer le fuselage de son montage et coller sur le flanc droit la baguette médiane courant sur le flanc, le croisillon balsa 6x6, l'autre couple C11bis et les triangles en pin.

Voilà une tâche difficile et importante de faite.

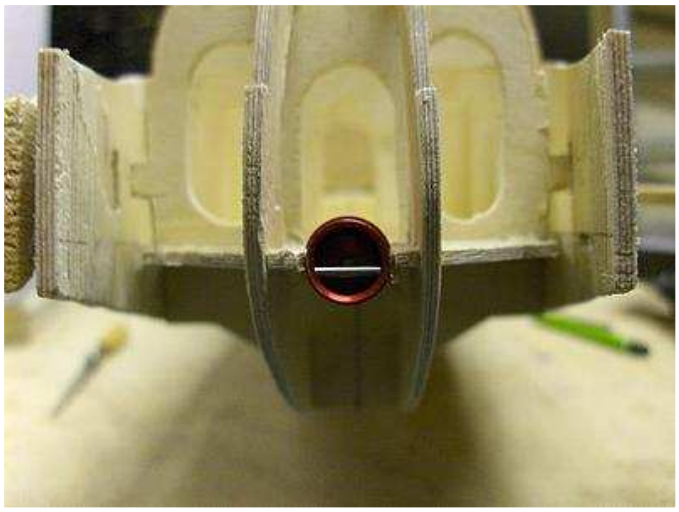
FUSELAGE SUITE :

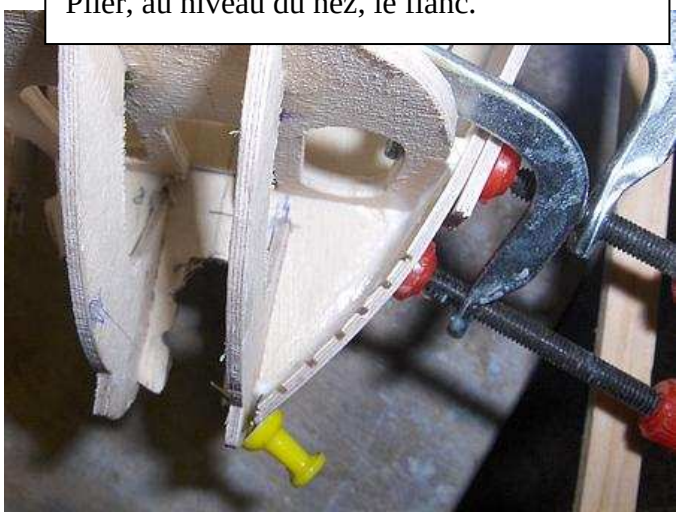
Préparer au niveau du nez l'encoche pour votre crochet de remorquage.





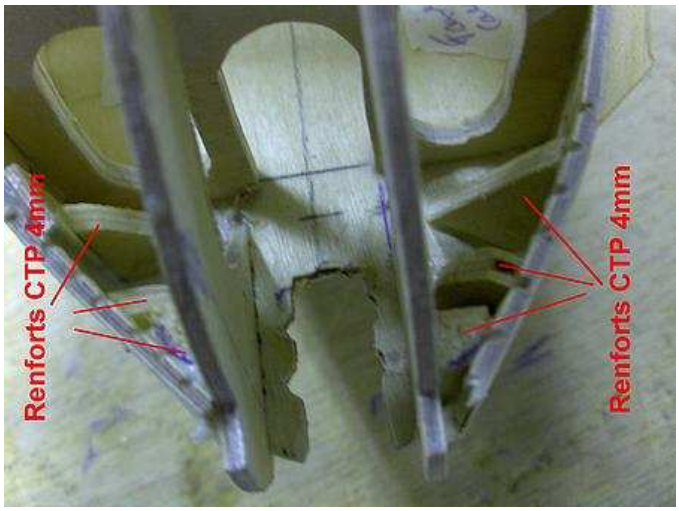
Plier, au niveau du nez, le flanc.

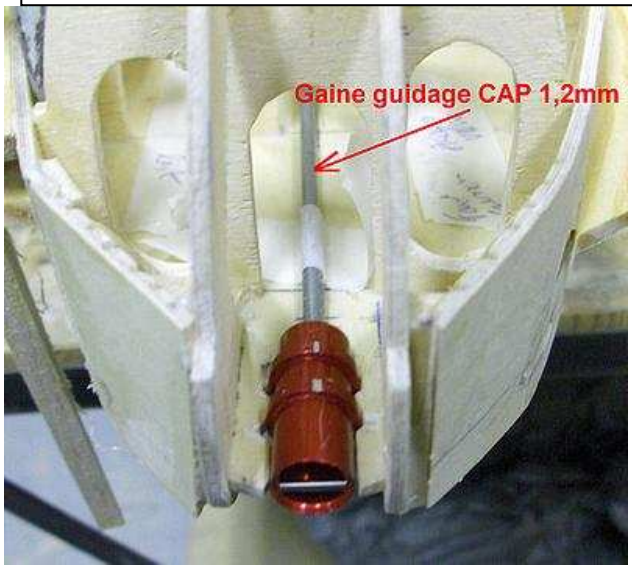




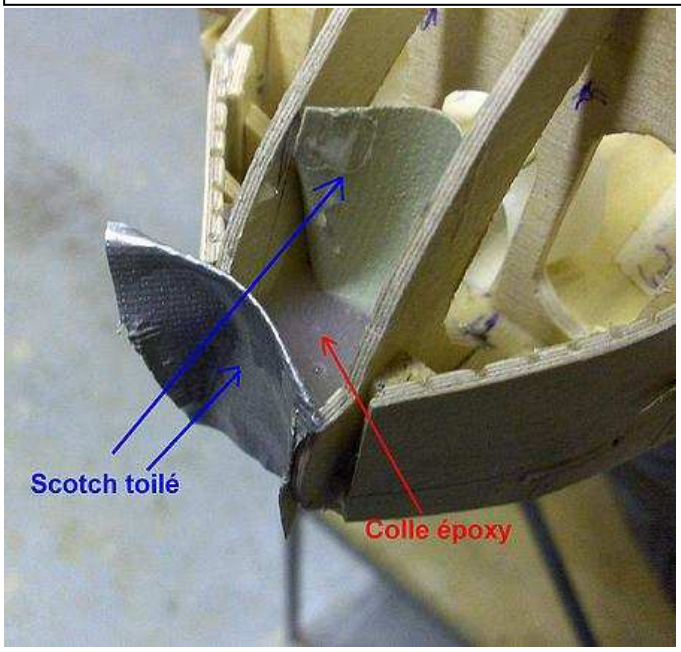
Fixer à la colle cyano dans le crochet la gaine de guidage de la corde à piano 1,2 mm.

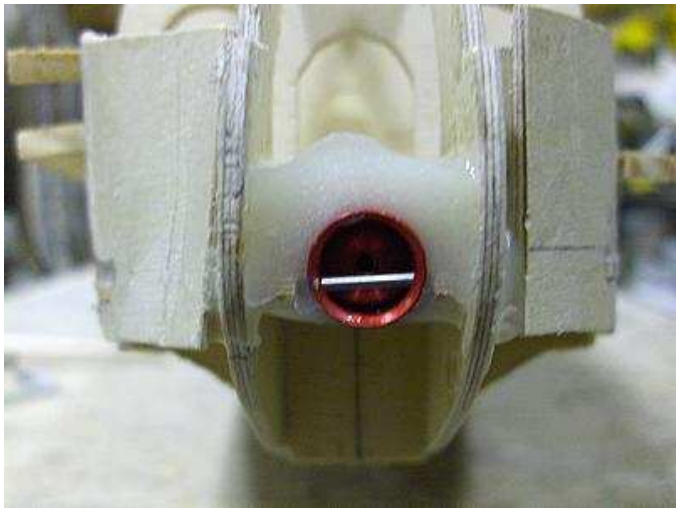
Rajouter quelques renforts en CTP 4 mm





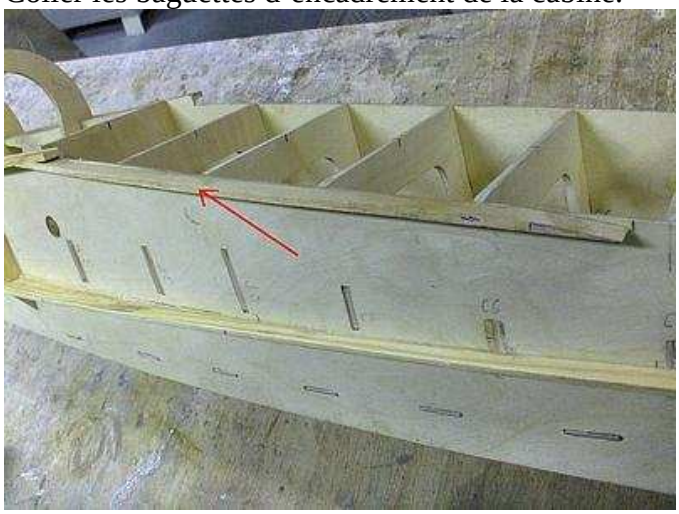
Mettre en place le crochet et mettre une première couche de colle époxy de chaque côté. Une fois ces collages durcis, avec un scotch toilé faire un pseudo coffrage au dessus du crochet et le remplir de colle.





Coller (colle blanche) les baguettes latérales en pin du fuselage. Afin de faciliter le pliage entre C3 et C1, humidifier cette zone avec de l'eau 5 minutes avant le collage.

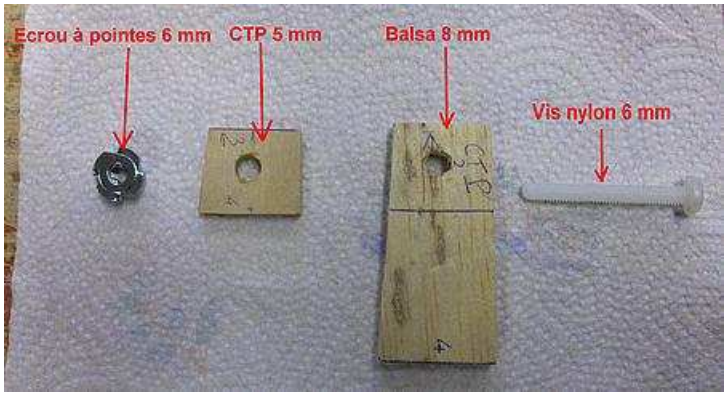
Coller les baguettes d'encadrement de la cabine.

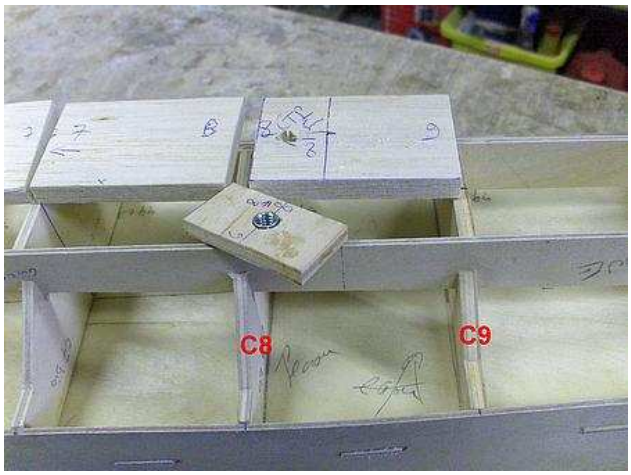


Voici le résultat :

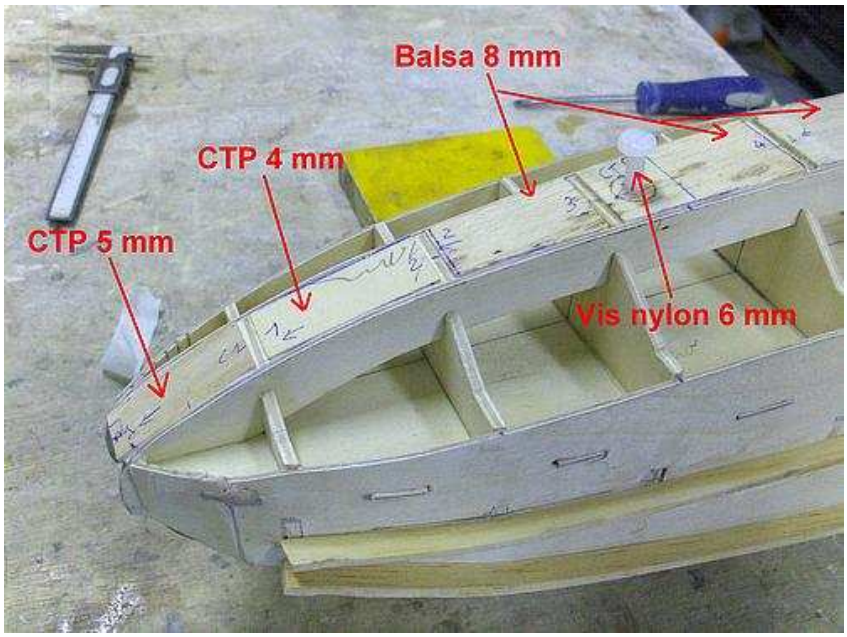
QUILLE :

La quille du fuselage doit être comblée avec du balsa dur. Sachant que j'ai opté pour une fixation du patin sur la quille par 2 vis nylon de diamètre 6 mm, j'ai prévu au niveau de la quille 2 écrous fixés sur une platine en CTP 5mm.





Coller ces pièces en place.

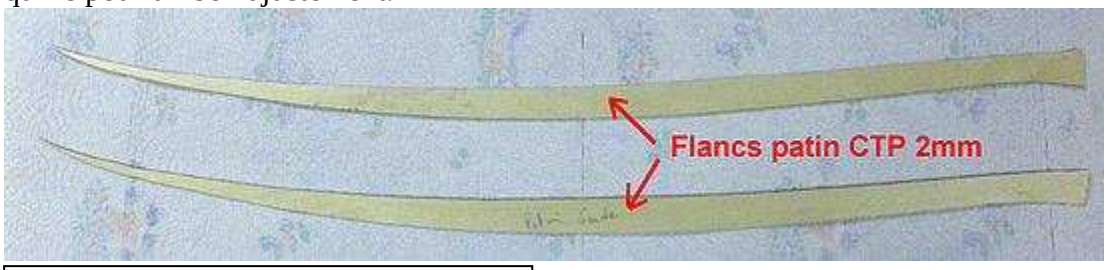


Préparer les morceaux de balsa dur en 5 mm d'épaisseur (sauf entre C1/C2 où j'ai mis du CTP 4 mm et entre C1/nez où j'ai mis du CTP 5 mm) ainsi que les 2 platines en CTP 5 mm pour la fixation des écrous à pointes 6 mm (1 support contre C3 entre C3/C4 et 1 support contre C8 entre C8/C9). Ne rien mettre entre C9 et C10 car c'est là que viendra prendre place la roue.

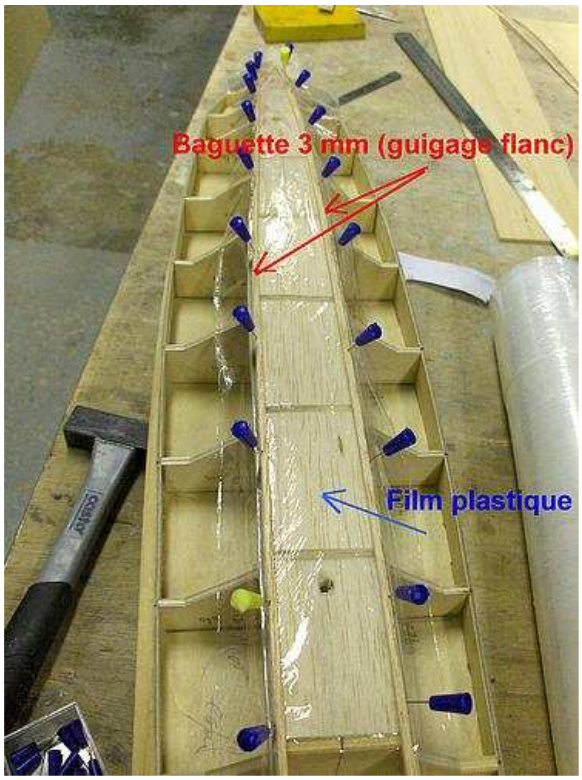
PATIN :

Le patin est constitué de 2 flancs en CTP 2mm garnis avec du balsa dur puis recouvert d'une tôle en aluminium d'épaisseur 1 mm (surface en contact avec le sol). Louis m'a indiqué que le patin était de section rectangulaire avec un retrait de quelques mm par rapport au bord de la quille. J'ai opté pour un retrait de 4 mm de chaque côté mais je ne sais pas si c'est la bonne valeur !

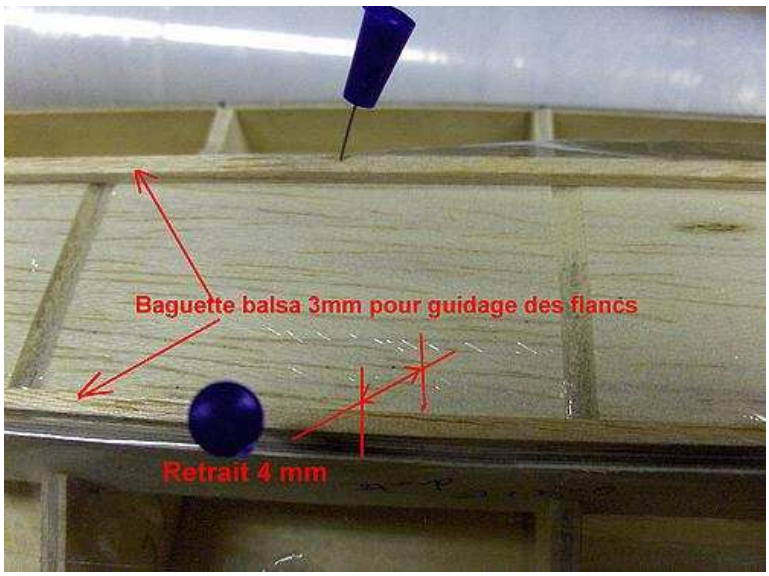
Découper dans du CTP 2 mm les 2 flancs du patin suivant le plan. Ajuster le profil en contact avec la quille pour un bon ajustement.



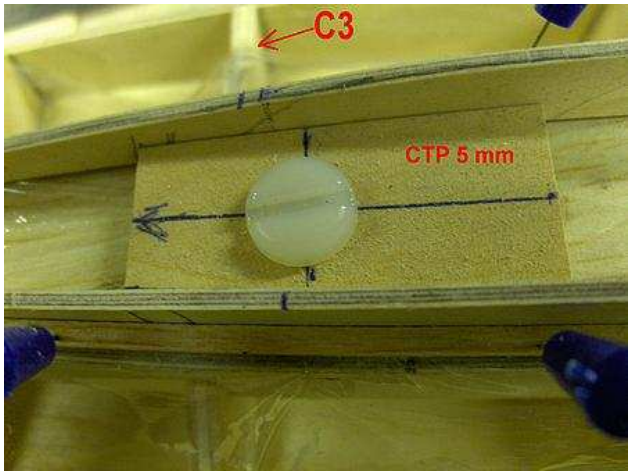
Recouvrir la quille d'un film plastique.



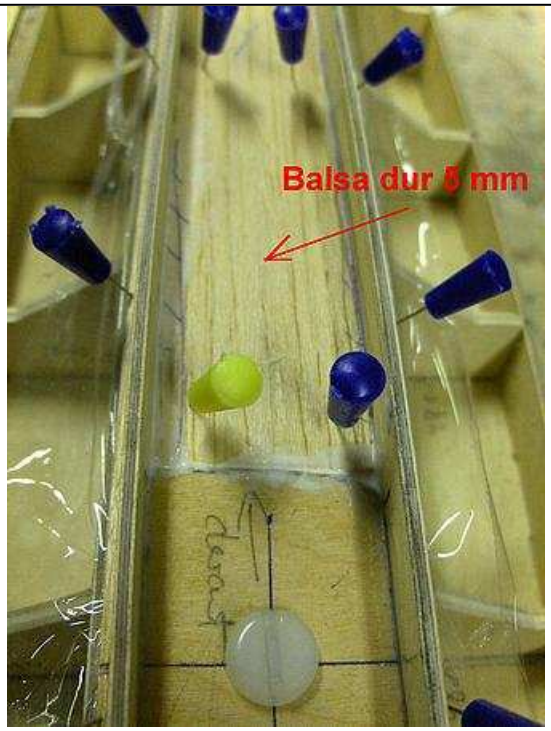
Afin de guider latéralement le positionnement des flancs du patin, épingler sur le bord de la quille une baguette de balsa qui réglera précisemment le retrait de 4 mm (ou celui de votre choix).



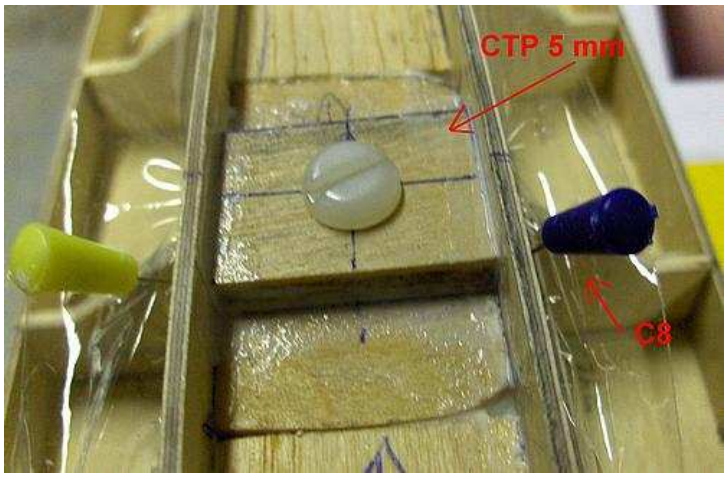
Préparer au niveau de C3 et C8 les 2 platines CTP 5 mm percées au diamètre 6,5 en regard des trous faits dans la quille. Procéder au collage (les 2 flancs et les 2 platines CTP) et maintenir en vissant les vis nylon.



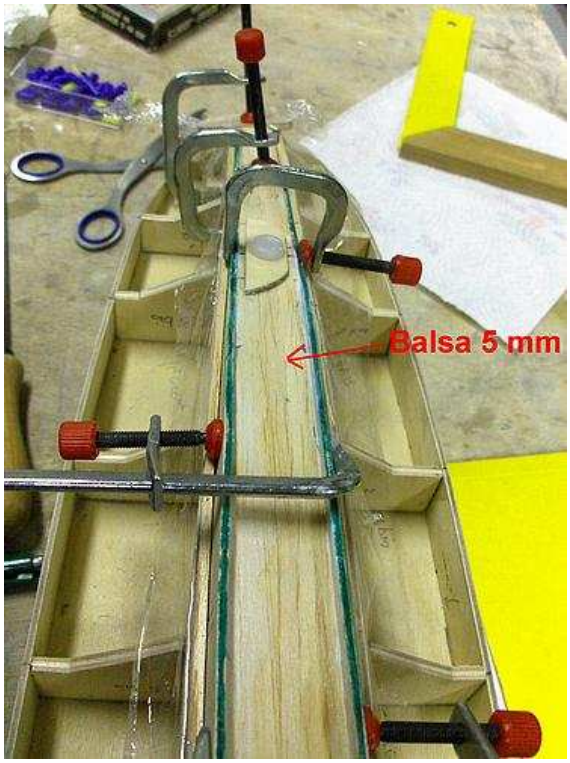
Coller une première couche de balsa dur 5 mm



Au niveau de C8 rajouter un petit morceau de CTP épaisseur 5 mm comme renfort.

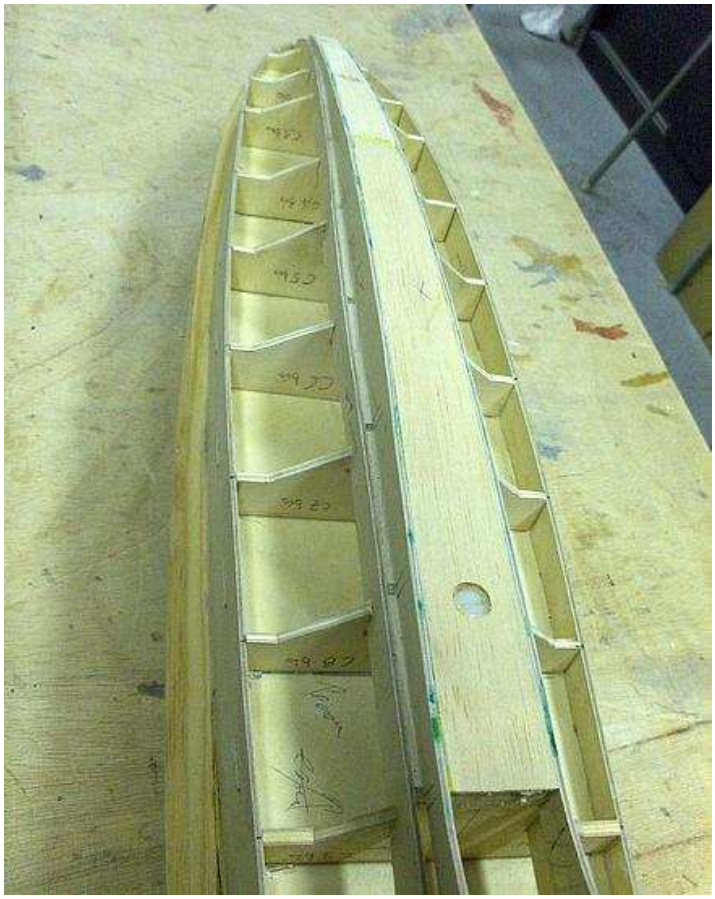


Coller une deuxième couche de balsa 5 mm



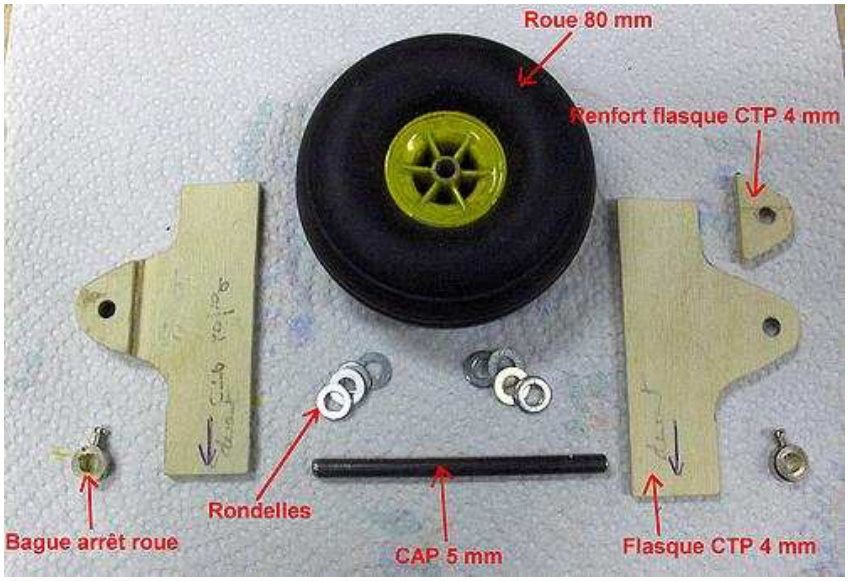
Coller une troisième couche balsa 5 mm et finir par du balsa 3 mm.

Une fois l'ensemble sec, poncer.Voici le résultat du patin (sans sa tôle alu d'épaisseur 1mm qui sera collée ultérieurement) :



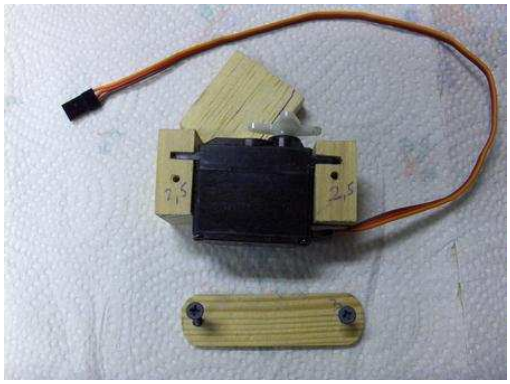
ROUE :

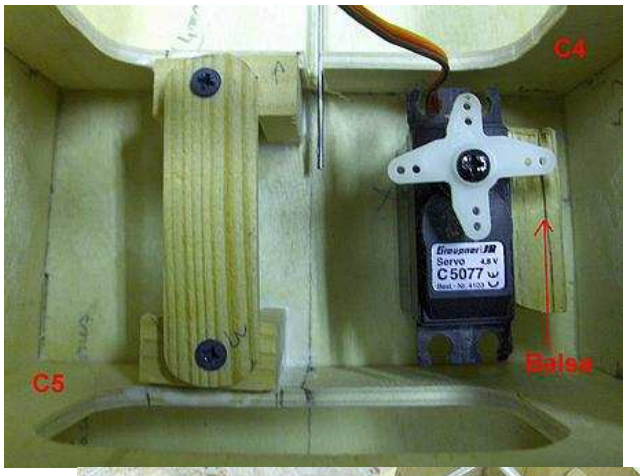
Préparer les éléments pour le montage de la roue (les flasques de roues en CTP 4 mm et la roue ne seront fixés que plus tard après la mise en croix car cela génerait le maintien du fuselage sur le chantier). Le carénage arrière fixe de la roue sera également construit plus tard.

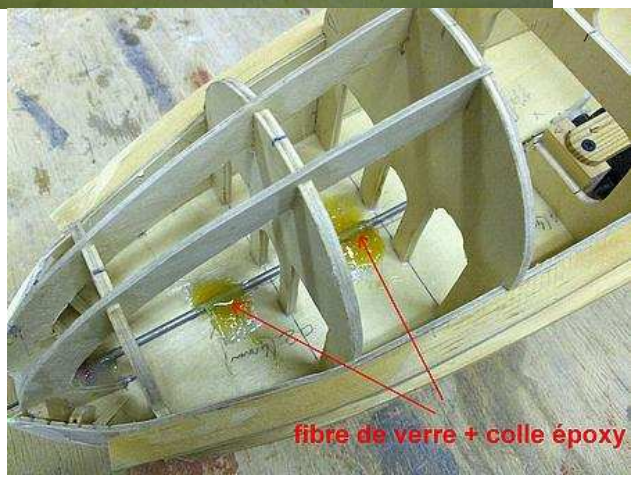


Pendant ce temps la deuxième aile (aile droite) avance.

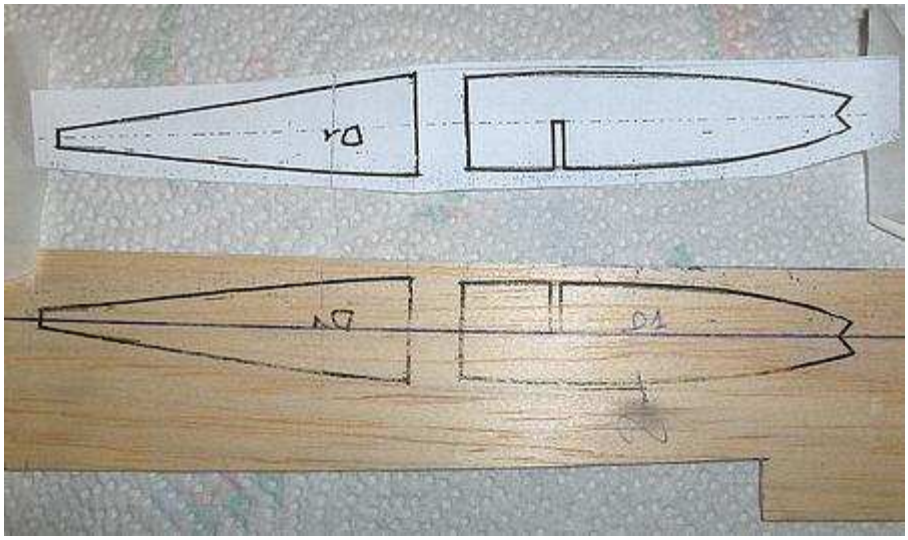
Servo crochet de remorquage :
J'ai mis le servo de commande du crochet de remorquage (graupner C5077) entre C4 et C5 afin qu'il reste accessible une fois que le coffrage du nez sera construit. La fixation est faite par 2 guides rainurés prélevés dans un tasseau de pin collés dans le fuselage, un bout de planchette balsa fixé au double-face sur le servo pour régler la hauteur du servo. L'ensemble est maintenu en place par une baguette de pin (chute du longeron de renfort d'emplanture de l'aile dont le terme exact est en fait "barre de traînée") fixée par 2 vis à bois de 3 mm. Enfin la gaine de guidage de la CAP 1,2 mm est maintenue sur le plancher par 2 zones de collage fibre/colle époxy.



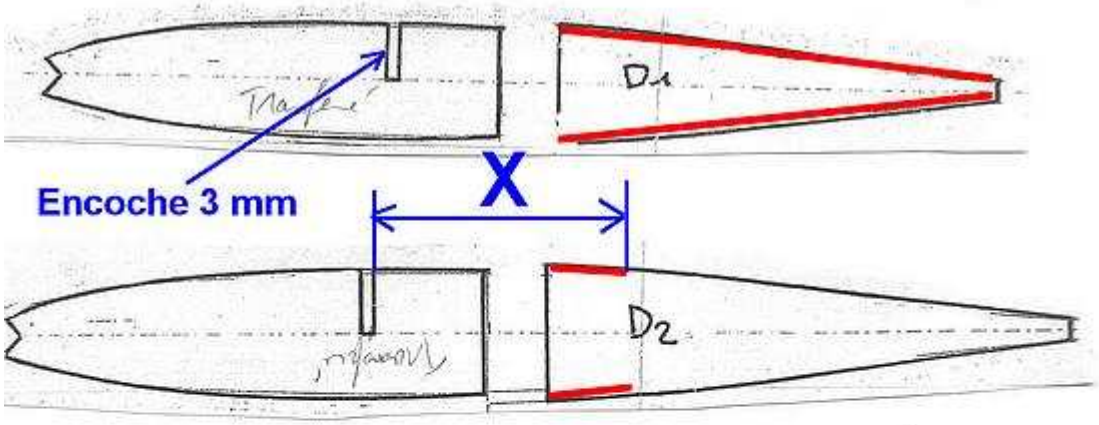


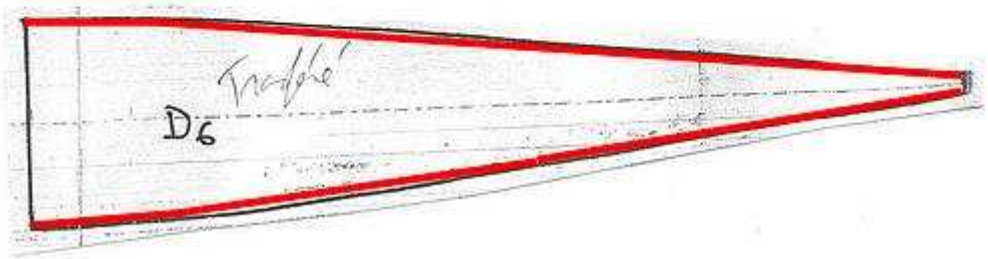


Dérive :
Les nervures D1 à D6 sont en balsa 2 mm. Transférer leur dessin sur le balsa 2 mm par la méthode de la photocopie chauffée au fer à repasser. Bien penser à tracer les axes de symétrie.

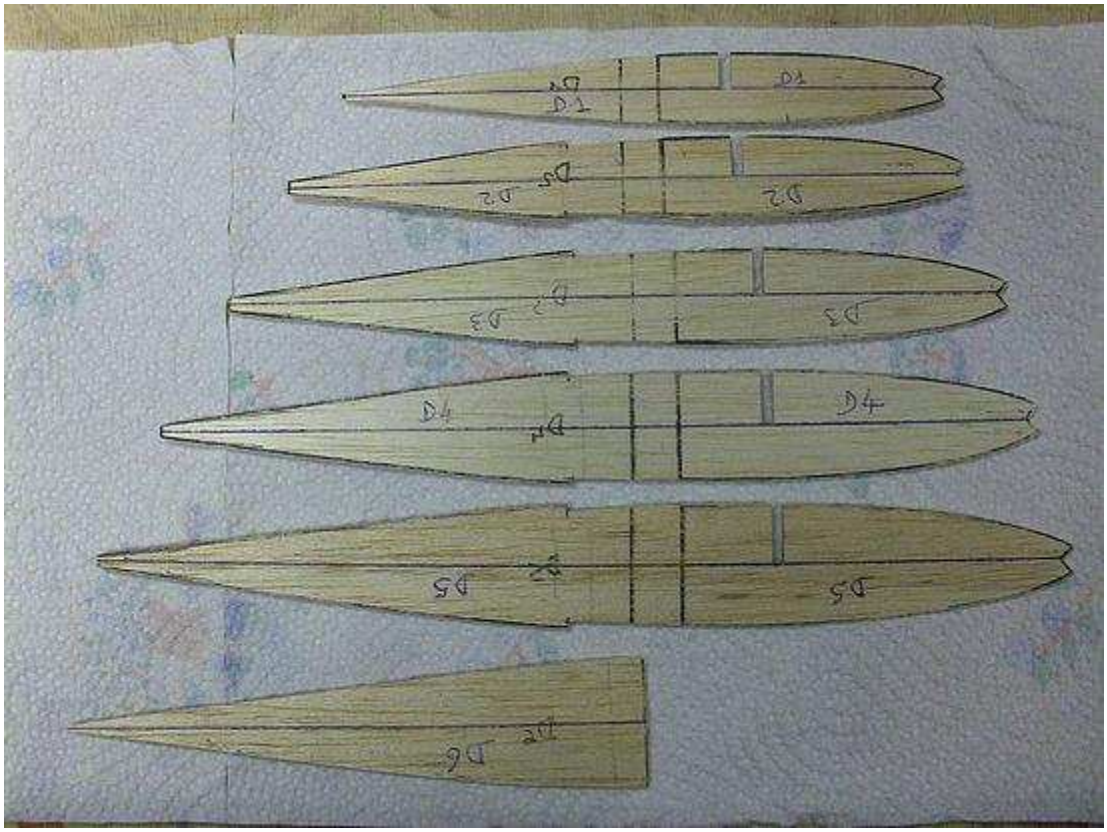


Sur les nervures D2 à D5 couper en plus une zone de 1,5 mm pour le coffrage côté partie mobile (zone en rouge sur le dessin ci-après). Les valeurs de la cote X sont les suivantes :
pour D2 X = 46 mm, D3 50 mm, D4 53 mm, D5 56 mm. Sur D1 enlever 1,5 mm sur toute la partie arrière. Sur D6 1,5 mm sur toute la nervure.
Faire les encoches de 3 mm de large pour l'encastrement du longeron et découper au BA la place pour la baguette balsa 5X5.

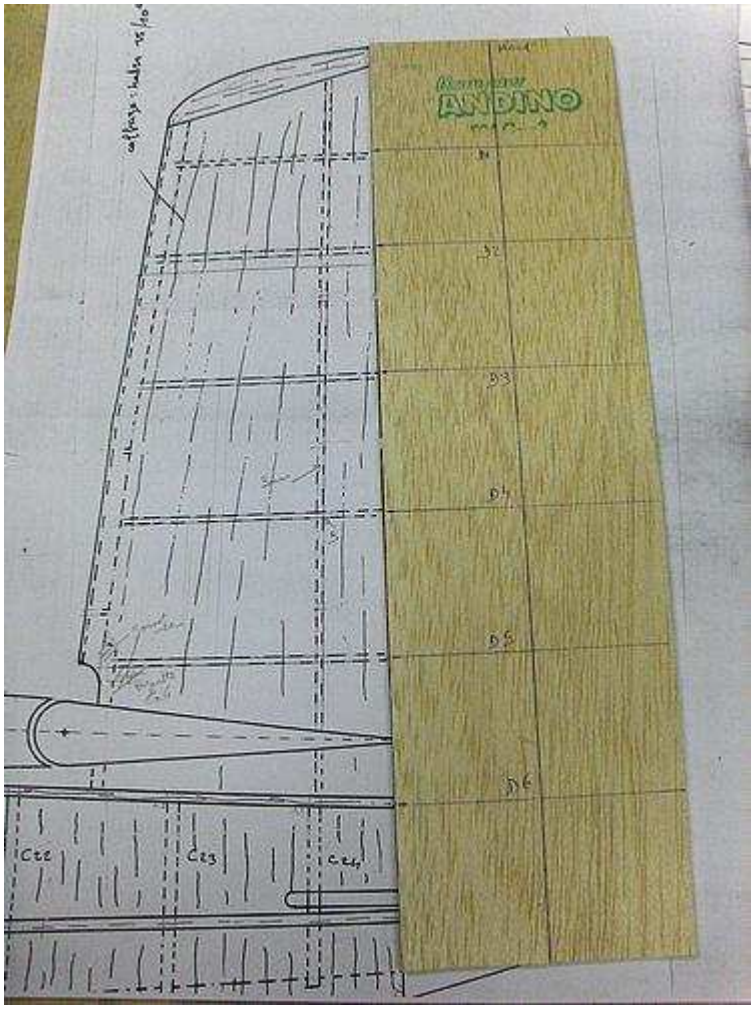




Voici les nervures découpées :

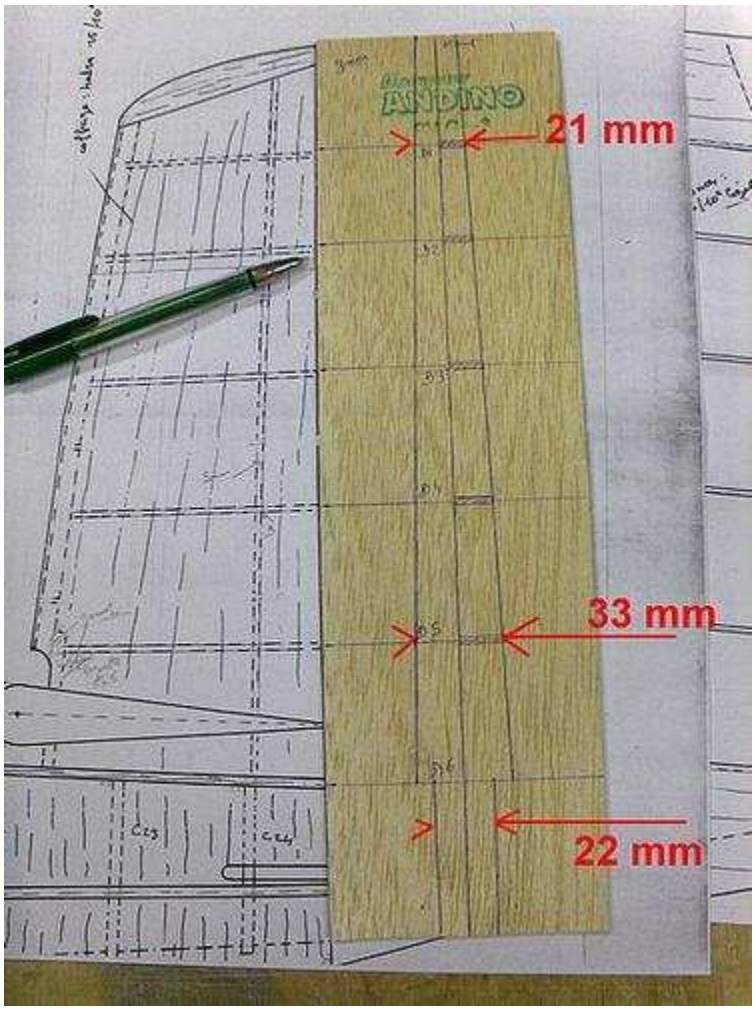


Préparer le longeron de dérive dans du balsa 3 mm. Pour cela tracer l'axe de symétrie sur la planchette puis reporter, en s'aidant du plan, l'emplacement des nervures D1 à D6.

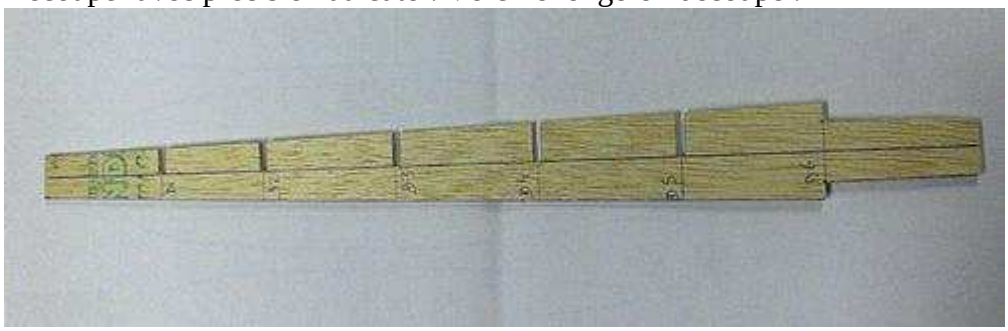


Au niveau de D1 tracer la cote de 21 mm et au niveau de D5 la cote de 33 mm. Tracer les 2 droites passant par ces points entre D1 et D6. Au niveau de D6 abaisser la cote de 22 mm (c'est cette dernière

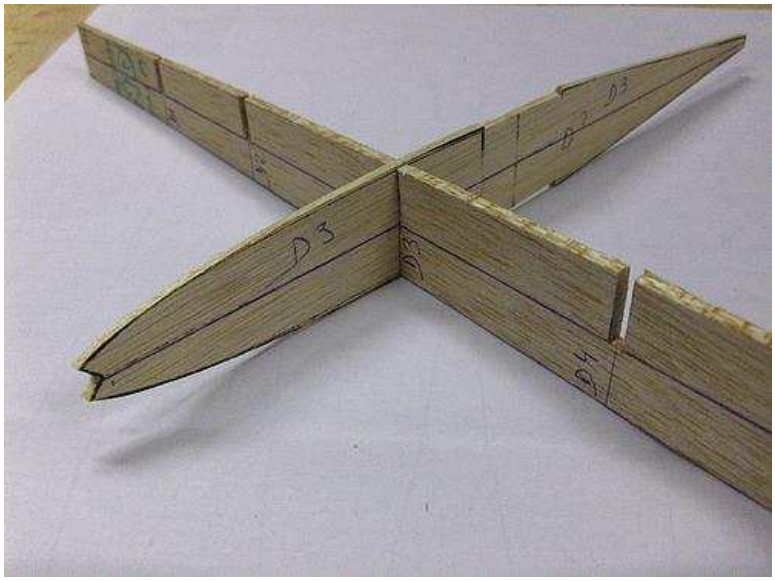
partie qui viendra s'encastrer dans l'arrière du fuselage au niveau du couple 24). Tracer ensuite sur D1 à D5 les demi-encoches de 2 mm de large pour l'encastrement des nervures.



Découper avec précision au cuter. Voici le longeron découpé :

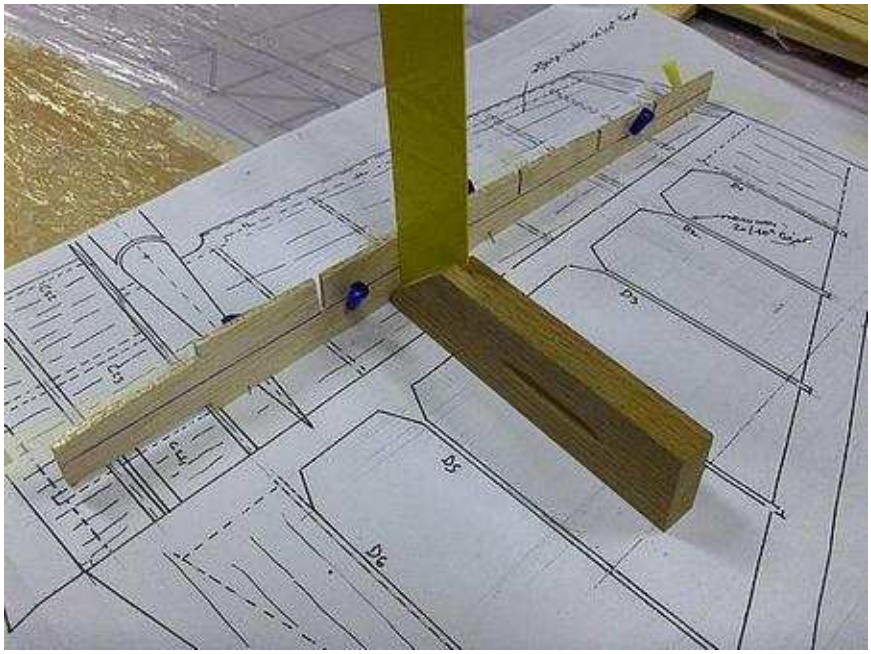


Vérifier le bon encastrement des nervures.

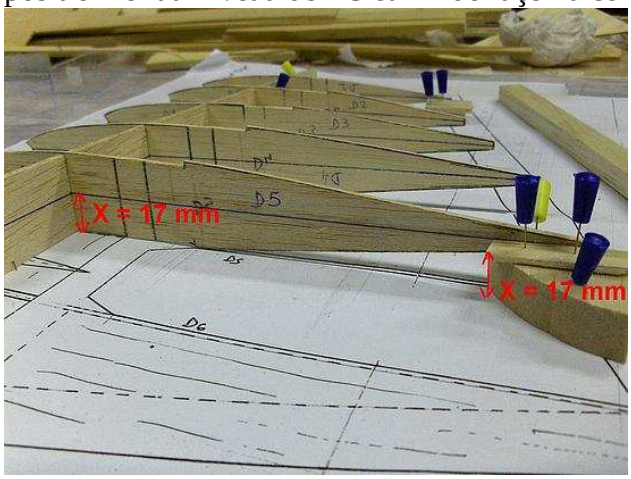


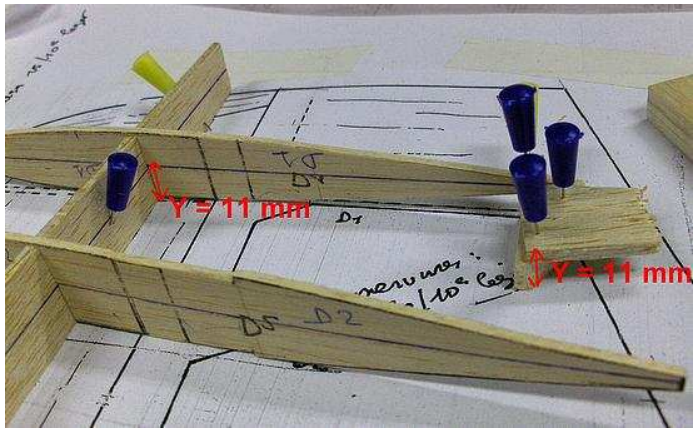
Construction dérive suite + patin en aluminium du fuselage.

- Construction dérive suite :
Mettre le plan de la dérive sur le chantier. Epingler le longeron bien perpendiculaire.

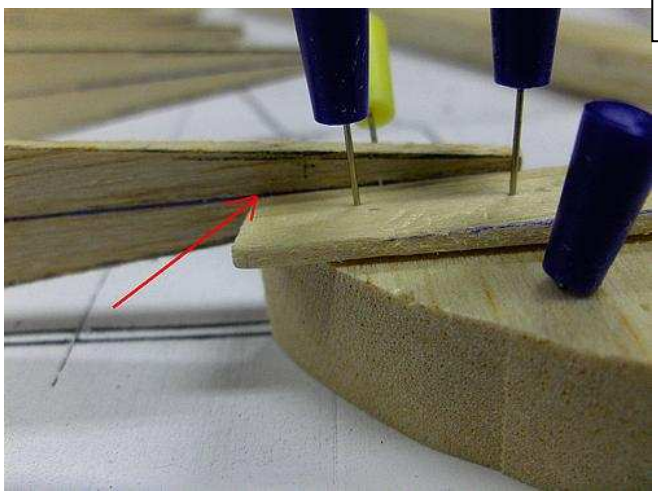


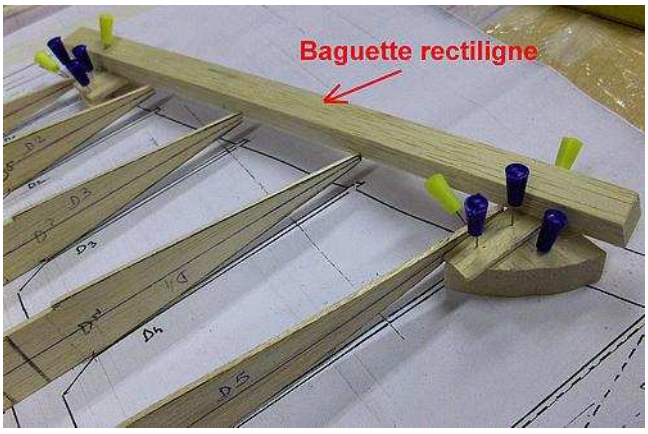
Afin de s'assurer du bon calage des nervures, préparer 2 cales de cote X =17 mm et Y = 11 mm et les positionner au niveau de D5 et D1 de façon à ce qu'elles tangentent l'axe de symétrie des nervures.



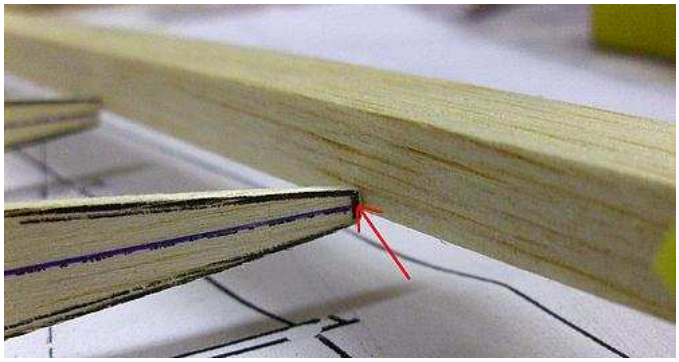


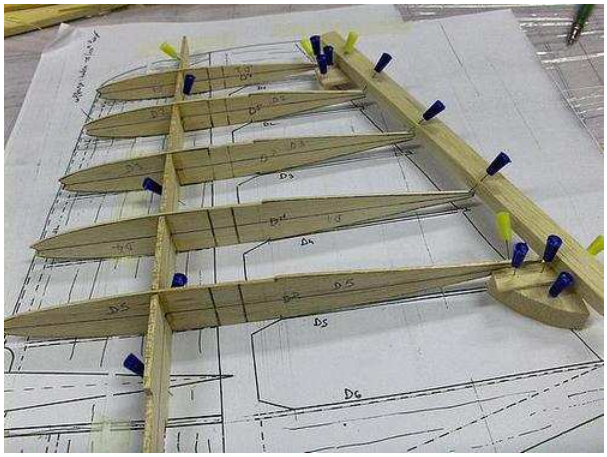
Fixer avec des épingles sur ces cales une baguette balsa faisant office de règle.



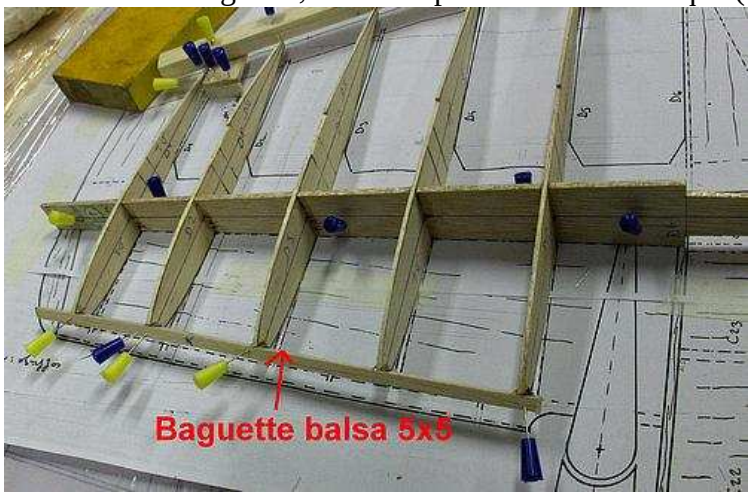


Coller en place les nervures sur le longeron en s'assurant de leur bon positionnement au niveau du bord de fuite.

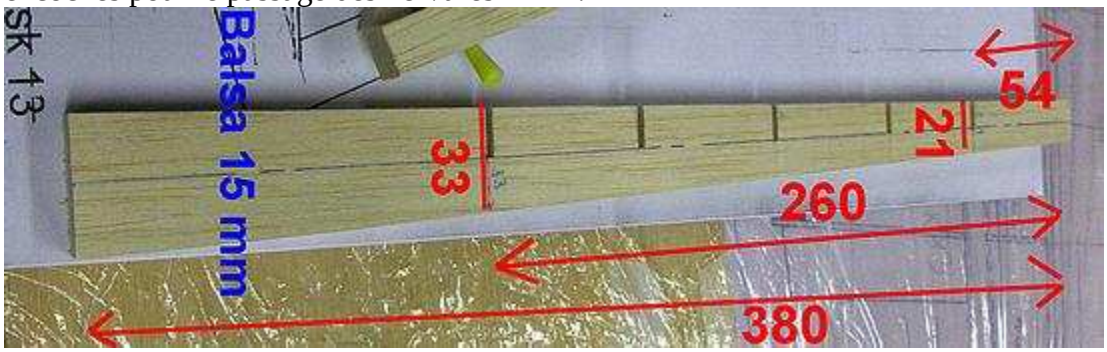


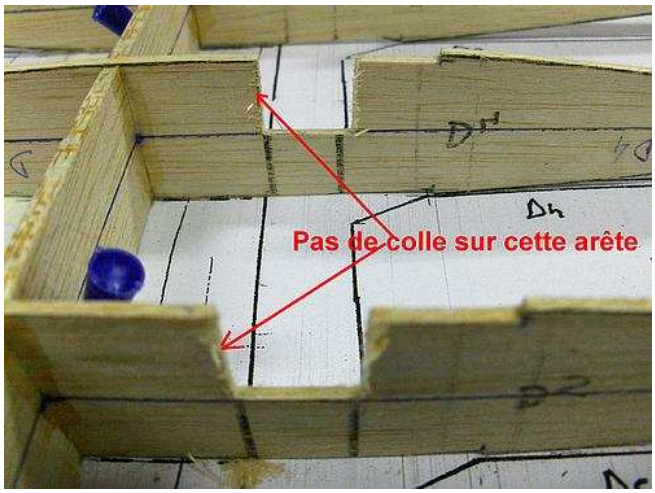


Une fois ce collage sec, coller en place le bord d'attaque (baguette balsa 5x5).



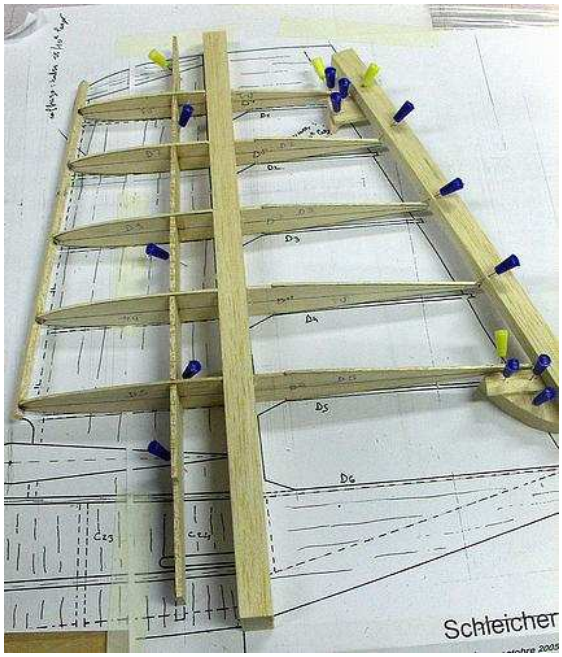
Dans une planchette balsa 15 mm découper le longeron du volet mobile suivant dessin avec les demi-encoches pour le passage des nervures 2 mm.

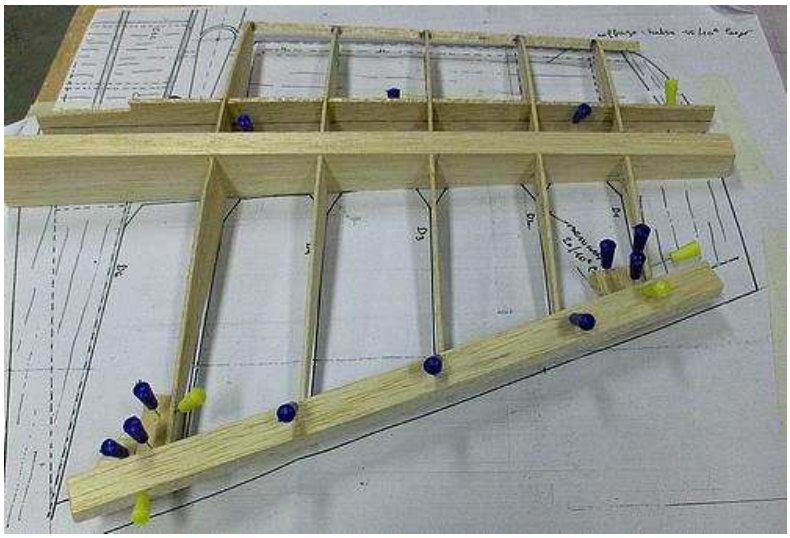


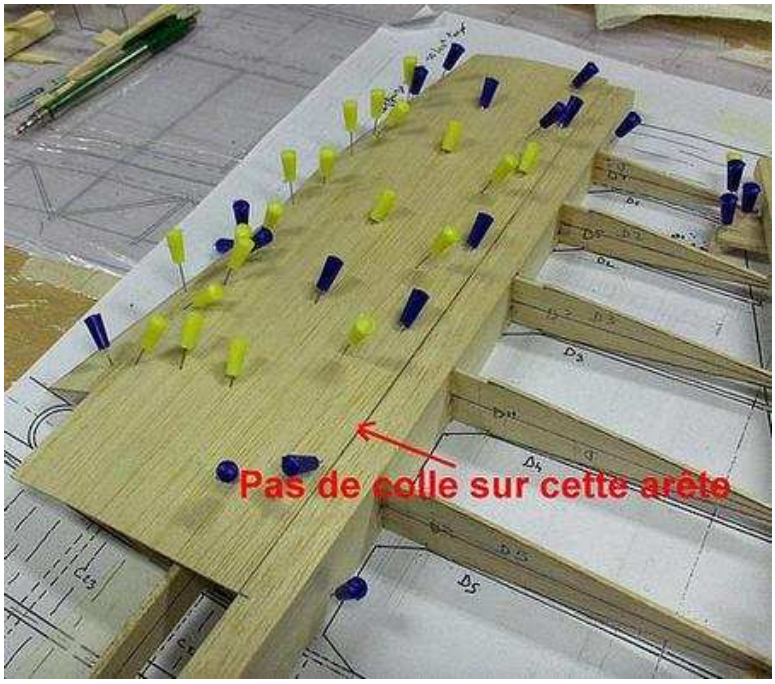


Au niveau des nervures découper les encoches qui vont recevoir le longeron.

Coller ce longeron en évitant de mettre de la colle aux endroits indiqués (car on coupera de toute façon à ce niveau ultérieurement).

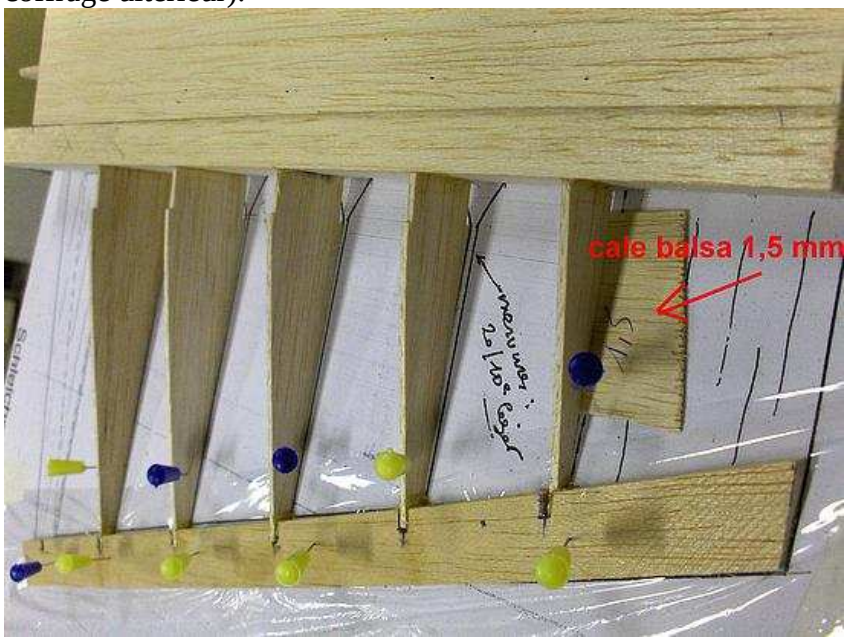






Une fois ce collage sec, mettre en place le coffrage balsa 1,5 mm sur la plan fixe en l'alignant sur le bord du longeron balsa 15 mm (mais sans collage à ce niveau).

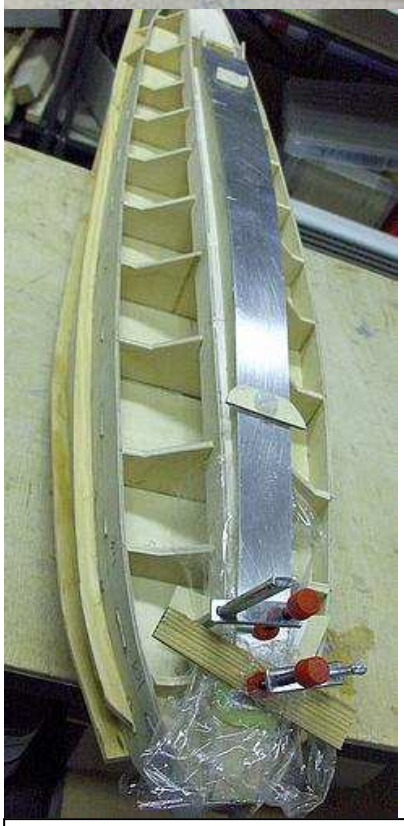
Une fois les collages secs, "désépingler" la dérive du chantier et la "réépingler" de façon à ce que l'arrière des nervures soit en contact avec le chantier. Glisser sous D1 un bout de balsa 1,5 mm (en prévision du coffrage ultérieur).



Préparer suivant dessin les encoches dans le bord de fuite balsa 20x5 symétrique et le coller en place.

Patin en alu du fuselage:

Le patin en alliage d'aluminium a été découpé à la cisaille dans un tôle en Duralumin (Dur Aluminium AU4G) de 0,8 mm d'épaisseur en laissant de chaque côté une marge de 1 mm.



Après avoir percé les trous de passage de la tête des vis nylon 6 mm, le patin a été collé à la colle époxy uniquement sur les bords au niveau du CTP 2 mm. Ceci permettra, cette pièce étant une pièce d'usure, de la changer plus facilement en chauffant les bords avec un fer à repasser ou fer à souder afin de ramollir la colle.

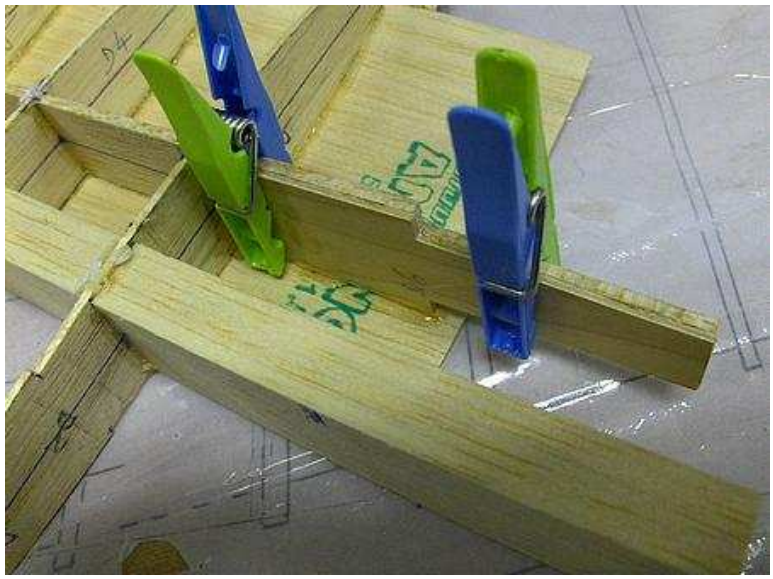
Une fois le collage sec, à l'aide d'une lime enlever le surplus de matière.

Voici le résultat :

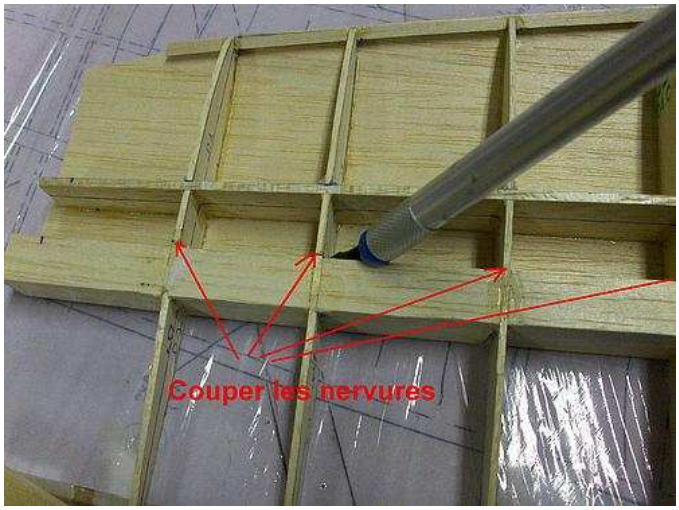
Comme devant, la tôle avait tendance à "rebiquer", j'ai rajouté au niveau du nez une fixation supplémentaire (vis à bois de 3 mm).

Construction dérive et gouverne suite :

Comme préconnisé par Louis, préparer dans du CTP 2 mm (ou moins) un renfort pour la partie basse de l'âme de la dérive (qui viendra s'encastrer dans l'arrière du fuselage au niveau de C24). Coller en place.



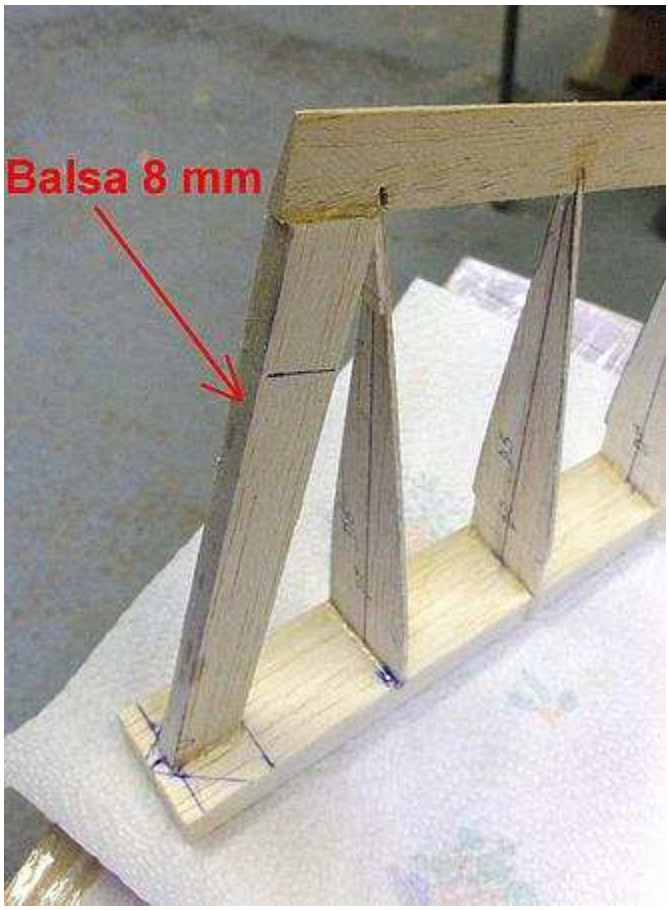
Séparer la partie fixe (dérive) de la partie mobile (gouverne) par une coupe des nervures au cutter.



Coffrer l'autre côté et coller le saumon de haut de dérive en balsa. Poncer.

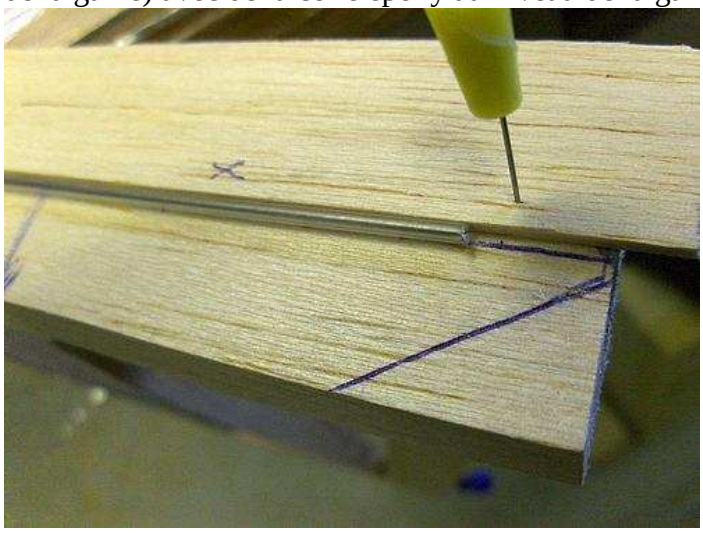
Vérifier que cela s'adapte correctement à l'arrière du fuselage.

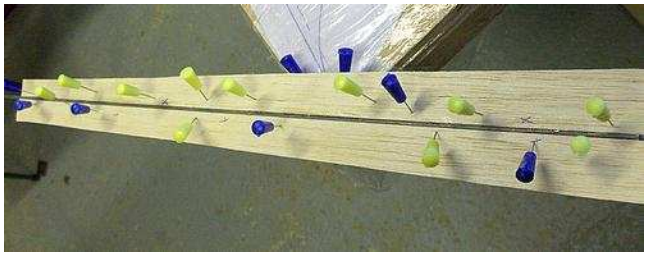
Gouverne : Coller en place, en bas de la gouverne, suivant plan, un bout de planchette balsa 8 mm.

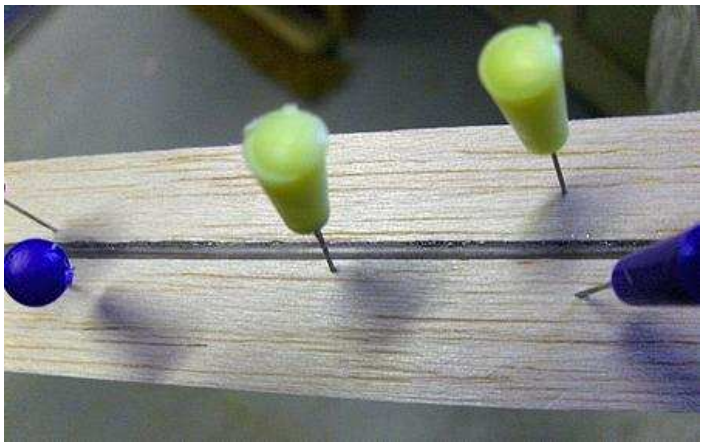


Préparation de l'articulation de la gouverne : l'articulation sera faite à l'aide d'une CAP 0,8 mm courant dans une gaine plastique. Cela permettra de rendre la gouverne démontable. Bien repérer l'axe de symétrie de la gouverne sur lequel va venir se coller la gaine plastique (diamètre ext 2 mm) de la CAP 0,8 mm. Préparer dans du balsa 2 mm les 2 pièces de positionnement.

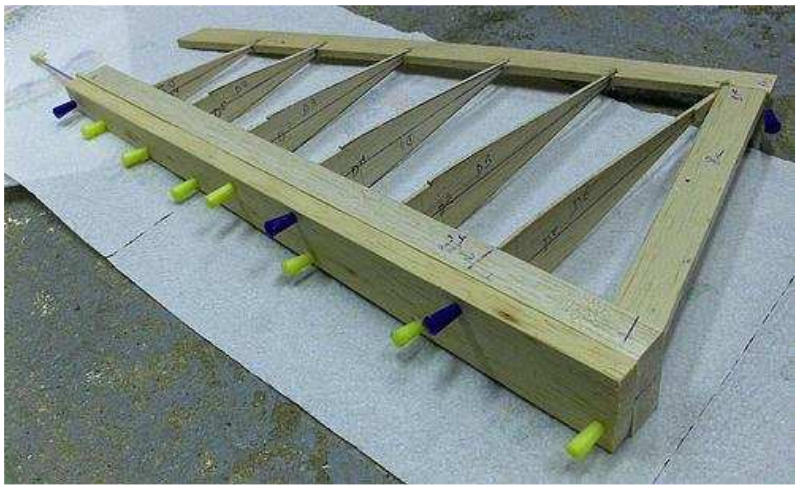
Dépolir au papier de verre la gaine plastique et coller en place l'ensemble (en laissant la CAP à l'intérieur de la gaine) avec de la colle époxy au niveau de la gaine.

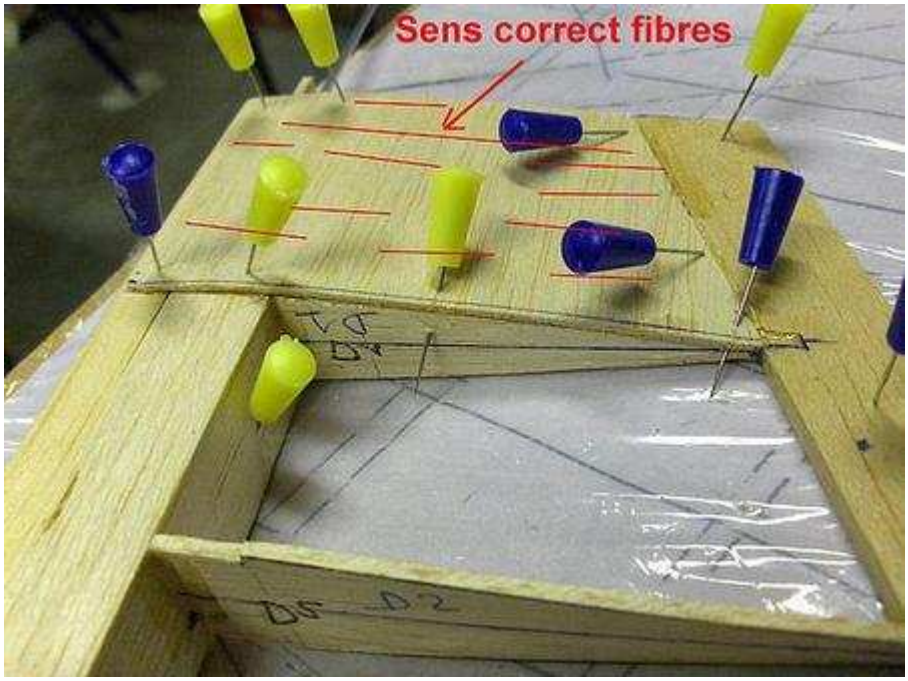






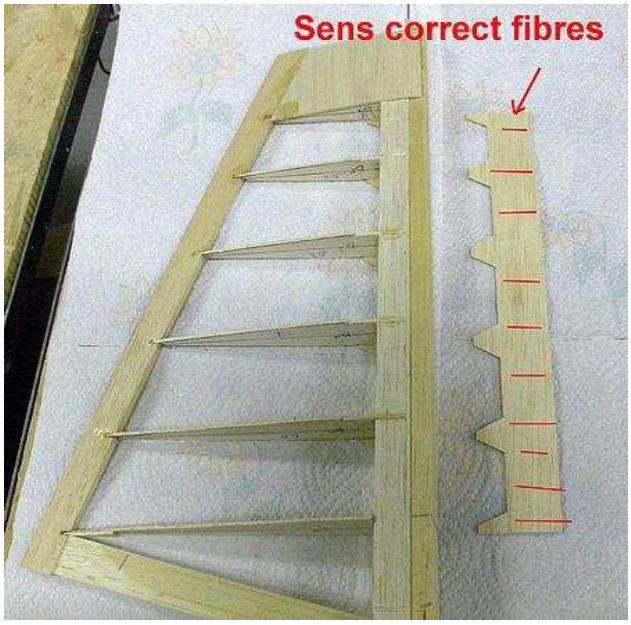
Recouvrir ensuite avec du balsa 8 mm.

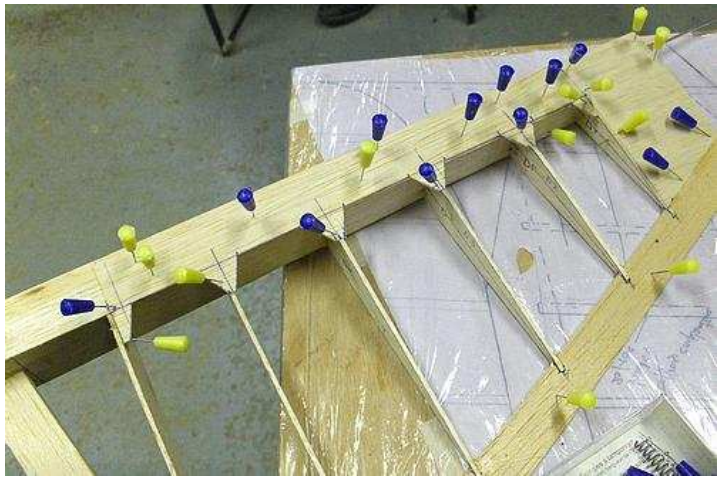




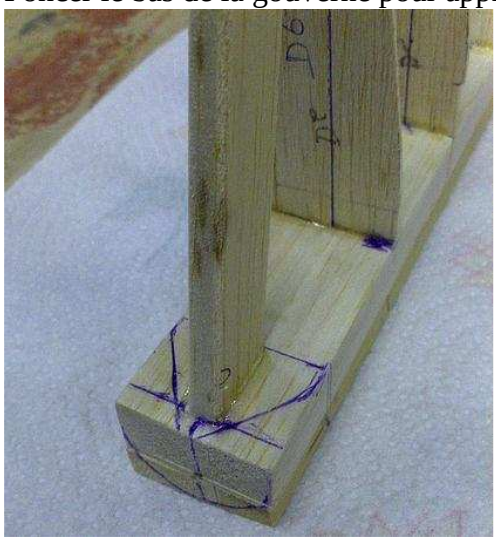
Coffrer le haut de la gouverne avec du balsa 1,5 mm en respectant le sens des fibres indiqué sur le plan. Attention, sur la photo, l'orientation des fibres est fausse (je me suis trompé et j'ai rattrapé l'erreur en mettant une deuxième épaisseur balsa 1,5 à l'intérieur, fibres correctement orientées).

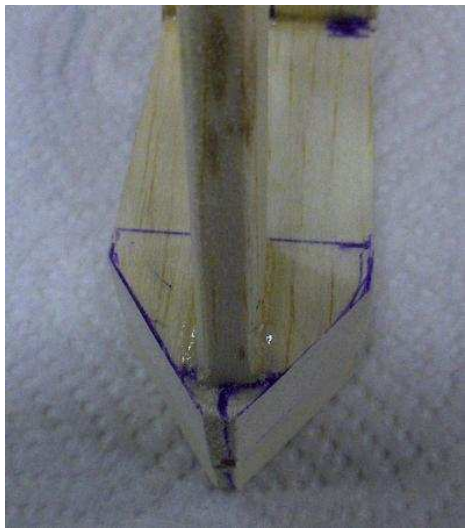
Coller en place le coffrage 1,5 mm qui vient chapeauter les nervures. Là aussi je me suis trompé dans l'orientation des fibres !

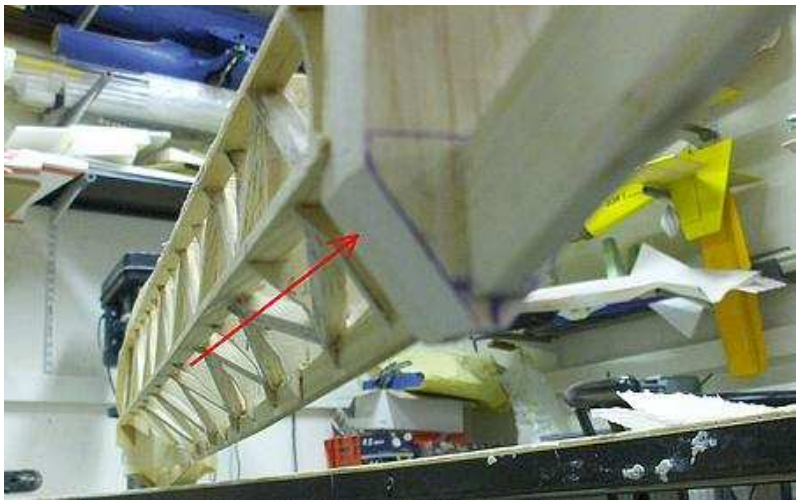


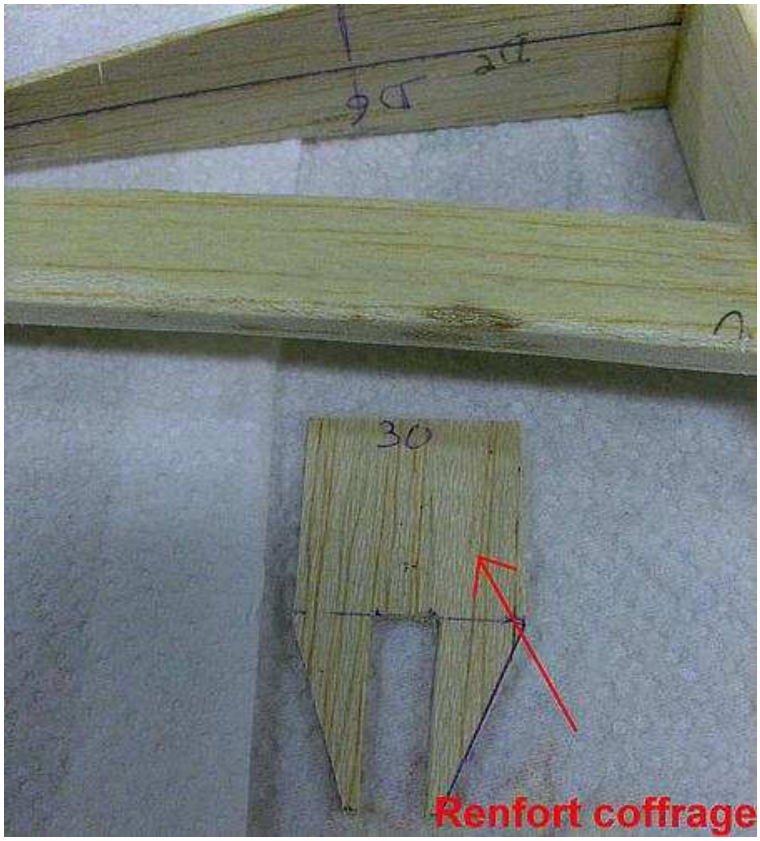


Poncer le bas de la gouverne pour approcher la forme à l'arrière du fuselage.



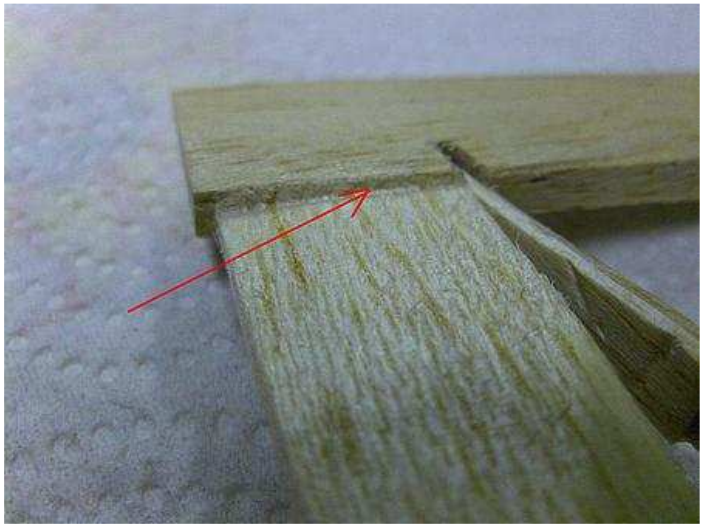


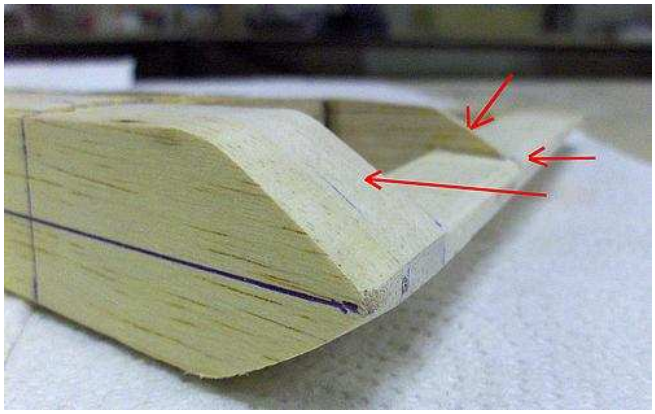




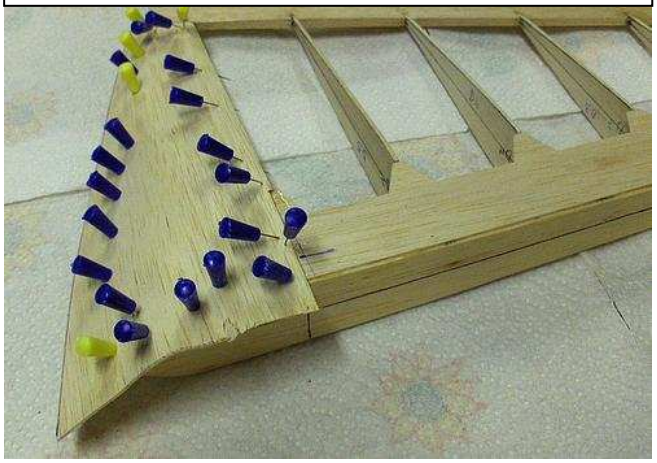
Dans du balsa 2 ou 3 mm préparer et coller en place une pièce de renfort pour le coffrage de bas de la gouverne (non prévu sur le plan).

Poncer légèrement la baguette de bas de gouverne pour qu'elle puisse recevoir le coffrage 1,5 mm.

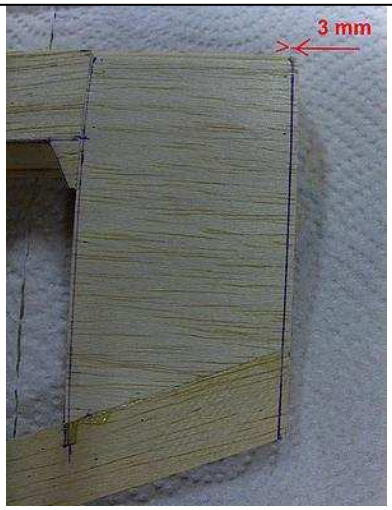




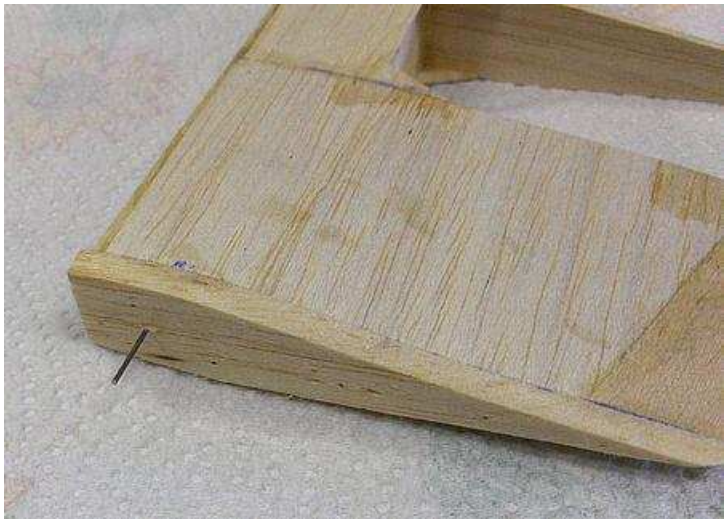
Coller le coffrage balsa 1,5 mm en bas de la gouverne en respectant le sens des fibres.



Enlever 3 mm sur tout le haut de la gouverne puis refermer avec du balsa 5 mm que vous poncerez ultérieurement.



Enfiler la CAP 0,8 mm par le pied de la gouverne et forcer légèrement pour qu'elle fasse son passage dans le haut de la gouverne.

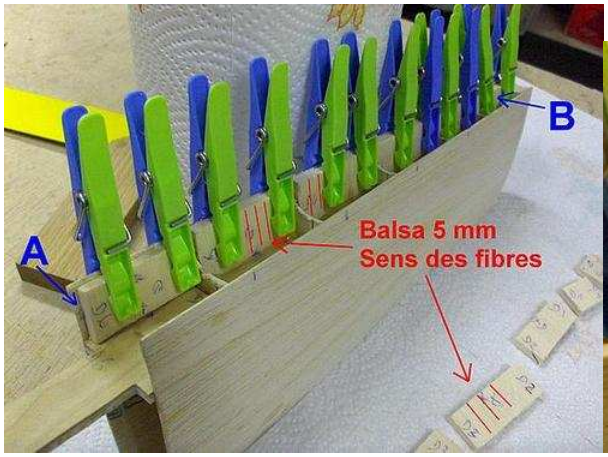


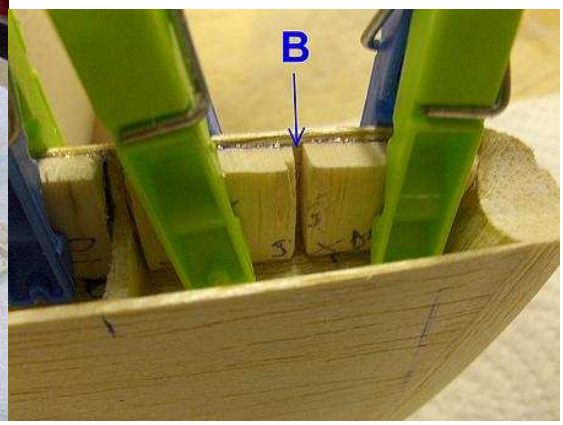
Voici la gouverne pratiquement terminée :

A l'aide d'un outil approprié sur miniperceuse faire les arrondis dans les nervures de la dérive.

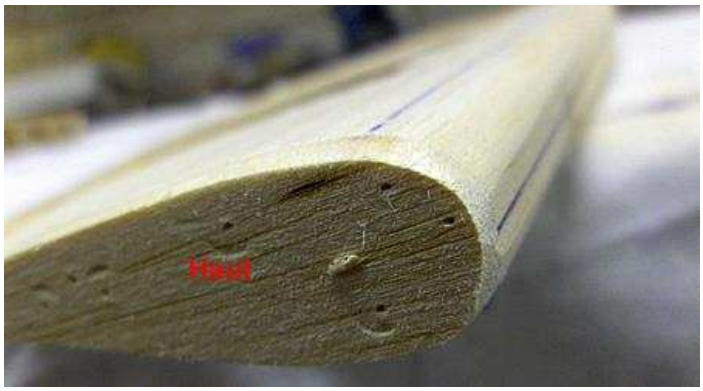
- Renforcement des "lèvres" de la dérive :

Découper dans de la planchette balsa 5 mm les renforts (attention, les fibres doivent être perpendiculaires au longeron). Prévoir à ce stade de laisser en A (pied de dérive) et B (entre D1 et haut de dérive) un espace de 1,5 mm pour encastrer les paliers d'articulation qui seront en plaque époxy de 1,5 mm. Coller en place.

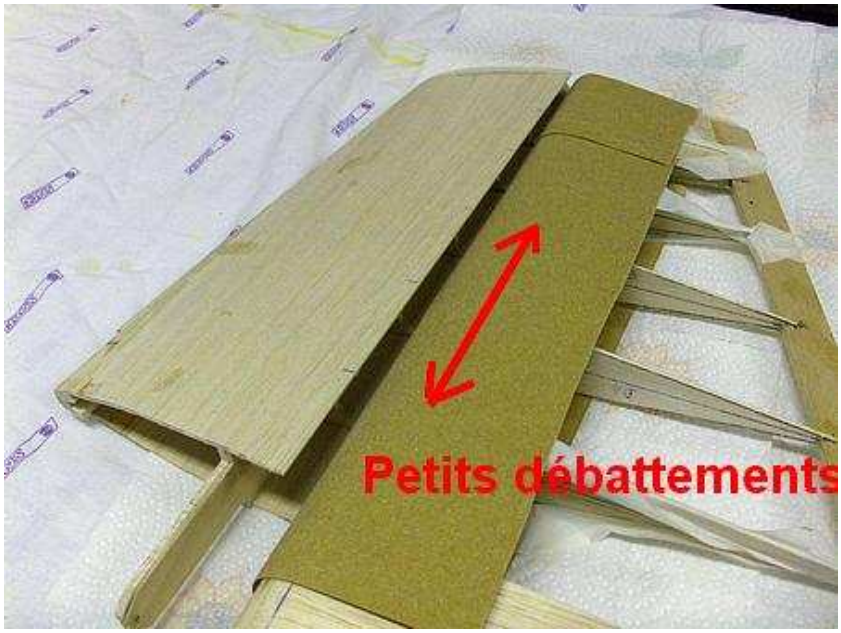


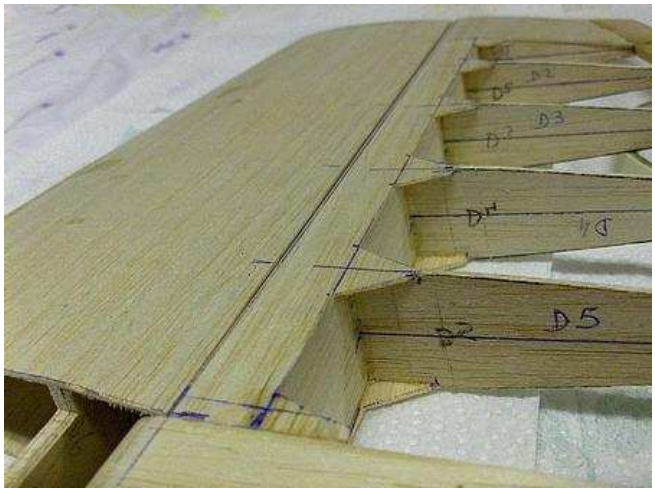


Poncer ces renforts en biseau et terminer en ponçant en se servant de papier de verre fixé sur la gouverne.
Poncer en arrondi la gouverne.



Pour finir au mieux l'ajustement de l'articulation, mettre sur la gouverne du papier de verre et l'appliquer sur la dérive en faisant de petits débattements.

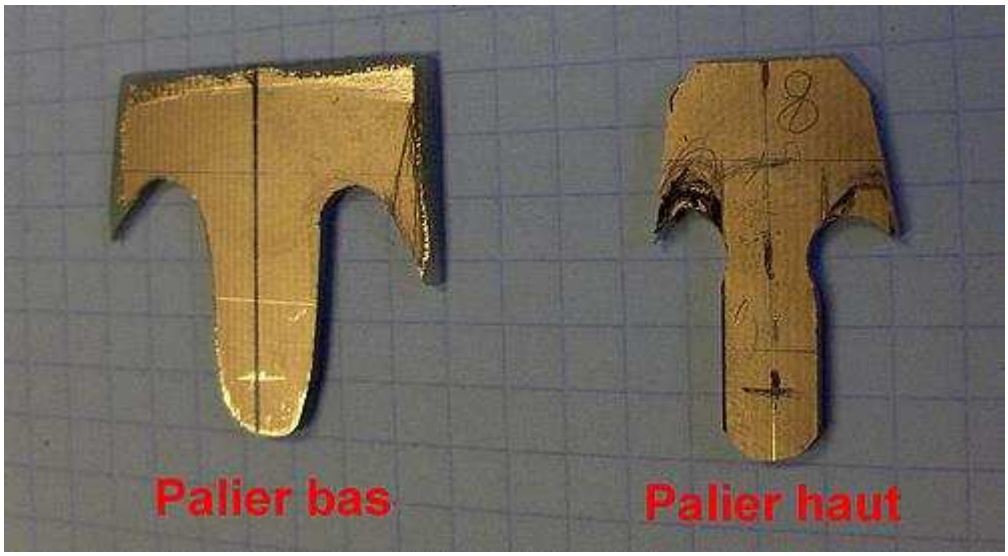




Voici la dérive et la gouverne présentées “à blanc” sur l’arrière du fuselage (l’ensemble dérive + gouverne pèse à ce stade 105 g).

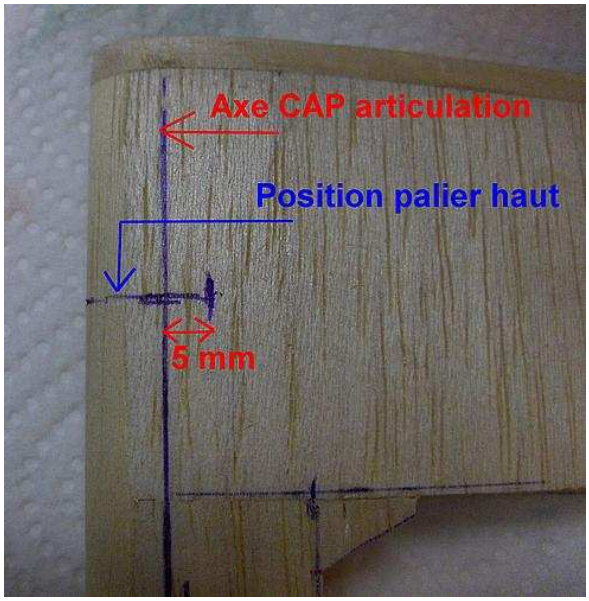
Réalisation de l’articulation de la gouverne de direction :

Découper (scie à chantourner) dans de la plaque époxy de 1,5 mm (moi j’ai utilisé de la plaque pour circuit imprimé) les 2 paliers approximativement suivant photo ci-après (1 carreau = 5 mm).

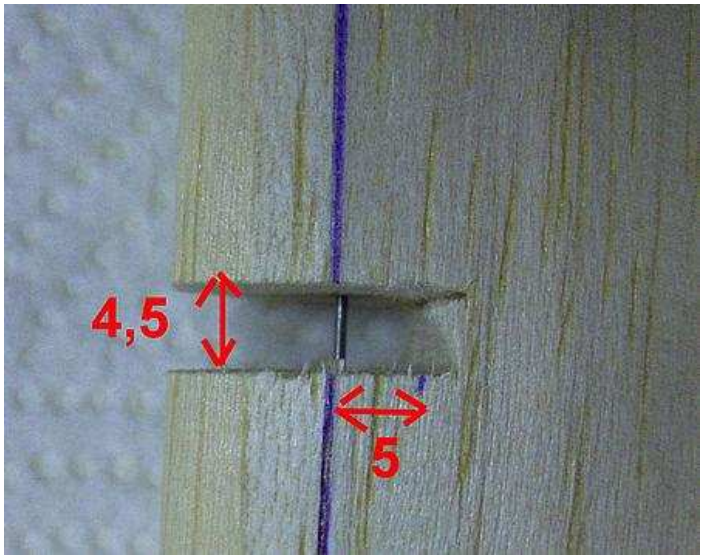


Afin de découper dans la gouverne les fentes pour le passage des 2 paliers, marquer précisemment sur la gouverne l'emplacement de ceux-ci et repérer la profondeur de la découpe (elle doit dépasser d'à peu près 5 mm l'axe d'articulation en CAP).

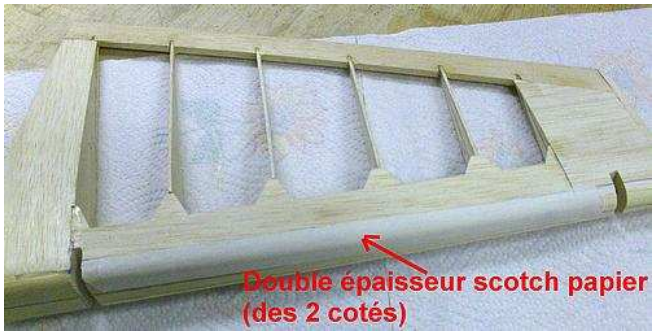
Ajuster et coller en place à la colle époxy (après avoir dépolie au papier de verre les surfaces de collage). Vérifier la perpendicularité.



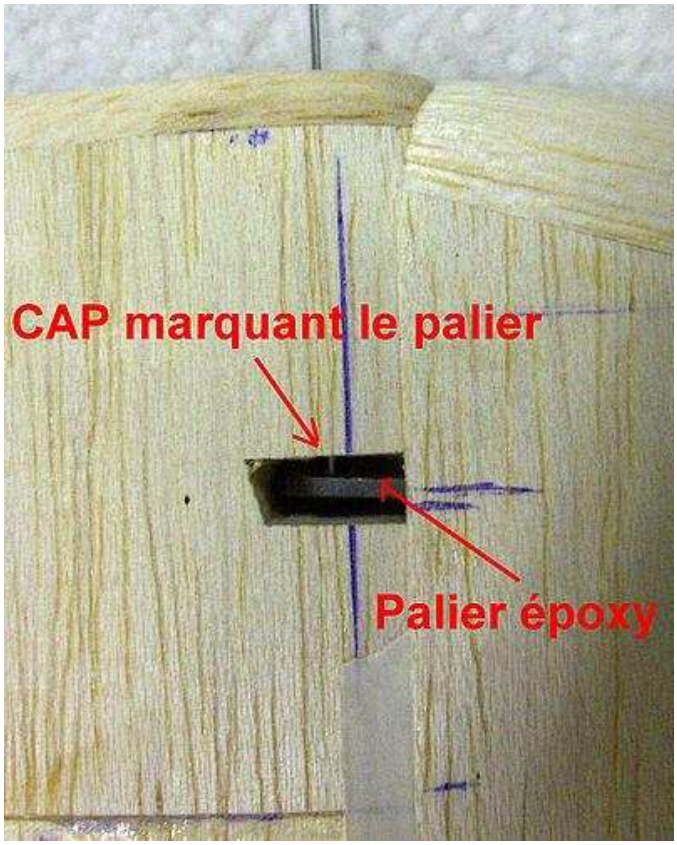
Découper à la scie à métaux, bien centré par rapport au repère, une fente de largeur suffisante pour pouvoir y passer le palier en époxy 1,5 mm et les 2 renforts d'appui en CTP (dans mon cas CTP 1,5 mm soit 1,5 + 2 x1,5 = 4,5 mm).



Afin de prendre en compte l'épaisseur de l'entoilage (Oracover) qui recouvrira la dérive et la gouverne, mettre une double épaisseur de scotch papier sur l'arrondi de la gouverne en regard des lèvres.

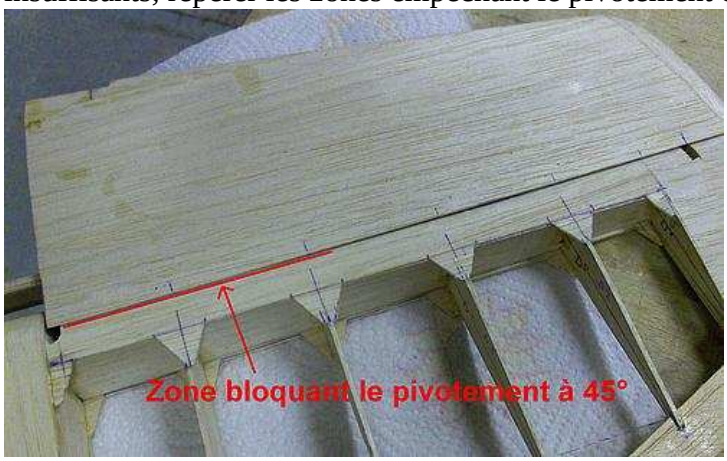


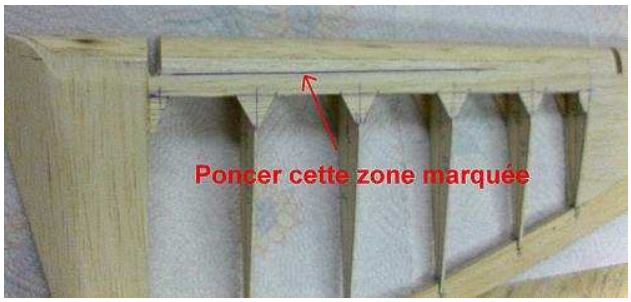
Scotcher ensuite la gouverne en place, bien en appui sur la dérive. Enfiler la CAP 0,8 mm par le haut de la dérive jusqu'à ce qu'elle bute sur le palier haut. Appuyer tout en la tournant afin de faire une marque sur le palier.



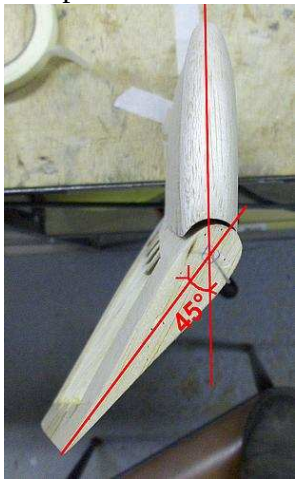
Percer suivant la marque au diamètre 0,8 mm. Remonter l'ensemble et faire passer la CAP à travers le palier haut puis jusqu'à ce qu'il bute sur le palier bas pour le marquer. Percer le palier bas suivant la marque.

Monter maintenant la gouverne sur la dérive (avec la CAP comme axe et les double épaisseurs de scotch papier en place). Essayer de faire pivoter la gouverne de chaque coté. Si les débattements autorisés sont insuffisants, repérer les zones empêchant le pivotement et les poncer.

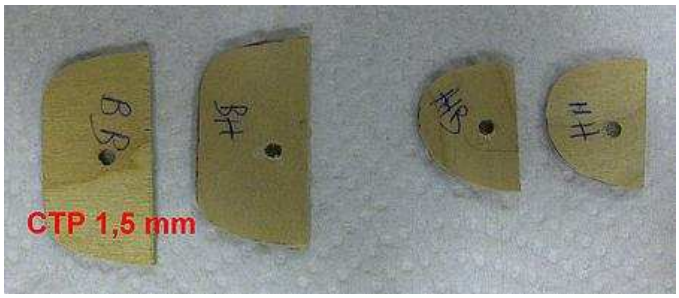




Renouveler cette opération jusqu'à obtenir un pivotement "libre" de l'ordre de 40°- 45°.

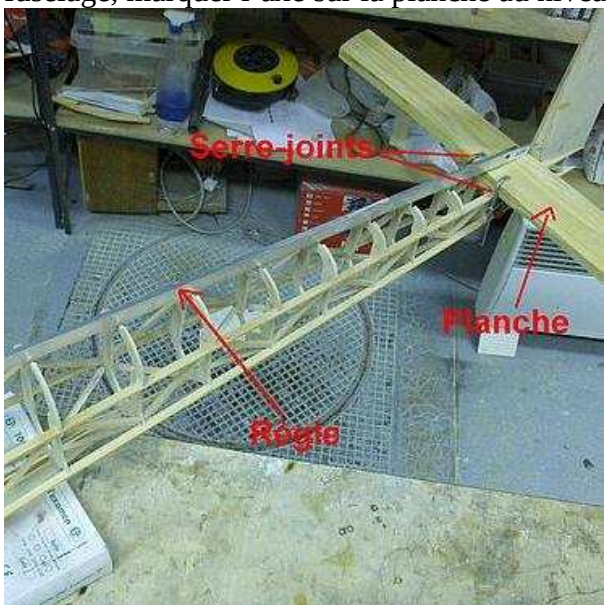


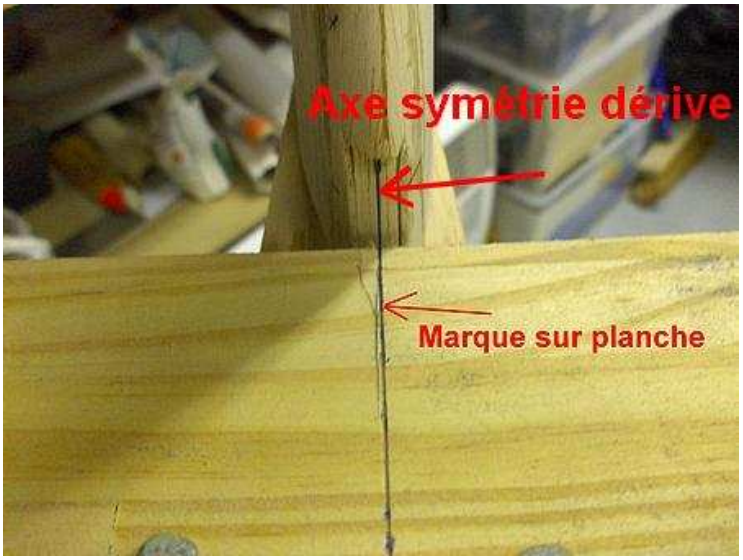
Préparer dans du CTP 1,5 mm les butées d'articulation et les percer à un diamètre de l'ordre de 3 mm. Les coller en place dans les encoches et vérifier que leurs positions permettent le passage libre de la CAP d'articulation.



Collage de la dérive sur le fuselage :

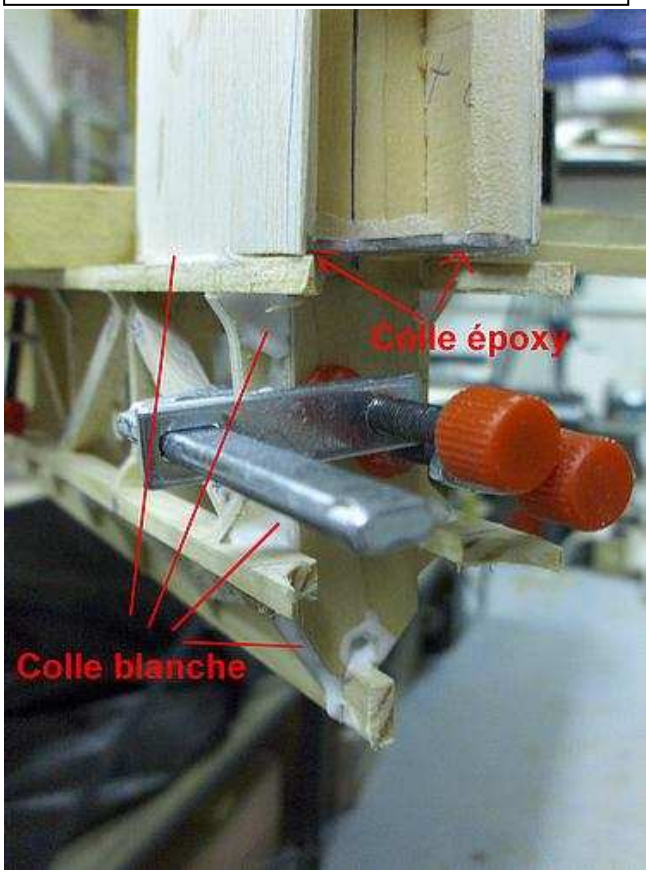
Maintenir avec des serre-joints une planche bien plane en appui sur les longerons supérieurs du fuselage au niveau de l'assise du stab. A l'aide d'une règle alignée sur les axes de symétrie des couples du fuselage, marquer l'axe sur la planche au niveau du BA de la dérive.



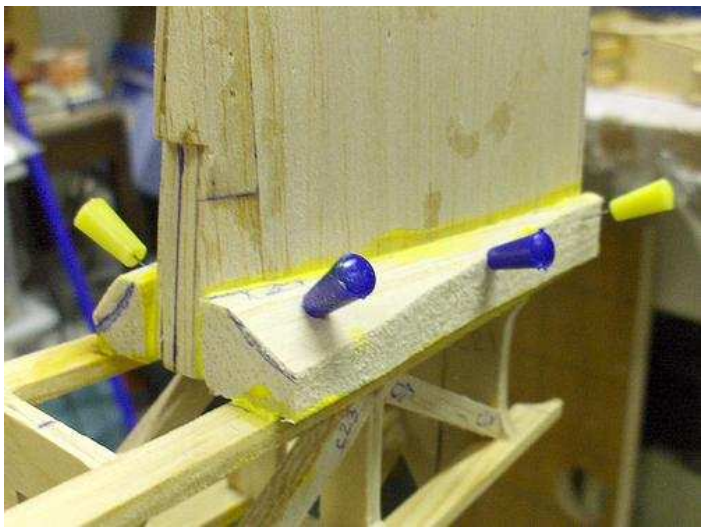


Marquer sur la BA de la dérive son axe de symétrie (après avoir tracé sur un scotch papier une ligne droite, j'ai fixé celui-ci sur l'axe de symétrie du BA). Mettre en place " à blanc" la dérive (sans la gouverne) à l'arrière du fuselage. Vérifier avec les marques sur la planche et sur le BA que celle-ci est bien dans l'axe du fuselage. Vérifier avec une équerre qu'il est possible de la positionner bien perpendiculaire au plan d'assise du stab.

Si tout est OK procéder au collage en positionnant correctement la dérive à l'aide de serre-joints (colle blanche pour le contact bois sur bois et colle époxy pour le contact bas du palier en époxy/longeron).



Une fois ce collage sec, mettre en place de chaque coté de la dérive les renforts taillés grossièrement dans de la planchette balsa 15 mm (ils seront mis en forme définitive ultérieurement par ponçage).

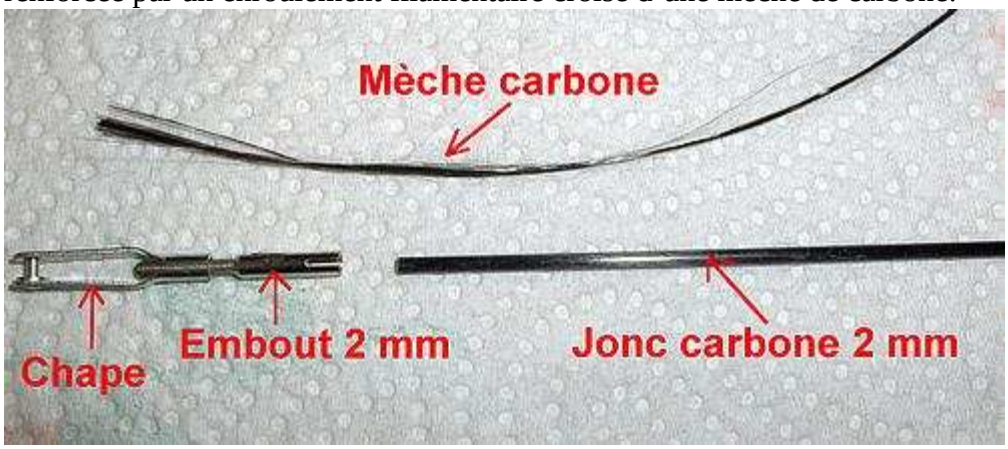


Installation de la commande de direction :

Installer le servo (moi un Graupner C5077) entre C8 et C9 avec ma même méthode que celle utilisée pour le servo de commande du crochet de remorquage.

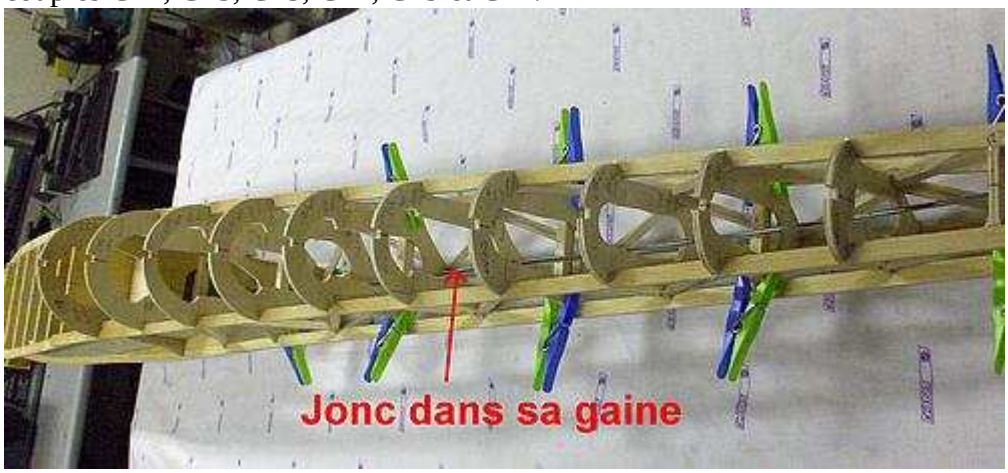
J'ai opté pour une commane à l'aide d'une tringlerie unique faite d'un jonc carbone de 2 mm (1,5 m de long) acheté à la maison du cerf-volant à Paris coulissant dans une gaine plastique sur toute la longueur.

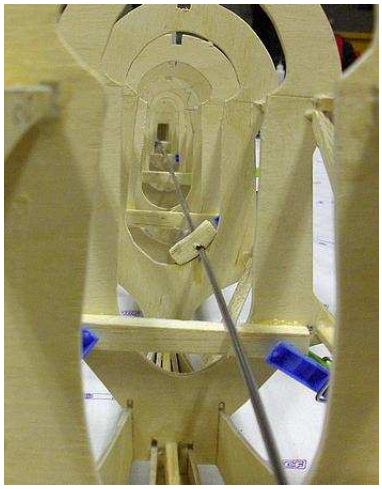
Les chapes sont des chapes métalliques classiques avec leur embout fileté de diamètre 2 mm. Le jonc carbone de 2 mm est collé à la colle époxy dans la partie creuse de l'embout fileté. La liaison est renforcée par un enroulement filamentaire croisé d'une mèche de carbone.

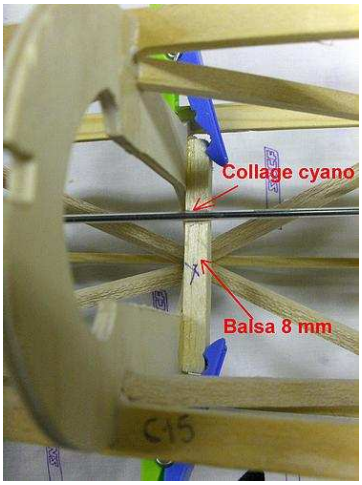


Dépolir l'extrémité du jonc carbone et l'extérieur de l'embout de chape. Coller à l'époxy et enfoncer en butée le jonc. Mettre de la colle à l'extérieur de l'embout et imprégner la mèche carbone de colle.
Faire une ligature avec celle-ci par enroulement dans un sens puis dans l'autre.

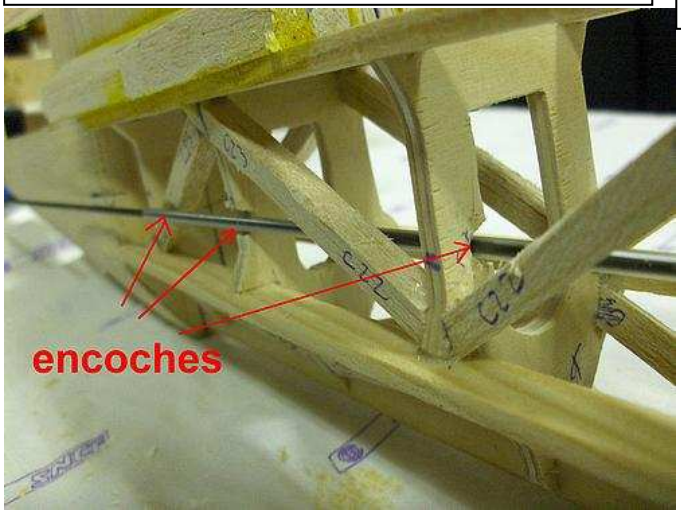
Mettre le jonc dans sa gaine plastique et fixer la chape au servo. Positionner la commande à l'intérieur du fuselage afin qu'elle ressorte "naturellement" au niveau du pied de la dérine (moi le servo est sur la gauche du fuselage et la commande de dérive sort sur la droite de celle-ci).
Fixer avec une baguette balsa prélevée dans une planchette 8 mm la commande au niveau des couples C11, C13, C15, C17, C19 et C21.



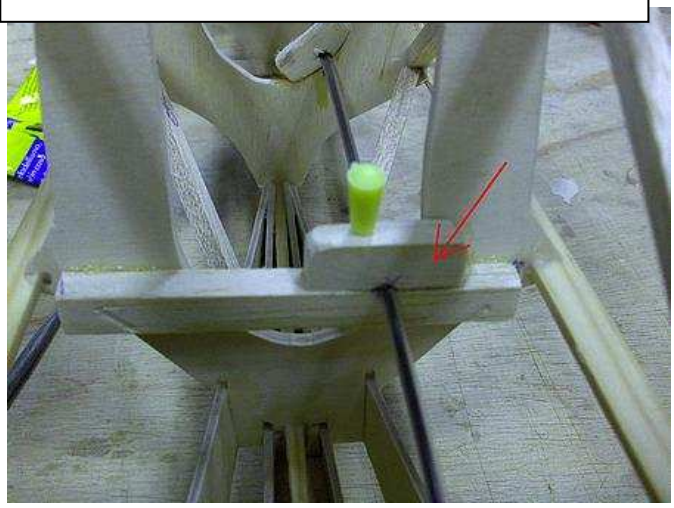


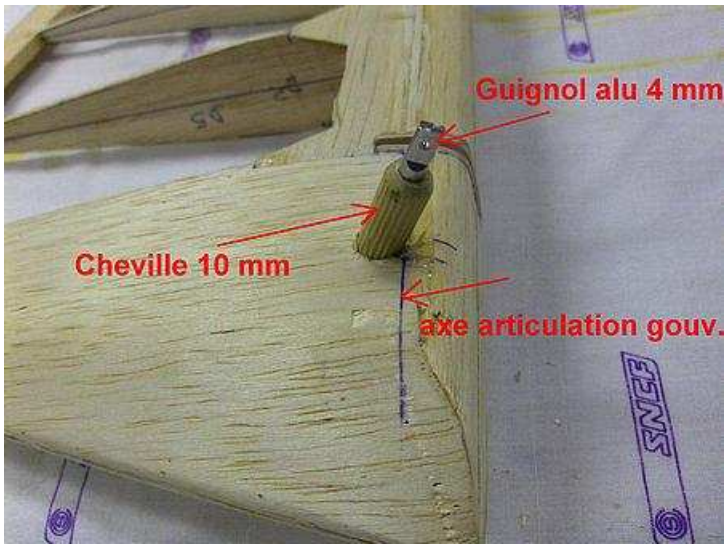


Faire une légère entaille pour faciliter le passage de la gaine au niveau de C22, C23 et le croisillon balsa entre C23 et C24.



Coller la gaine sur le balsa avec un point de colle cyano. Recouvrir ensuite avec du balsa pour assurer le blocage complet de la gaine.



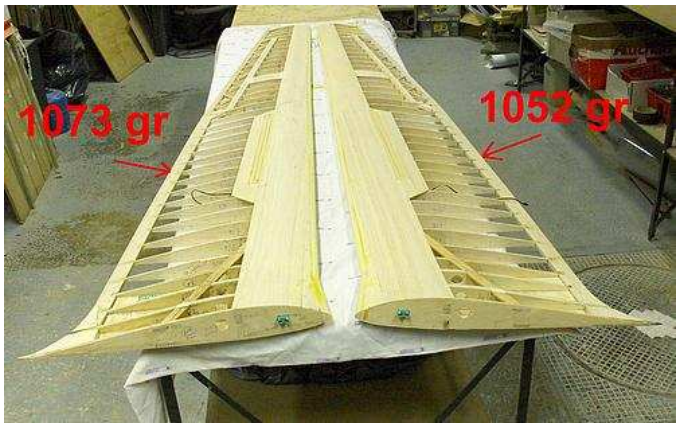


Repérer au niveau de la gouverne l'axe de sortie du jonc.
Afin de renforcer la fixation du guignol dans la gouverne (moi un guignol en alu de diamètre 4 mm) j'ai fixé celui-ci dans un rondin en pin de diamètre 10 mm (moi une cheville pour le montage de meuble).
Percer légèrement en oblique le pied de dérive pour y glisser le rondin (en évitant surtout de percer dans la gaine d'articulation de la gouverne) afin que le trou du guignol puisse se positionner au niveau de l'axe d'articulation.

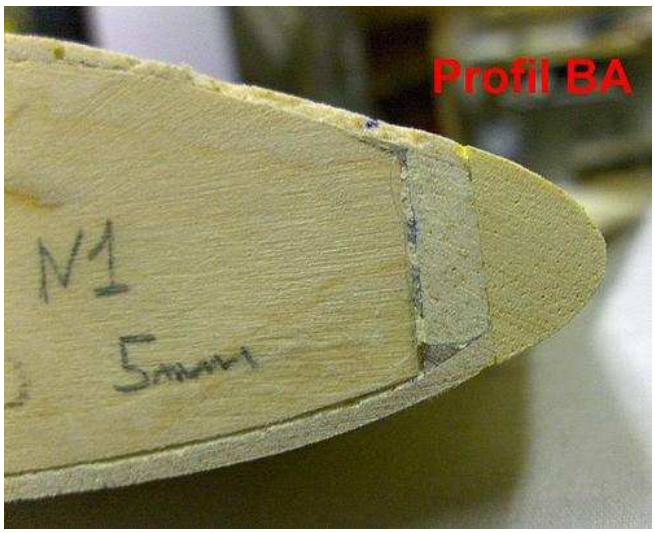
Faire un essai de débattement de la commande à blanc puis coller en place à l'époxy.

Première étape de la mise en croix :

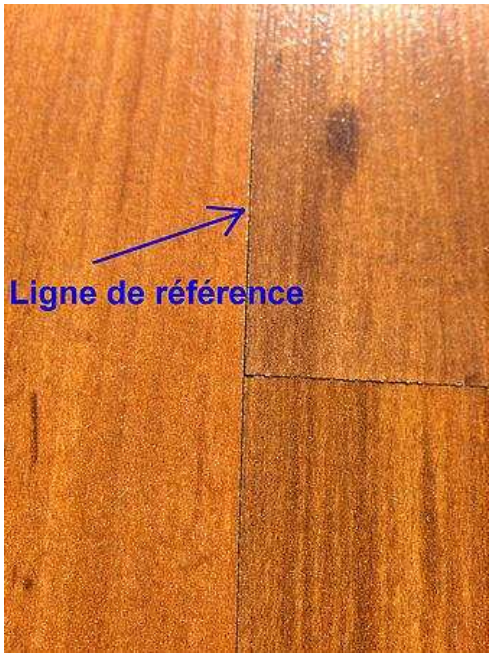
Voici les deux ailes prêtes pour la mise en croix. A ce stade les ailes pèsent respectivement 1073 et 1052 grammes (aile équipée du servo d'AF mais sans servo d'aileron).



Pour info voici la forme du BA.

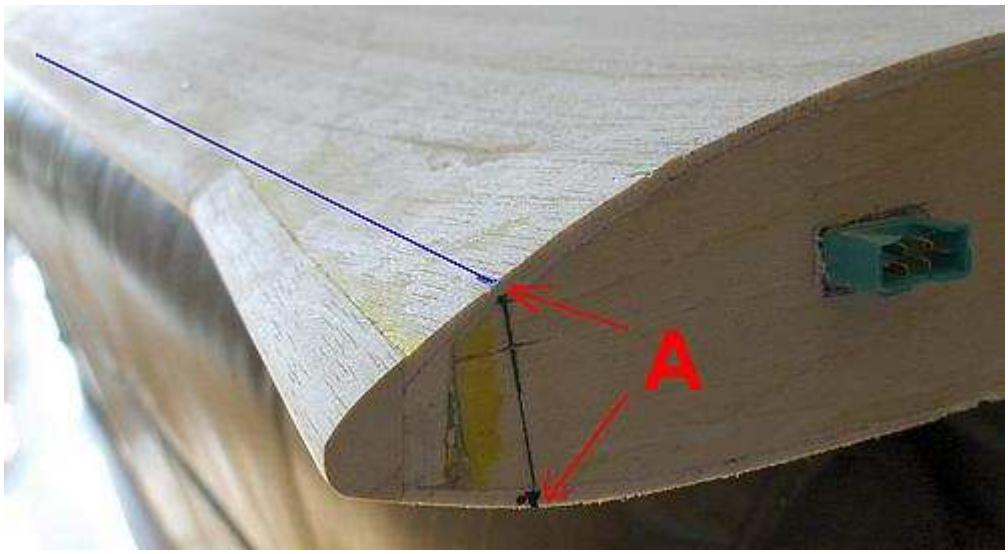


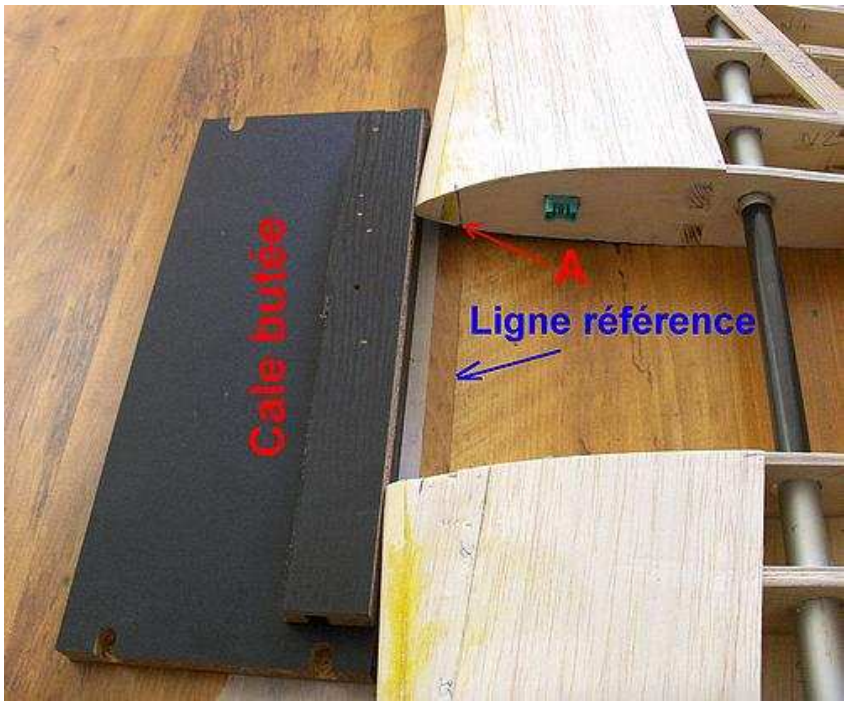
La première étape de la mise en croix a pour objectif de coller les fourreaux de clé d'aile tout en réglant correctement le dièdre et la flèche inverse.
Dièdre = 155 mm pour chaque aile (soit 4,8°).
Flèche inverse = - 165 mm.
Fourreau d'aile = tube 14x16 mm en aluminium anodisé
Clé d'aile = jonc carbone 14 mm de 50 cm de long. Poids = 125 g



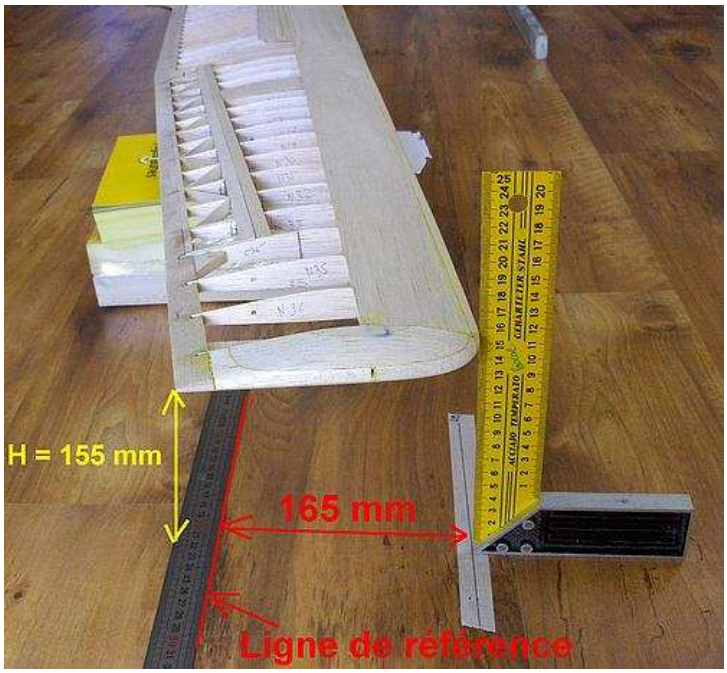
La difficulté est de disposer pour cette opération d'une surface plane de longueur suffisante (4 m). J'ai finalement utilisé tout simplement le sol de mon séjour fait en parquet flottant après avoir vérifié avec une règle de maçon de 3 m sa planéité. L'avantage de ce parquet est que les différentes lattes de 19 cm de large forment des repères bien rectilignes sur toute la longueur de la pièce. On choisira une de ces lignes comme "ligne de référence".

Repérer sur les ailes le point A, intersection entre la droite formée par la partie rectiligne du BA et la nervure d'emplanture N1.





Fixer sur le plancher (scotch double faces), parallèlement à la ligne de référence, une cale de façon à ce que les BA au niveau de N1 étant en butée sur cette cale, le point A de chaque aile soit positionné au niveau de la ligne de référence.



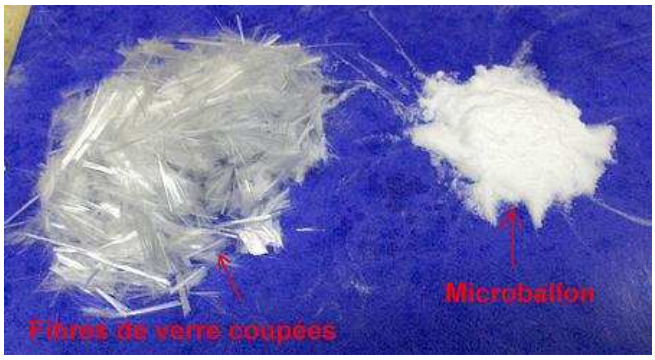
En mettant des cales sous chaque aile (moi botin de téléphone) amener le bord de fuite du saumon à 155 mm de hauteur. Au niveau des saumons d'aile, repérer sur le sol une ligne parallèle à la ligne de référence positionnée à 165 mm en avant de celle-ci (flèche inverse). Y positionner une équerre et amener le BA de bout d'aile en butée.

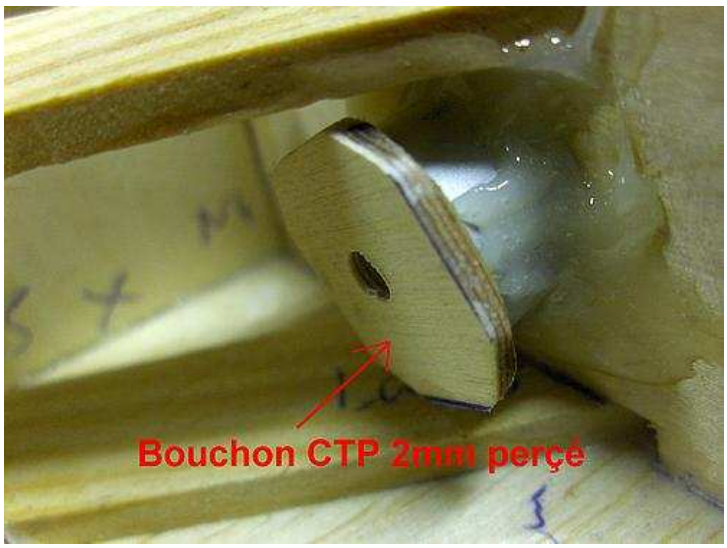
Vérifier que dans ces conditions les nervures d'emplanture N1 sont bien en appui sur l'arrière de l'intrados (si ce n'est pas le cas, agrandir les trous de passage des fourreaux dans les nervures).
Si tout est OK, dépolir l'extérieur des fourreaux au niveau des nervures et remettre le montage en place. A l'aide "d'échardes" en balsa ou d'allumettes centrer au mieux le fourreau au centre des trous de passage dans les nervures.

Revérifier, plutôt deux fois qu'une (les BA d'emplanture étant bien en butée sur la cale), les valeurs de dièdre de 155 mm et de flèche de -165 mm. En prévision de la mise en place ultérieure de la surnervure d'emplanture en CTP 2 mm, laisser dépasser de 3 mm le fourreau du coté emplanture.Voici le montage :

Procéder maintenant au collage des fourreaux à la colle époxy. Laisser bien durcir la colle avant de démonter cet ensemble.

Démonter et compléter le collage dans les zones qui étaient inaccessibles auparavant. Préparer de la fibre de verre coupée. La mélanger avec de la résine époxy puis ajouter un peu de microballon pour faire une “choucroute” que vous utiliserez pour faire un congé autour de chaque nervure.



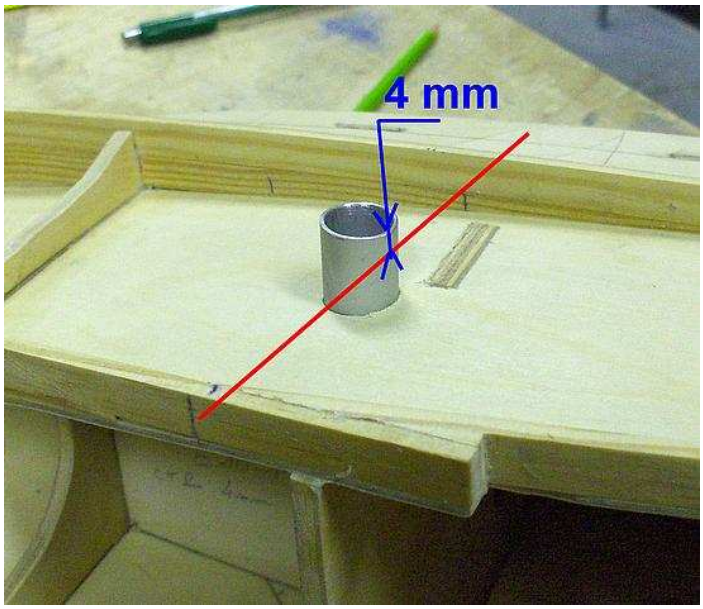


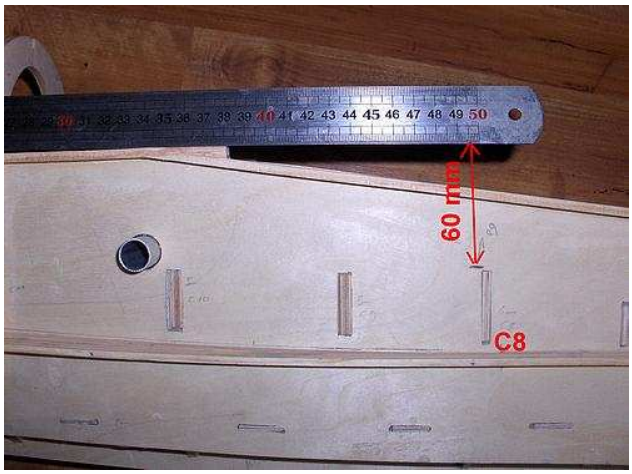
Afin d’éviter que lors du montage des ailes le jonc carbone ne vienne buter et endommager la nervure en balsa N5, coller un bouchon en CTP à l’extrémité de chaque fourreau (en ayant soin de faire un petit trou dans le bouchon pour évacuer l’air - effet de piston lorsque l’on enfonce la clé
carbone dans le fourreau -).

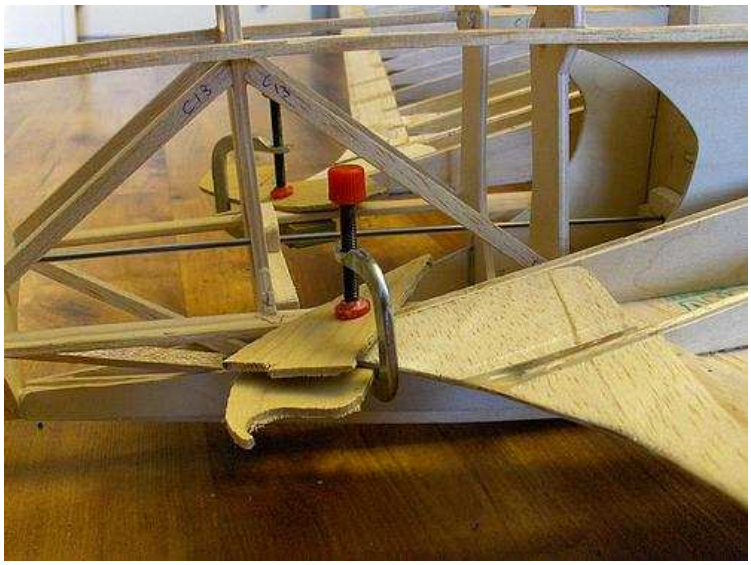
Deuxième étape de la mise en croix : collage du fourreau de clé d’aile dans le fuselage.

Couper un morceau de tube alu 14x16 de façon à ce qu’il dépasse de chaque côté du fuselage d’environ 4 mm du plan défini par les 2 lisses du fuselage.

Sur chaque côté du fuselage marquer (conformément au plan) au niveau de C8 la cote de 60 mm à partir de la droite définie par le haut de la lisse supérieure du fuselage. Ce point sera un repère pour positionner le BA des ailes en incidence.



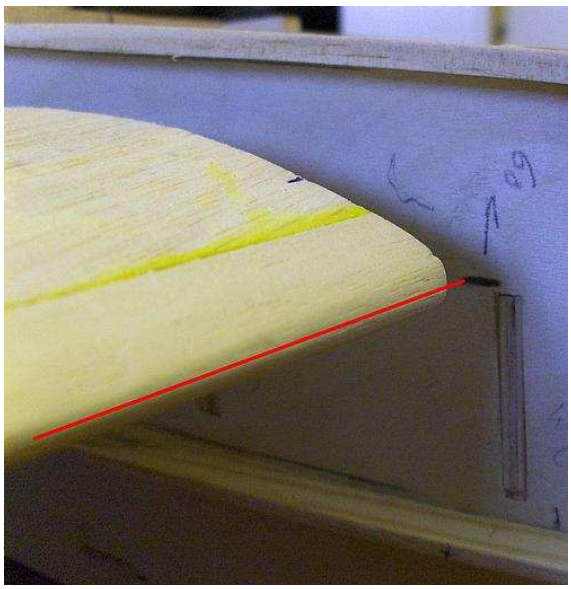




Mettre en place “à blanc” le fourreau de clé d’aile dans le fuselage et monter les ailes avec la clé d’aile carbone raccourcie légèrement (moi longueur = 450 mm). Brider légèrement les ailes au niveau du BF à l’emplanture sur la lisse du fuselage avec un serre-joint.

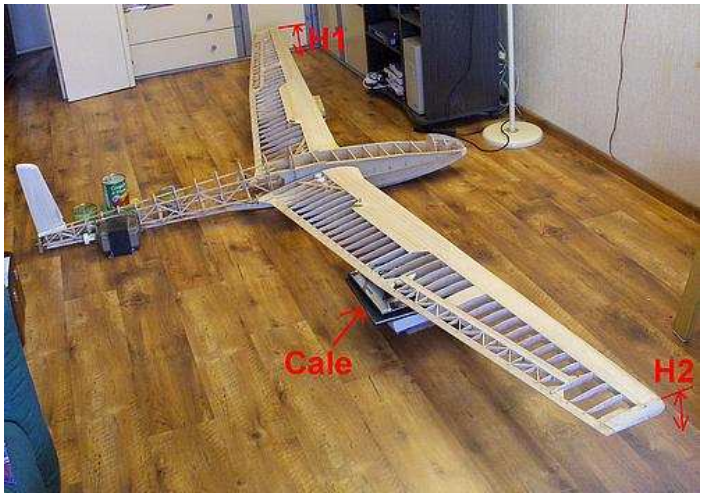
Vérifier qu’alors le BA de chaque aile est à peu près au niveau du repère fait précédemment sur le fuselage.

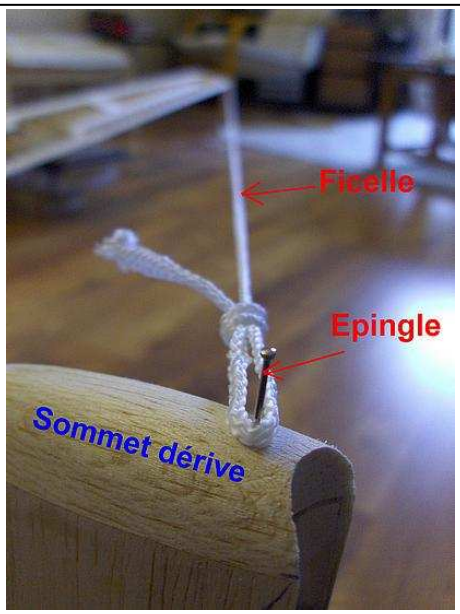
Caler le fuselage de façon à ce que la dérive soit bien perpendiculaire au sol.



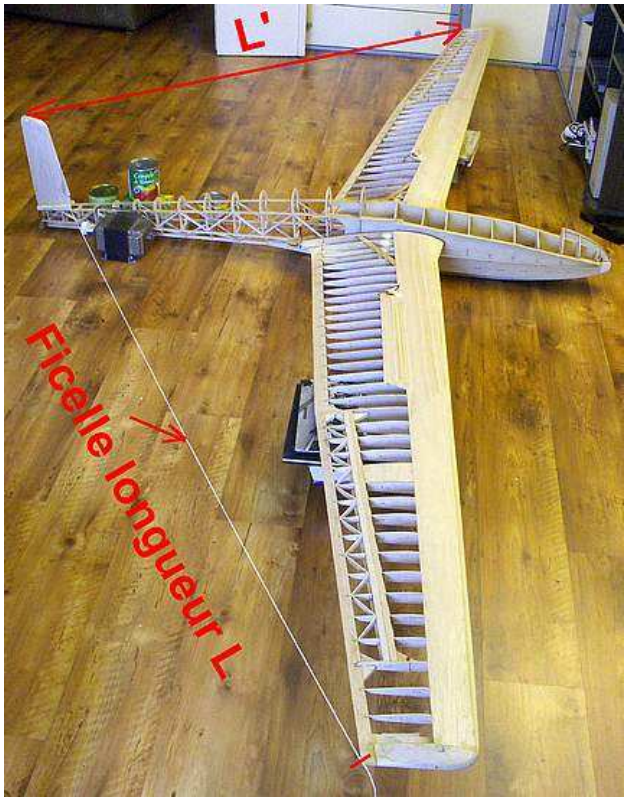
Piquer une aiguille sur le saumon de la dérive. Ce point sera la référence pour positionner les ailes (triangulation).

Caler les ailes (livres) afin que H1=H2.

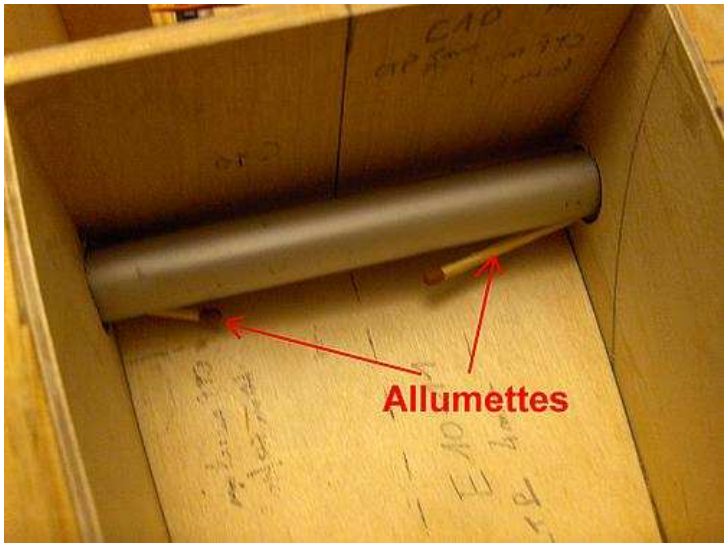




Avec une ficelle (attention qu'elle ne soit pas "élastique") faire pivoter les 2 ailes de façon à ce que les longueurs entre l'aiguille et le bord de fuite du saumon d'aile soient égales (L=L').

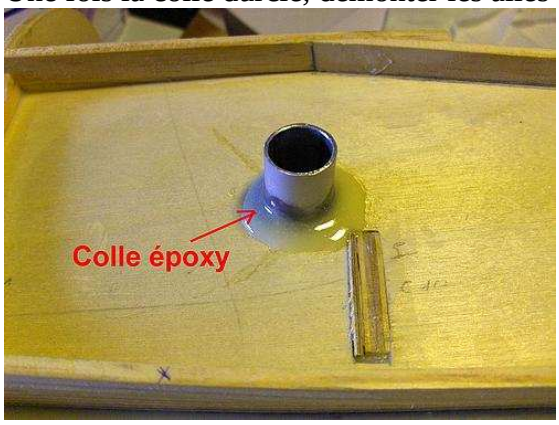


Dans cette position caler avec des allumettes le tube alu dans le fuselage.

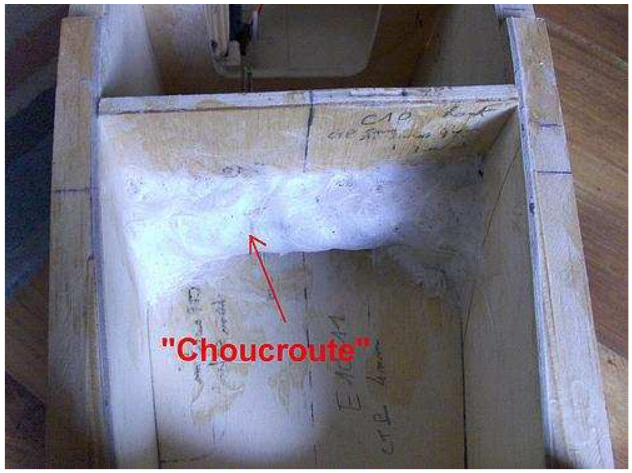


Revérifier la perpendicularité au sol de la dérive, BA ailes au niveau des repères sur fuselage, H1=H2, L=L'. Procéder, après avoir dépolie le tube alu, au collage (colle époxy) à l'intérieur du fuselage.

Une fois la colle durcie, démonter les ailes et compléter le collage à l'extérieur du fuselage.



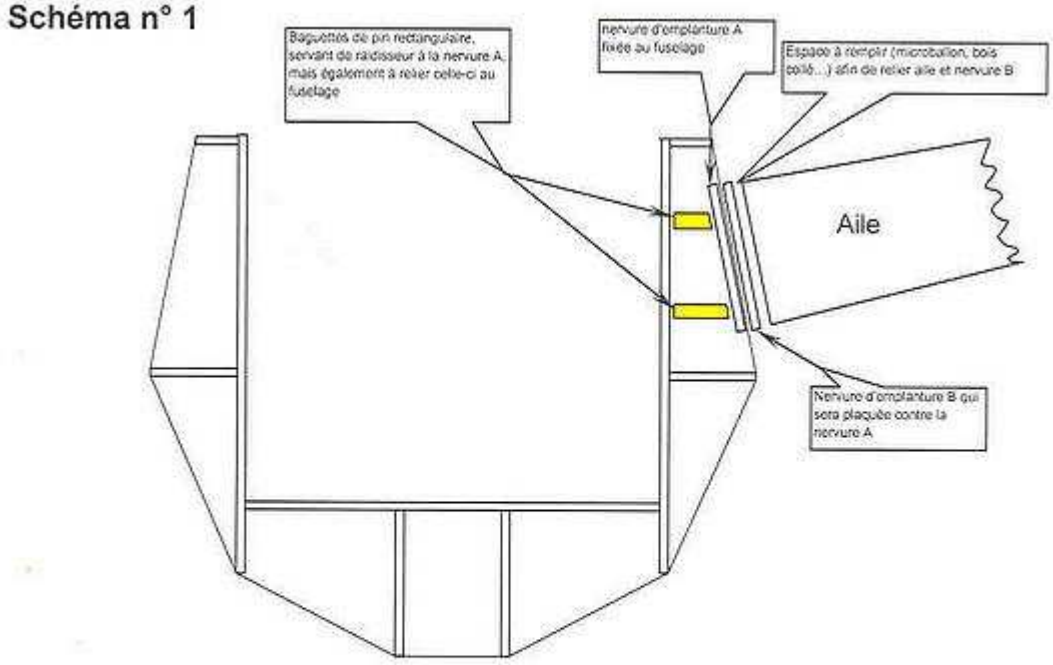
Pour finir "choucrouter" (fibres coupées + résine époxy + micro-ballon) le tube alu à l'intérieur du fuselage.



Construction des karmans sur le fuselage :

Ces karmans constitueront la zone d'appui de la nervure d'emplanture des ailes sur le fuselage. Ils ne devront pas dépasser du plan défini par les lisses du fuselage afin de n'être pas apparents une fois l'entoilage du fuselage effectué. Voici le schéma de principe que m'a envoyé Louis :

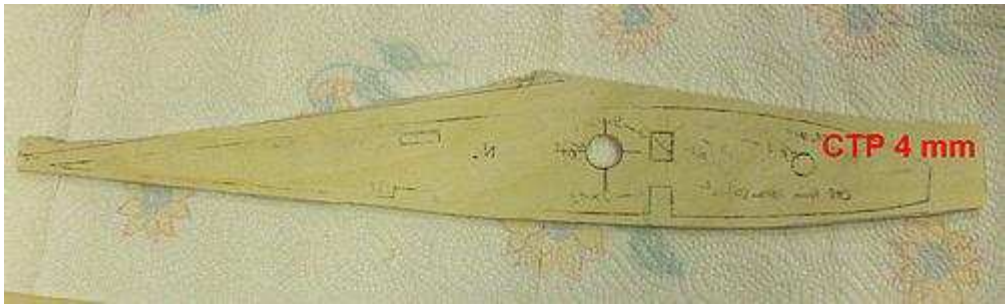
Schéma n° 1



Vue en coupe du Fuselage

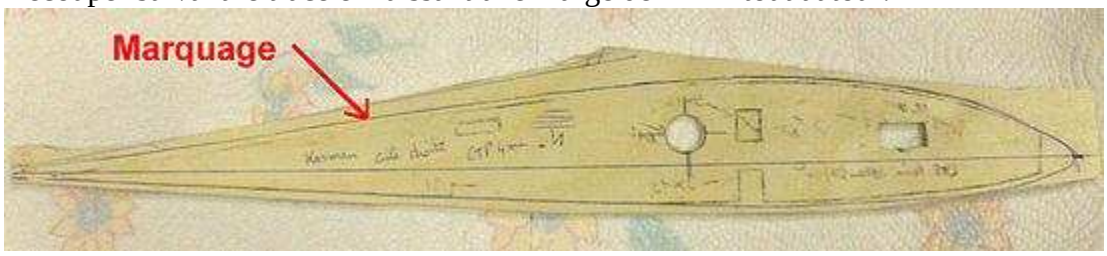
Nervure d'emplanture A, avec ses raidisseurs

J'ai procédé de la façon suivante :
Dans du CTP 4 mm, découper un morceau englobant largement la forme de la nervure d'emplanture N1.Y percer le trou de passage du tube de clé d'aile (diam. 16 mm) et le passage pour votre éventuel connecteur de servos

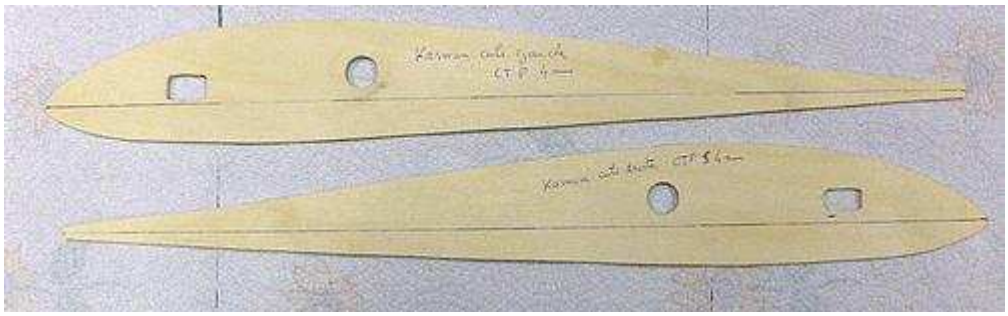


Plaquer cette découpe sur votre aile et marquer le profil (en mettant un bout de coffrage 2 mm à l'arrière de l'extrados). Répérer l'axe de la nervure (ligne reliant le BA au BF).

Découper suivant le tracé en laissant une marge de 2 mm tout autour.

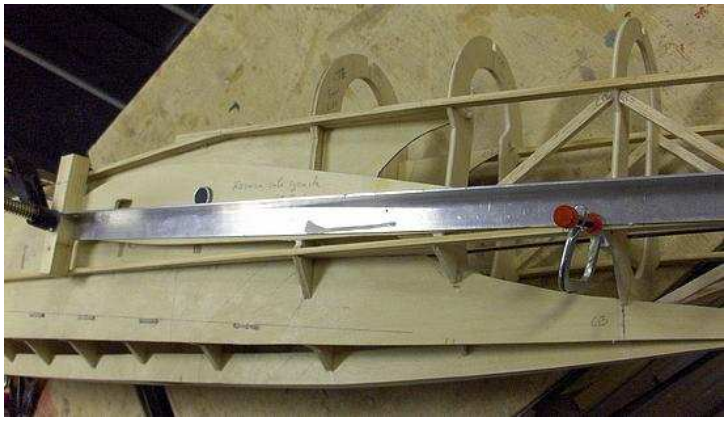


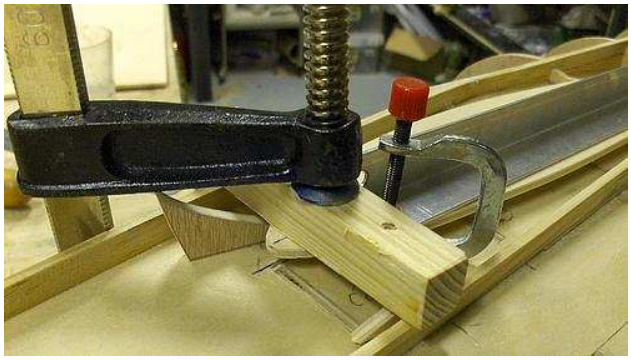
Voici les 2 nervures de karman découpées :



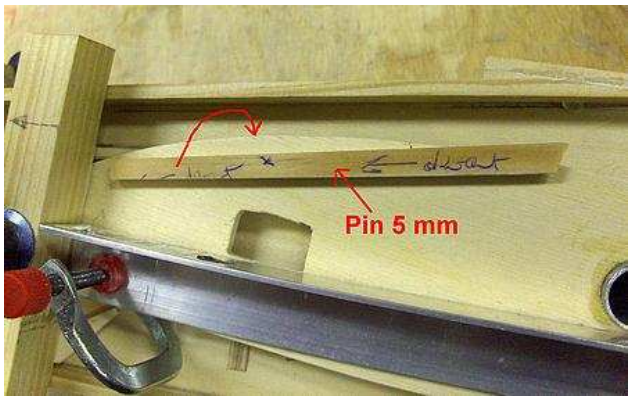
Afin de s'assurer que ces nervures resteront bien planes, coller dessus au double face un profilé faisant office de règle. Afin de caler correctement la nervure sur le fuselage, coller également au double face au niveau du BA une butée en bois.

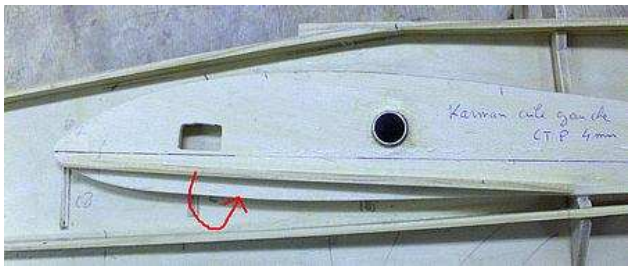
Présenter en place sur le fuselage, bord de fuite en appui sur la lisse du fuselage.

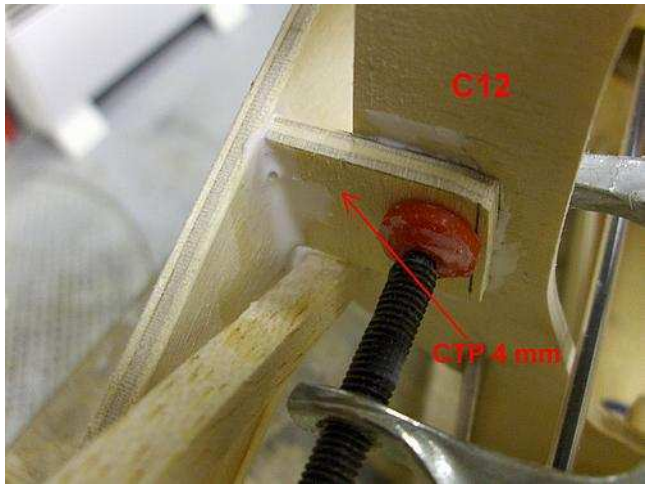


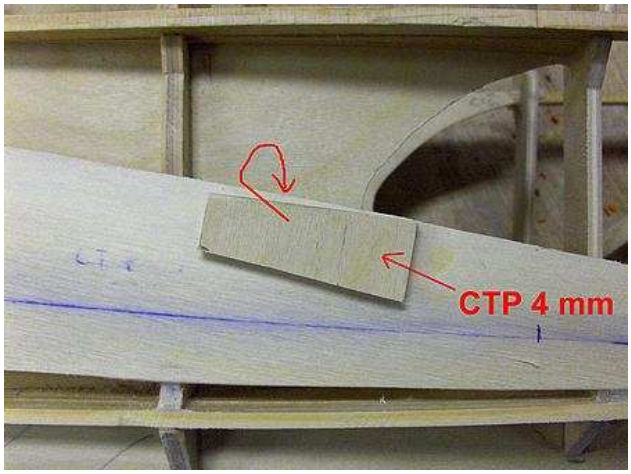


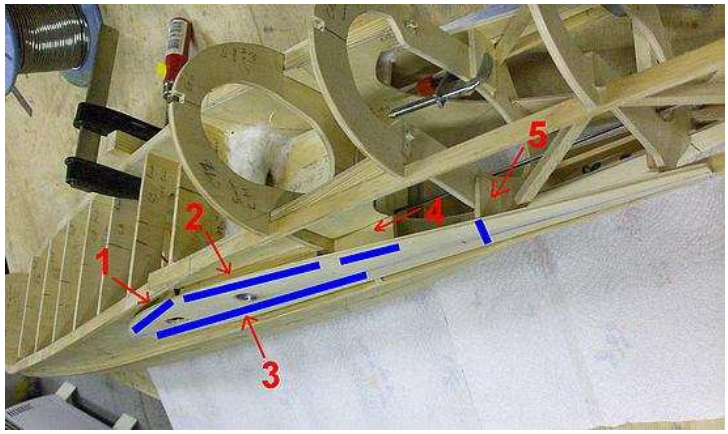
Coller la nervure (colle époxy autour du tube alu et colle blanche au niveau BF/lisse du fuselage). Afin d'assurer la liaison entre la nervure et le fuselage, découper et coller des baguettes et/ou plaques prélevées dans du pin ou du CTP 4 mm.



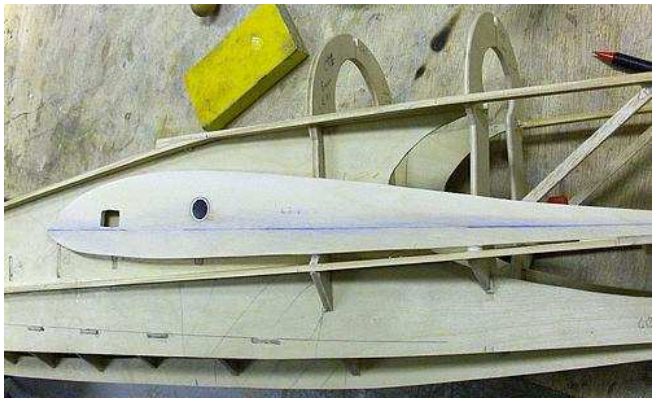


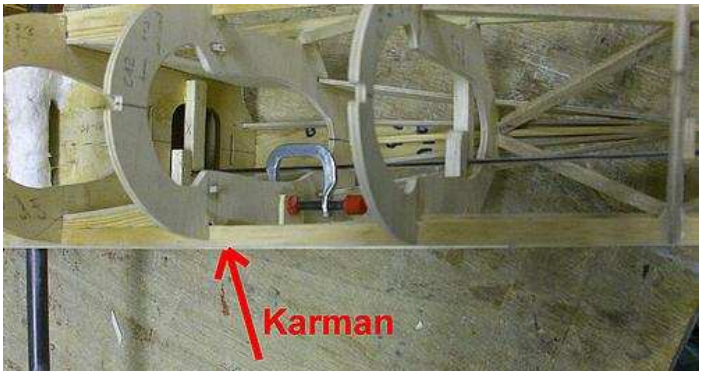






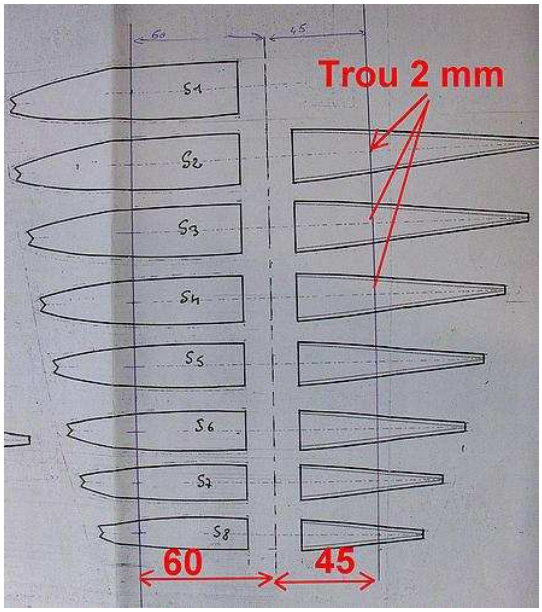
Voici le résultat (le karman ne dépasse pas du plan délimité par les lisses du fuselage) :



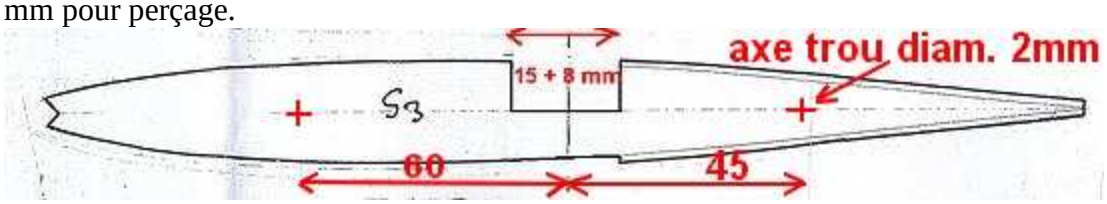


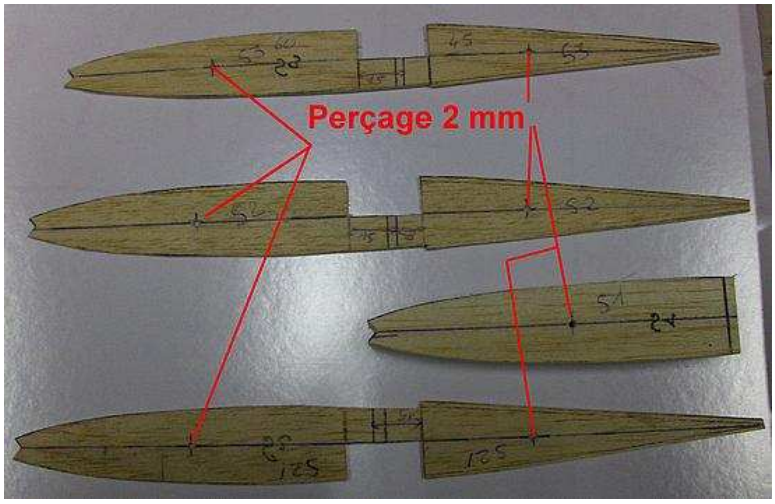
Construction de l'empennage horizontal (stabilisateur ou "stab") 1ère partie :

Nota : j'ai opté pour une articulation avec des charnières tubulaires.
Le stab étant à profil symétrique son montage ne pourra pas se faire "à plat" mais sera fait "en l"air". Les nervures seront donc calées correctement par l'intermédiaire de 2 CAP (ou les joncs carbone servant de tringlerie de commande) de 2 mm les traversant. Ces CAP seront en appui sur des cales balsa de 15 mm d'épaisseur.
Pour cela, avant de découper les nervures en balsa 1,5 mm, bien repérer sur le plan la position des trous de 2 mm qui serviront au calage (moi j'ai choisi une série de trous à 60 mm et une autre à 45 mm).

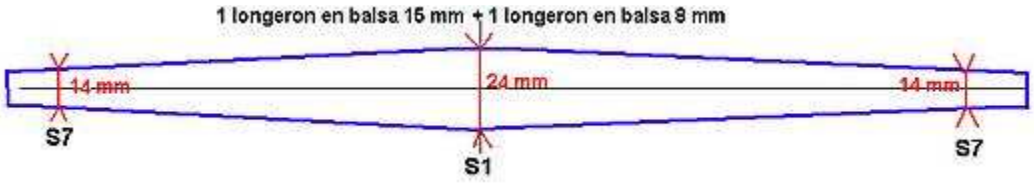


Découper ensuite les nervures en prenant soin de repérer les axes de symétrie et la position des trous de 2 mm pour perçage.

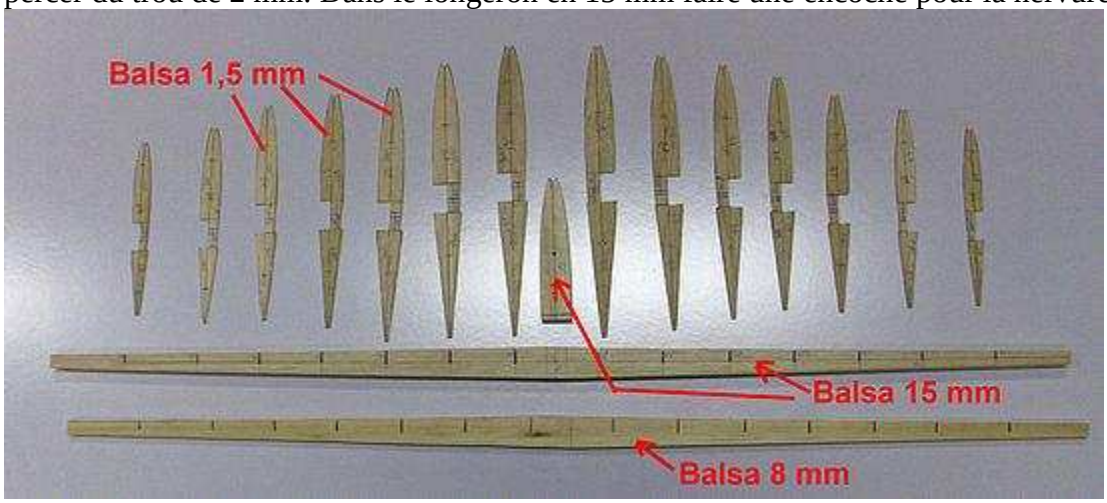


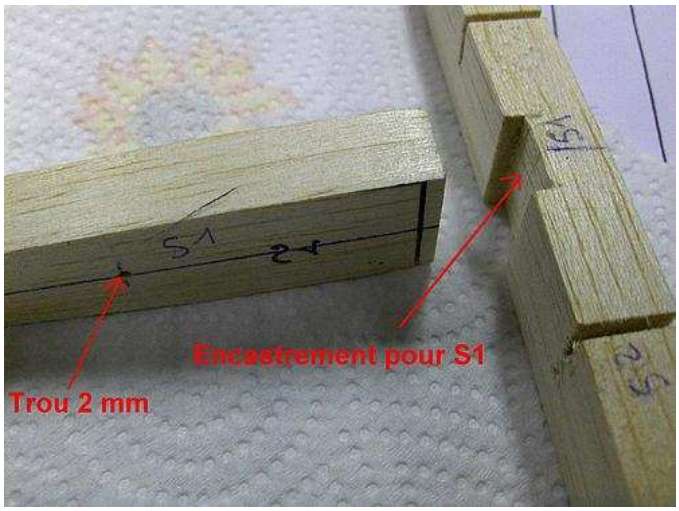


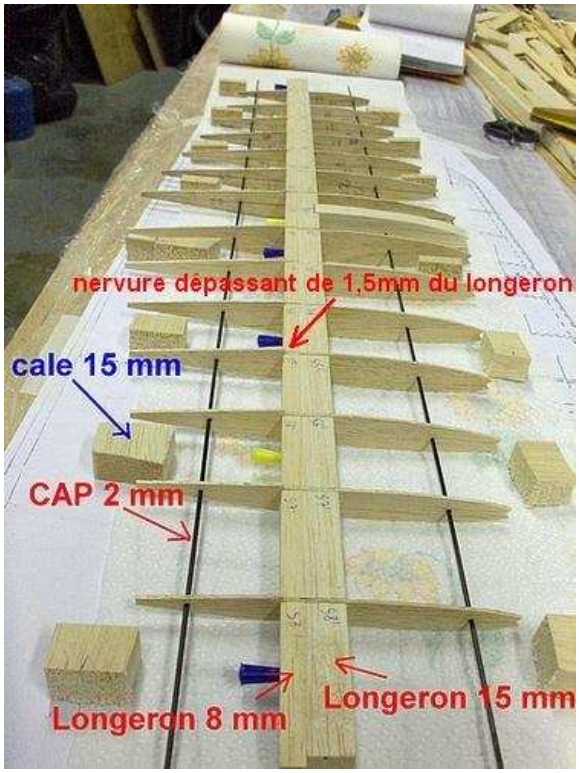
Découper respectivement dans du balsa de 15 mm et 8 mm un longeron suivant schéma ci-après et y faire les encoches de 1,5 mm jusqu'à mi-hauteur pour l'encastrement des nervures.



Préparer dans du balsa 15 mm la nervure centrale S1 légèrement plus longue (5 mm) que sur le plan et la percer du trou de 2 mm. Dans le longeron en 15 mm faire une encoche pour la nervure S1.

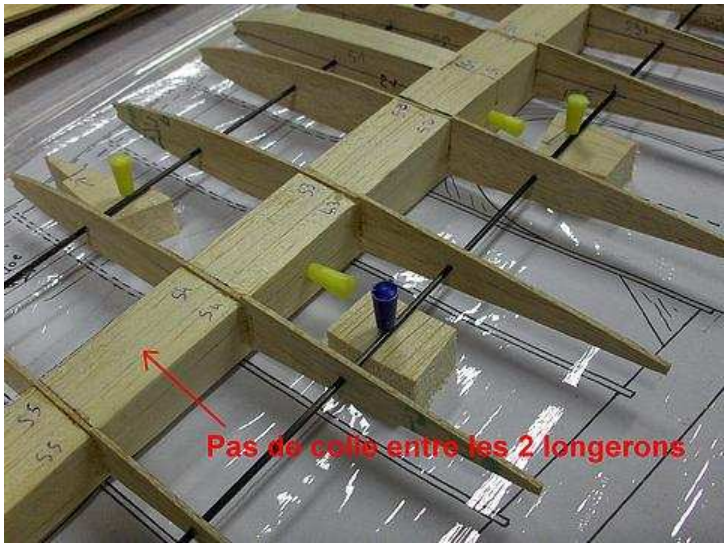




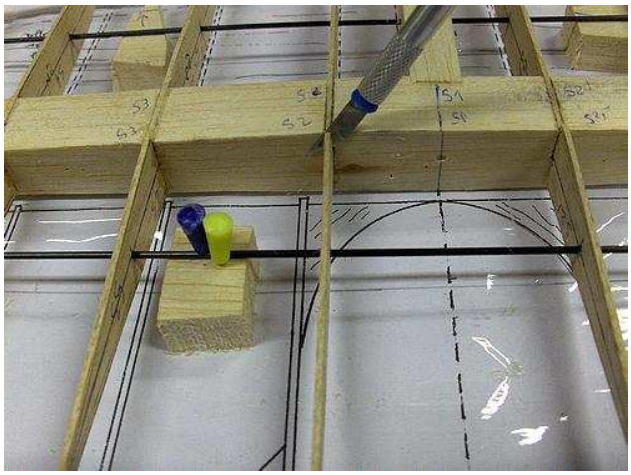


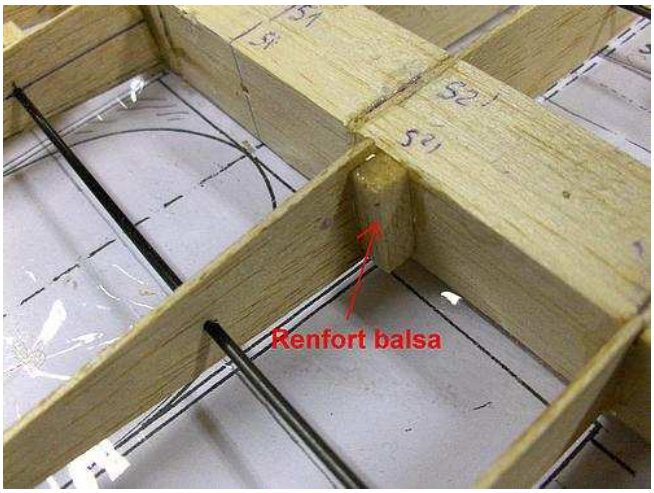
Faire un montage à blanc avec la CAP 2 mm (le longeron 15 mm est côté BA) et préparer des cales de 15 mm de haut. Vérifier en particulier que les nervures côté gouverne dépassent bien de 1,5 mm du longeron 8 mm en prévision du coffrage et ceci aussi bien à l'extrados qu'à l'intrados. Sinon ajuster.

Procéder maintenant au collage des nervures avec les cales de 15 mm sous la CAP. **Surtout ne pas mettre de colle entre les 2 faces internes des longerons balsa 15 et 8 mm.**

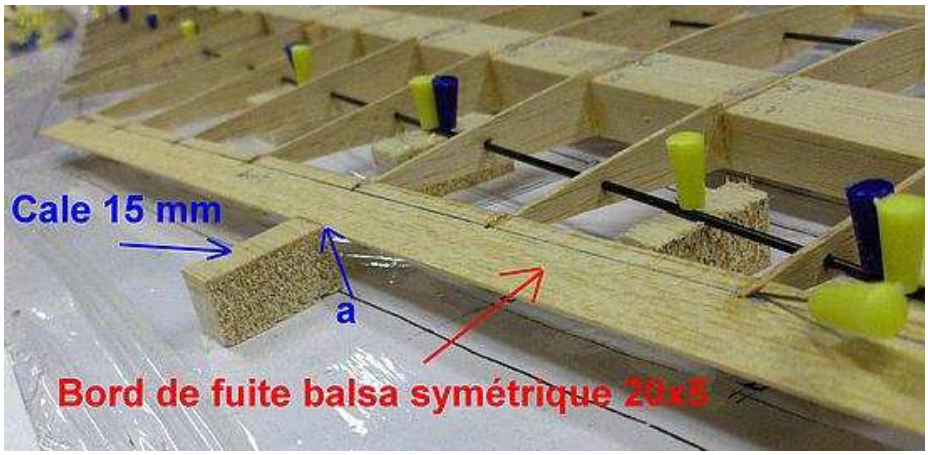


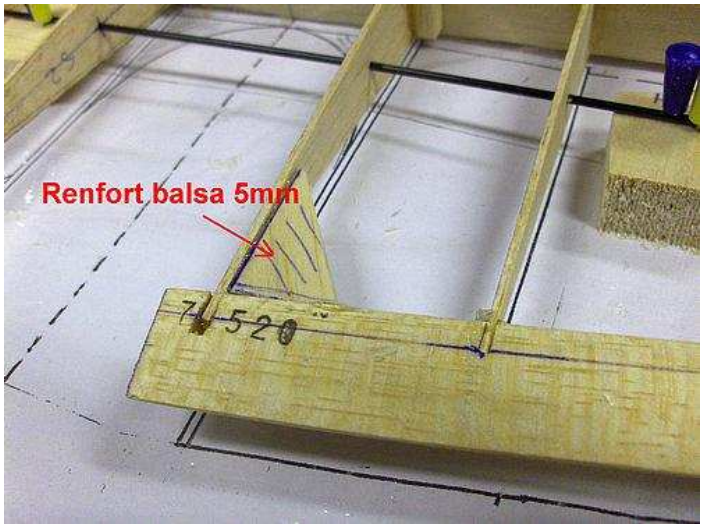
Une fois sec, couper au cuter la partie arrière de la nervure S2 et la recoller lègèrement décallée pour être conforme au plan. Coller un petit renfort en balsa.



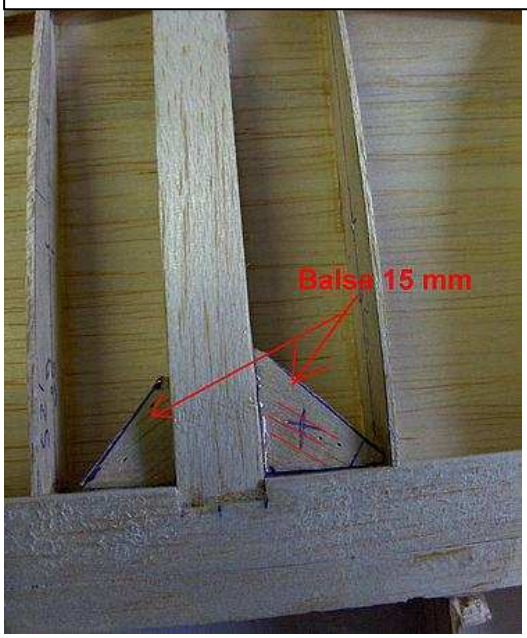


Coller le BA en baguette balsa 5x5

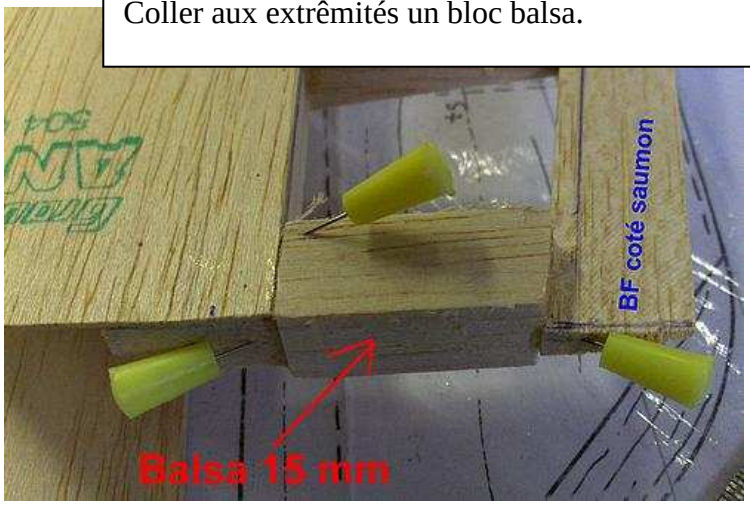




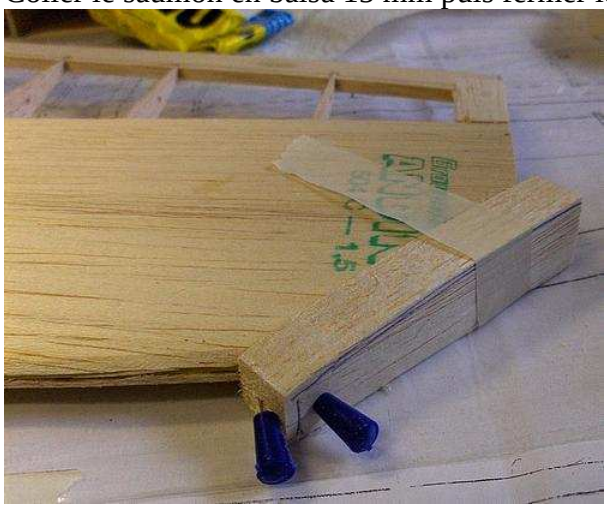
J’ai renforcé par 2 renforts en balsa 15 mm le collage de S1 sur le longeron (non prévu sur le plan).

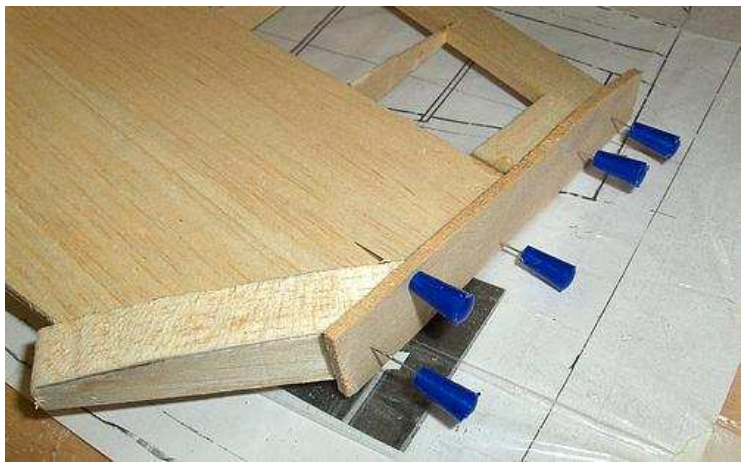


Coller le coffrage inférieur (balsa 1,5 mm).
Coller aux extrêmités un bloc balsa.

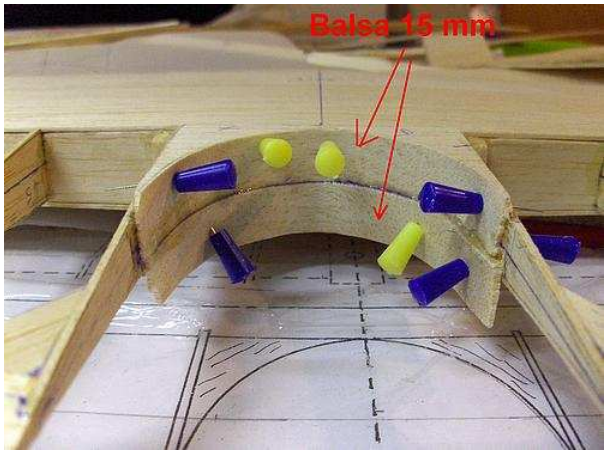


Coller le saumon en balsa 15 mm puis fermer le saumon avec du balsa 3 mm.





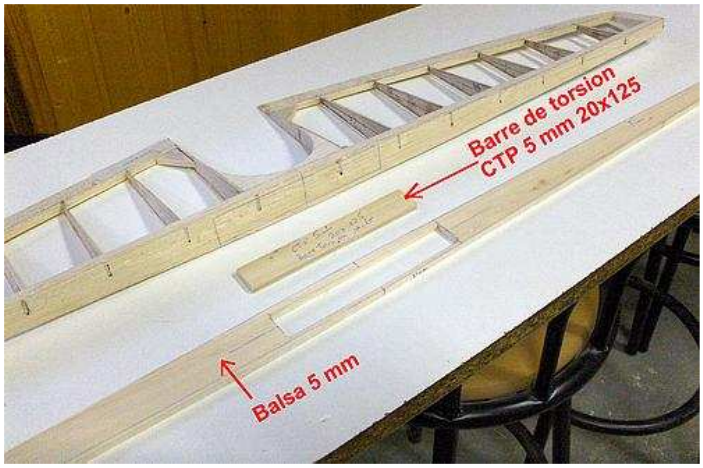
Découper dans du balsa 15 mm et coller les pièces ci-après.

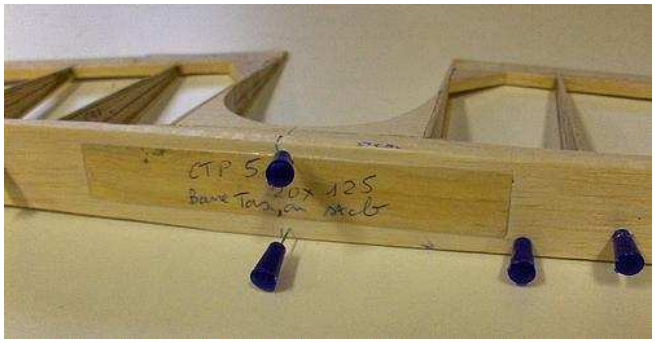


Poncer et voici le stab avant découpe de sa partie mobile :

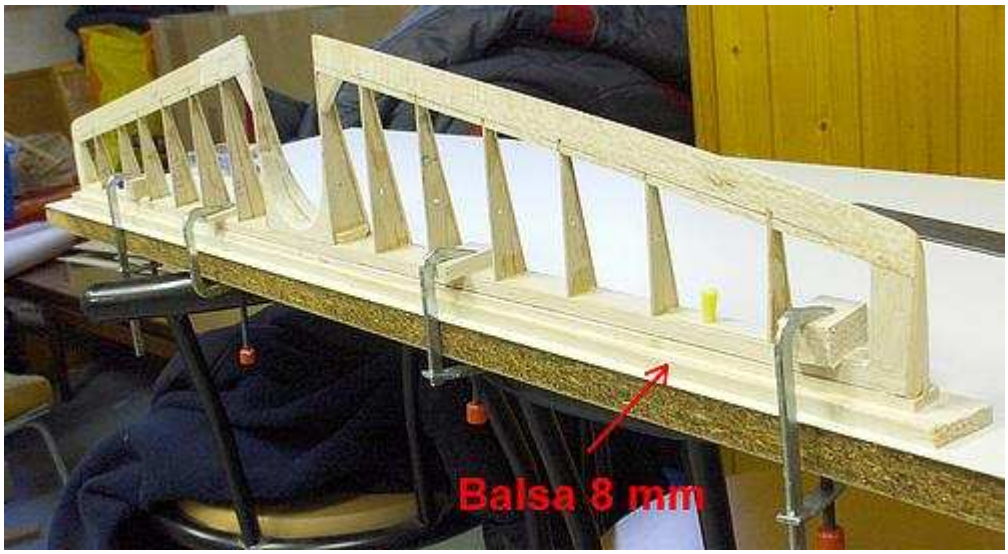
Avec un cuter ayant une lame suffisamment longue, découper la gouverne (vous allez couper exactement entre les 2 longerons 15 et 8 mm et seuls le coffrage et les nervures seront à couper)

Préparer dans du CTP 5 mm la barre de torsion du stab et un longeron en balsa 5 mm. Coller en place.





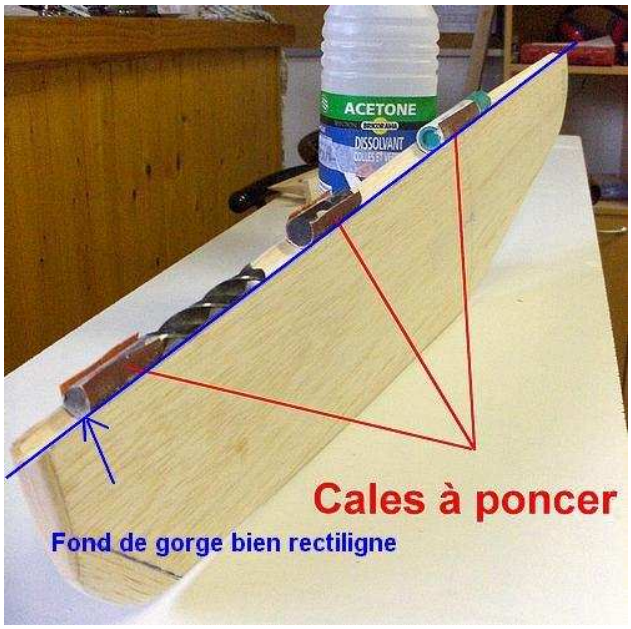
Recouvrir le tout de balsa 8 mm en prenant soin (afin d'éviter la déformation de la gouverne) de faire ce collage en appui sur une surface plane.

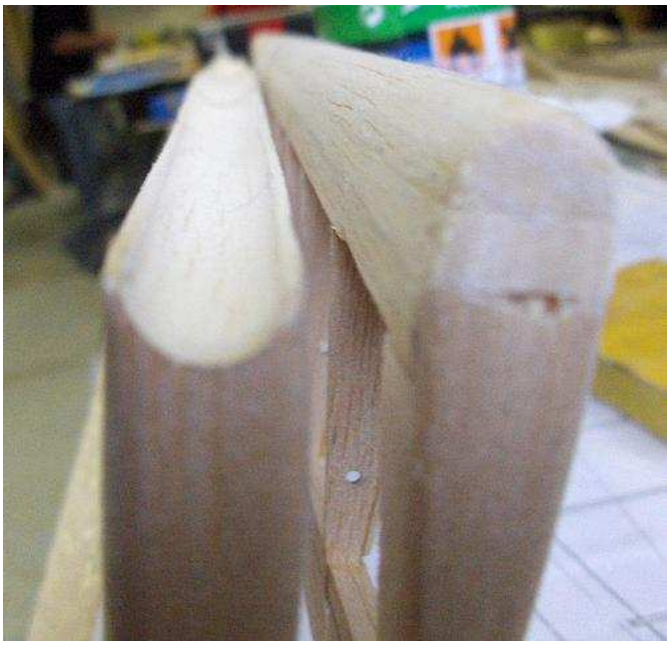


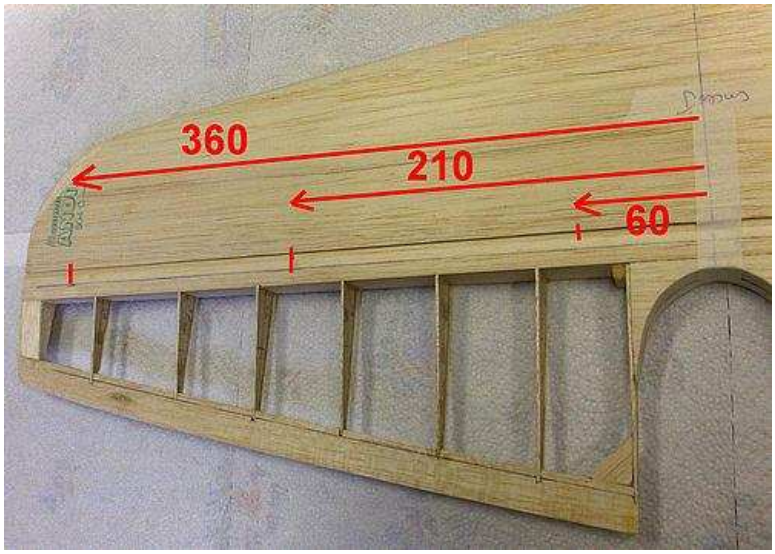
Construction de l'empennage horizontal (stabilisateur ou "stab") 2ème partie :

Poncer en demi rond le plan fixe du stab en s'aidant de cales à poncer de diamètres différents faites maison. S'assurer, avec une règle, qu'à la fin du ponçage le fond de la gorge est bien rectiligne.

Poncer également en demi rond la gouverne à la poncette. Là aussi l'arrondi doit être rectiligne.

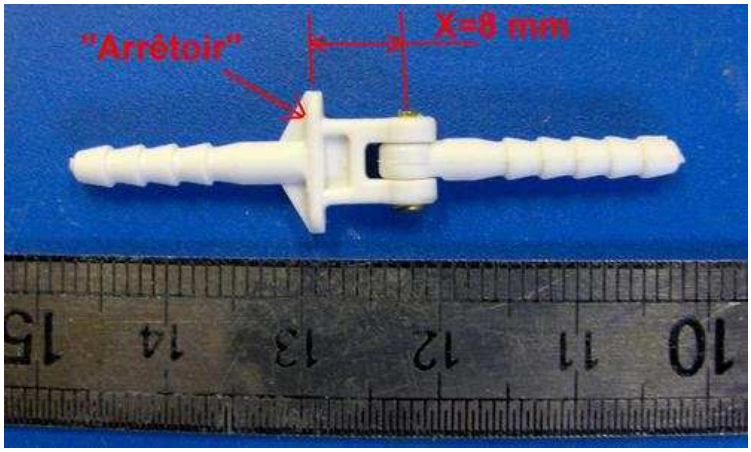


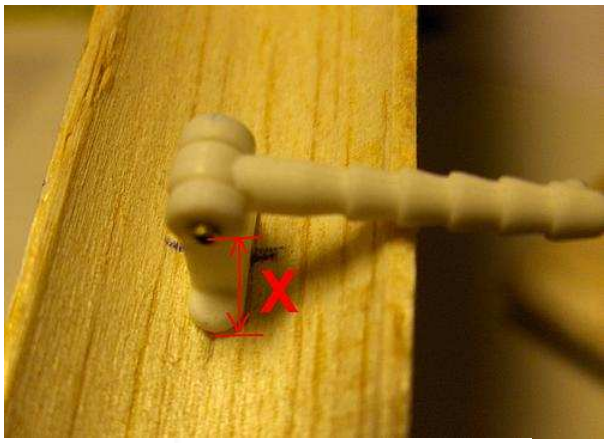




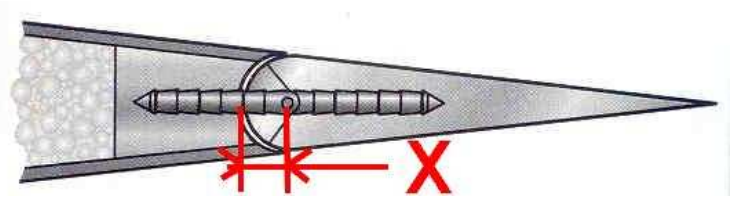
Repérer la position des charnières (j'ai mis 6 charnières tubulaires diamètre 3 mm pour articuler la gouverne).

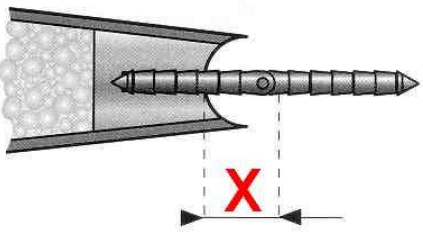
Ces charnières (Graupner) ont la particularité d'avoir un "arrêtoir" qui permet d'assurer un bon alignement en profondeur de l'axe d'articulation (la cote X)



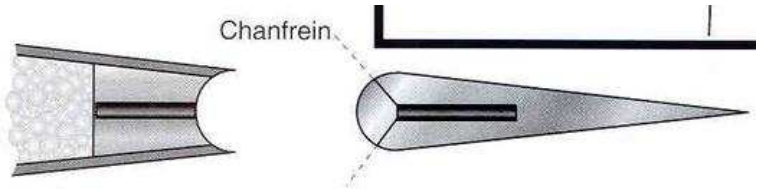


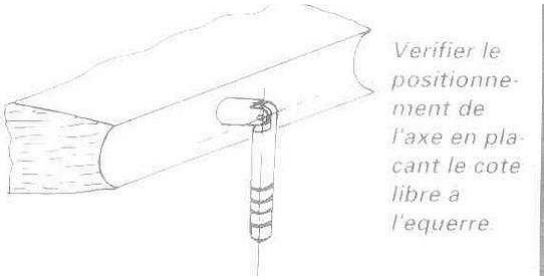
Le principe de l'articulation est illustré par les schémas ci-après :





Cote enfoncement à respecter





Préparer les perçages diamètre 3 mm dans le stab et la gouverne pour les charnières. Dans cette dernière faire les chanfreins pour l'encastrement et permettre le débattement.

Faire un essai à blanc de l'articulation de la gouverne et poncer éventuellement les zones ad hoc qui empêcheraient un libre pivotement. Le collage définitif des charnières se fera ultérieurement après entoilage.

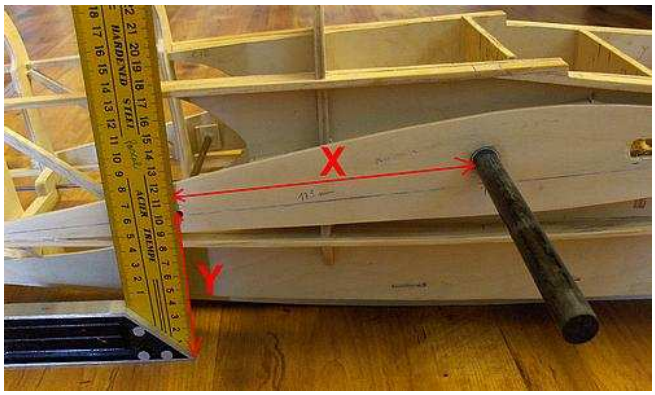
Mise en place des tétons d'incidence des ailes :

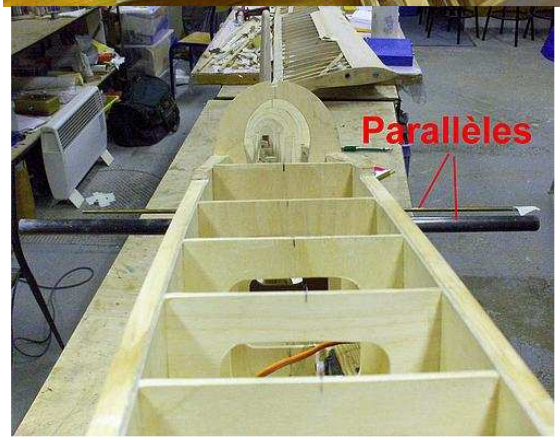
J'ai choisi des tétons en CAP diamètre 4 mm fixés dans chaque aile qui viendront s'emboîter dans un tube laiton (4mm x 5mm) traversant de part en part le fuselage. Cette opération doit être effectuée avec soin avec comme impératif d'avoir un calage en incidence des 2 ailes strictement identique.

1) Mise en place du tube laiton dans le fuselage.

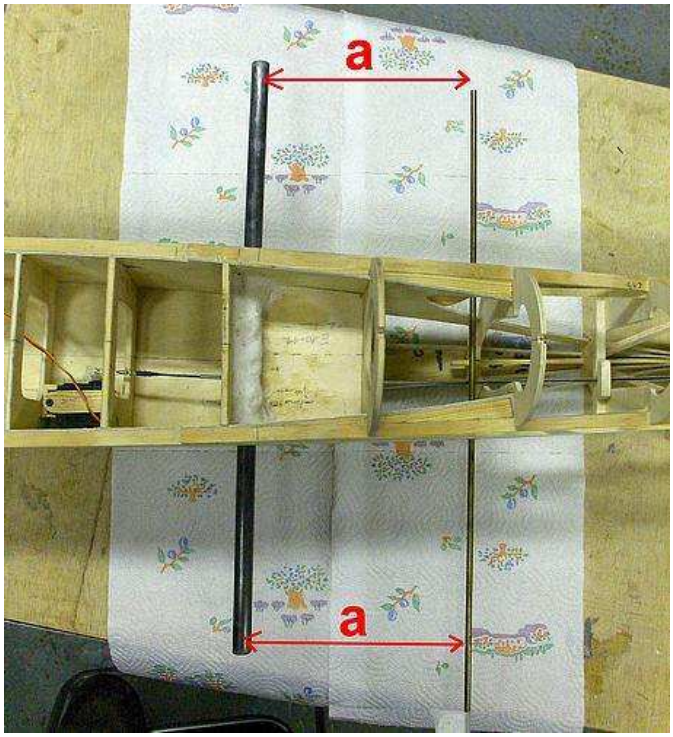
Positionner le fuselage de façon à ce que la dérive soit bien perpendiculaire au plan de travail (normalement les 2 hauteurs Z à la clé d'aile doivent être identiques).

Repérer sur la nervure du karman droit la position du tube d'incidence (cote X de 175 mm avec l'axe de la clé d'aile et position sur la ligne reliant le BA et le BF). Noter alors la cote Y et la reporter précisemment sur le karman gauche.

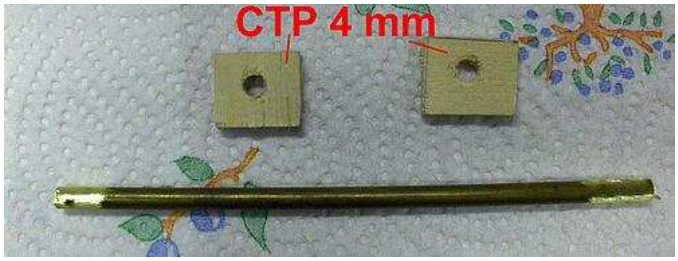




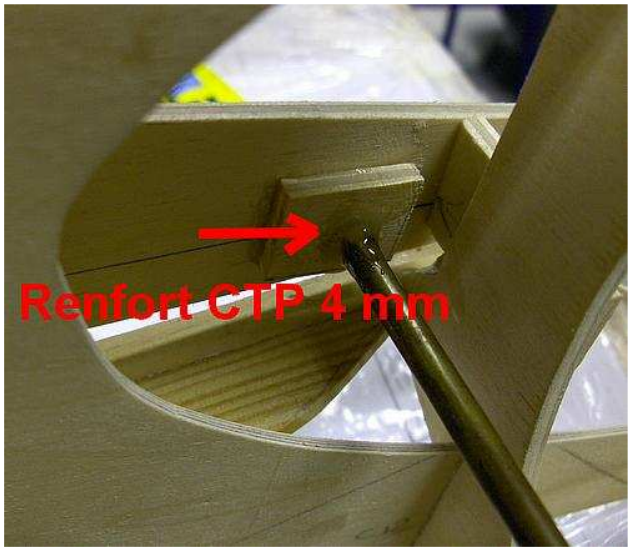
Percer les 2 karmans au diamètre 5 mm suivant marquage. Enfiler votre tube laiton de longueur bien supérieure à la largeur du fuselage. Vérifier alors deux choses. Premièrement, par une visée optique, que la clé d'aile et le tube laiton sont bien dans le même plan, deuxièmement que la valeur a est identique de chaque côté. De cette façon vous êtes sûr que le tube laiton et la clé d'aile sont bien dans un même plan et parallèles ce qui facilitera le montage et démontage des ailes.



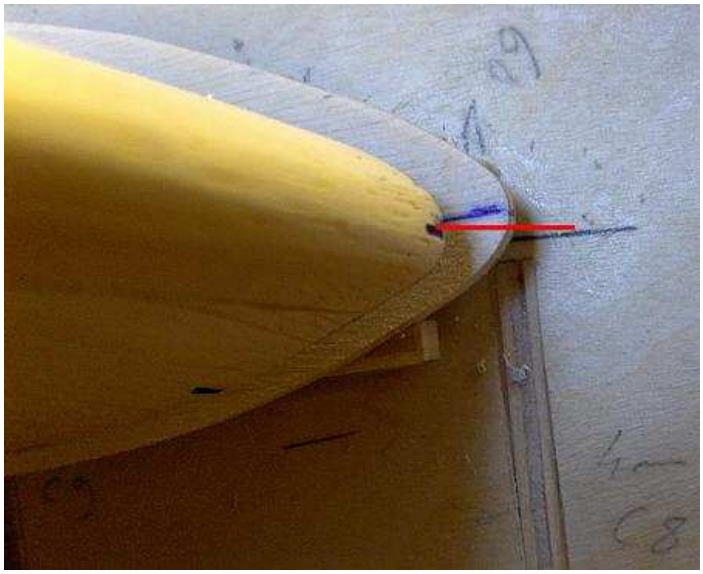
Couper à la bonne longueur le tube laiton et le dépolir au niveau des zones de collage. Préparer 2 renforts en CTP 4 mm percés au diamètre 5 mm.



Coller en place à la colle époxy.

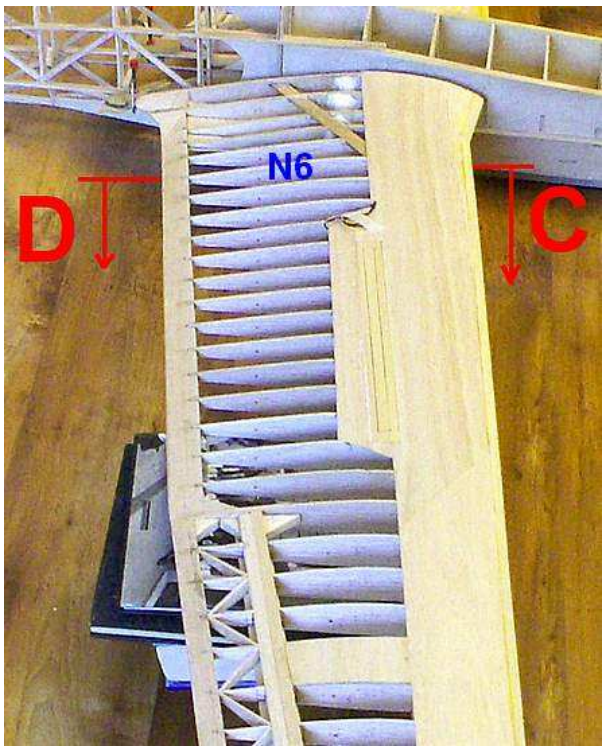


2) Collage des tétons d'incidence dans les ailes

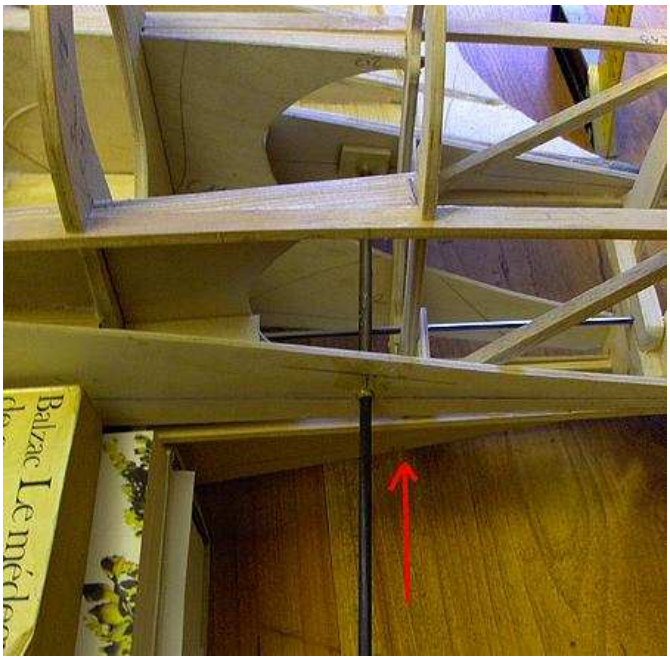


Monter l'aile droite sur le fuselage et la caler de façon à ce que, la dérive étant bien perpendiculaire au plan de travail (ou respect de la valeur Z au niveau de la clé d'aile du côté gauche), son BA à l'emplanture soit bien au niveau de la marque faite sur le fuselage repérant la position du BA (voir page 94).

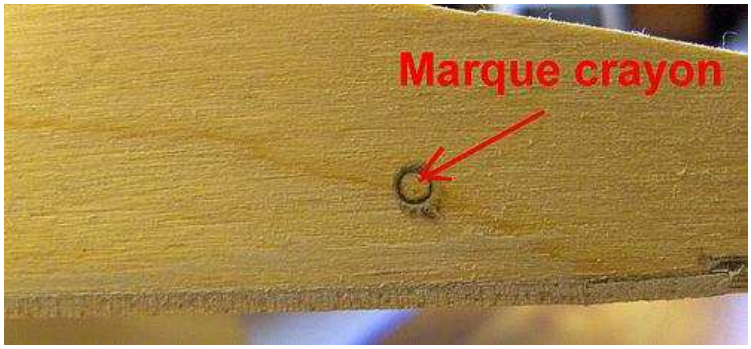
Noter alors impérativement pour référence (par exemple au niveau de la nervure N6), la cote C “plan de travail/BA” et la cote D “plan de travail/BF” de l’aile (si vous avez un incidencemètre, noter également pour mémoire la valeur d’incidence).



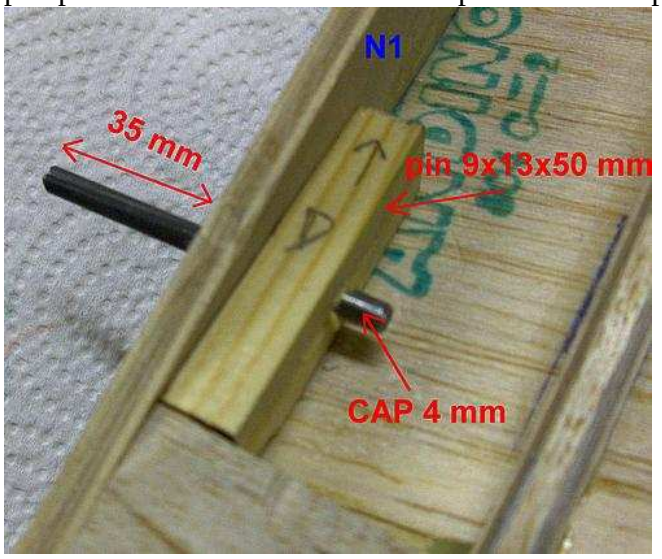
L’enfiler (par le côté gauche) dans le tube laiton du fuselage jusqu’à ce qu’elle bute sur la nervure d’emplanture de l’aile droite afin de la marquer.



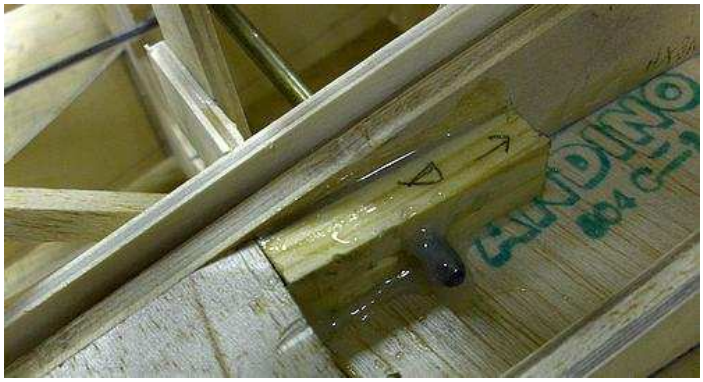
Sur la CAP 4 mm, crayonner son extrémité.

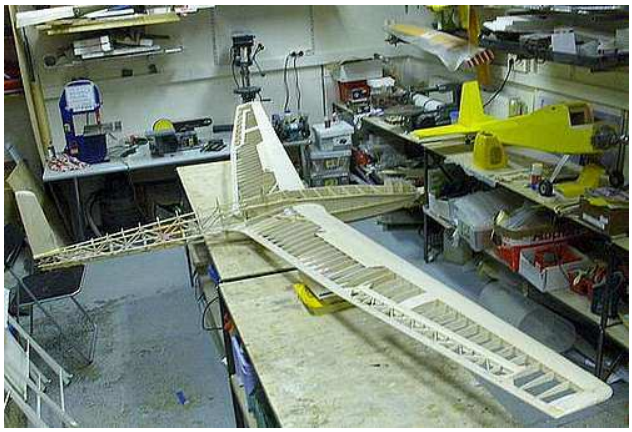


Démonter l'aile droite et monter l'aile gauche. Refaites la même opération de marquage (dérive perpendiculaire au plan de travail et/ou valeur de Z côté droit respectée) en vérifiant bien auparavant que l'incidence de l'aile gauche est identique à celle de l'aile droite grâce au respect, au niveau de la nervure N6, des cotes C plan de travail/BA et D plan de travail/BF identiques à celles de l'aile droite (si vous avez un incidencemètre vérifiez que vous avez bien la même valeur que pour l'aile droite).
Démonter l'aile et percer au diamètre 4 mm la nervure d'emplanture N1 de chacune des 2 ailes suivant le marquage. Préparer dans une chute du longeron d'aile en pin 9x13 un morceau de longueur 50 mm et y faire un trou diamètre 4 mm pour constituer un renfort. Couper la CAP 4 mm afin que celle-ci dépasse d'à peu près 35 mm de la nervure d'emplanture. La dépollir dans la zone de collage.



Afin d'éviter le collage intempestif de la CAP avec le tube laiton, avant collage à la colle époxy, enduire légèrement d'huile les 35 mm de la partie de la CAP dépassant de la nervure ainsi que l'intérieur du tube laiton. Coller en place, CAP engagée dans le tube laiton et ceci pour les 2 ailes.

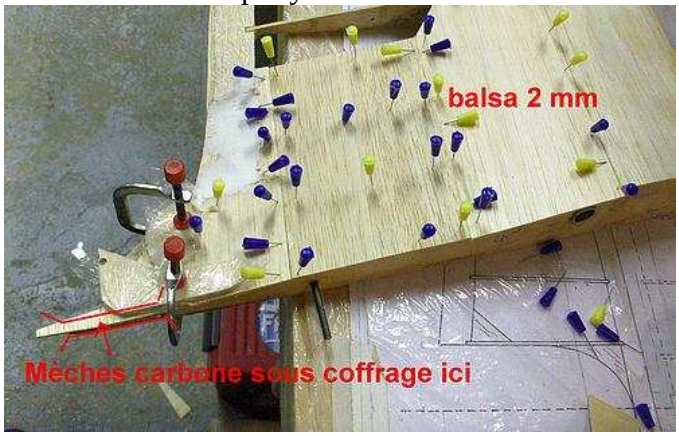


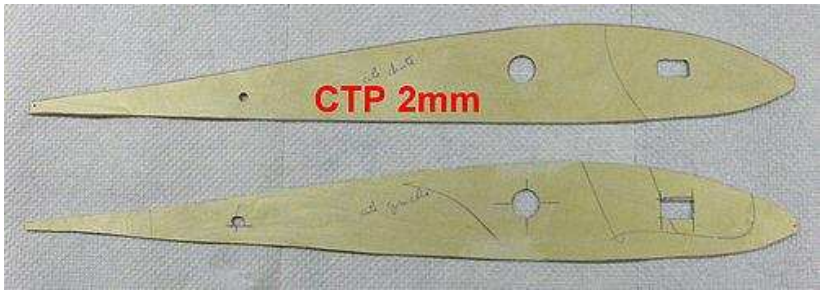


Une fois les collages bien durcis vous devez pouvoir désacoupler les ailes du fuselage sans aucune difficulté.

Ajustement aile/karman :

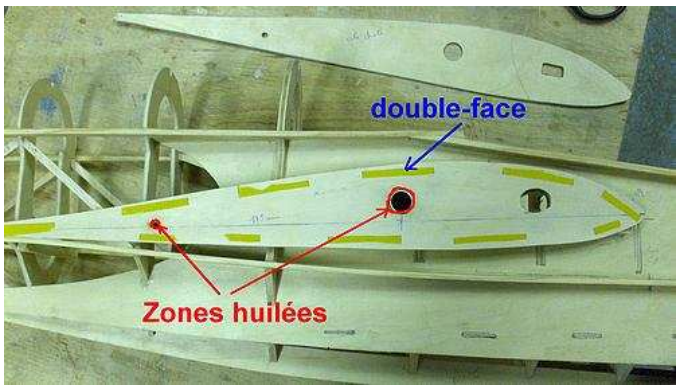
Procéder au coffrage en balsa 2 mm de l'arrière de l'extrados des ailes au niveau de l'emplanture. Afin de renforcer la zone fragile de la pointe, j'ai mis sous le coffrage à ce niveau quelques mèches en carbone enduites de colle époxy.



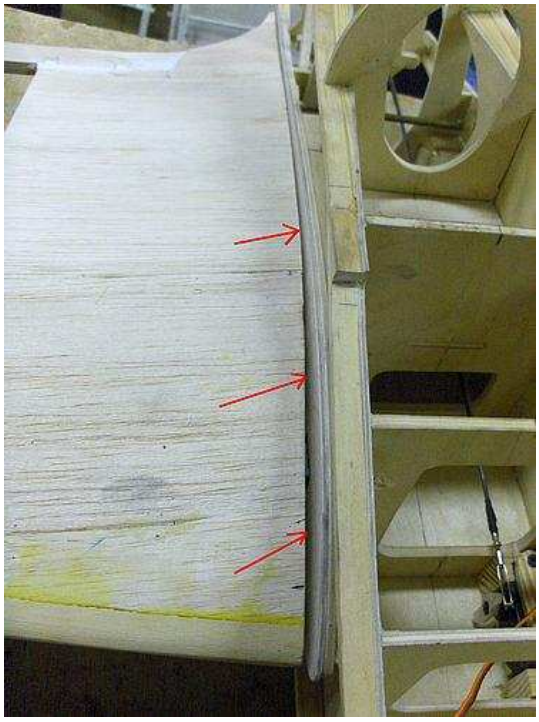


Dans du CTP 2 mm découper pour chacune des ailes une nervure d'emplanture avec une marge de 3 mm. Y faire les trous de passage pour le téton d'incidence, la clé d'aile et la prise de servo.

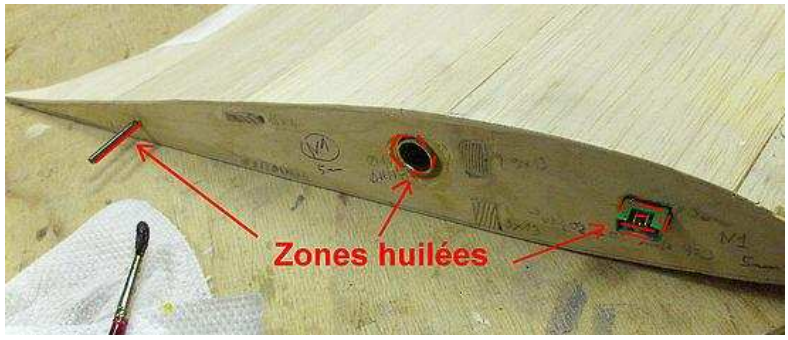
Poser sur le karman des morceaux de scotch double face sur tout le pourtour. Huiler ou graisser au pinceau l'entrée des tubes. Fixer dessus la nervure CTP 2 mm.



Monter l'aile. Voici l'espace qui sera à combler avec un mélange résine + micro-ballon.



Huiler avec une huile épaisse ou graisser les zones ci-après :

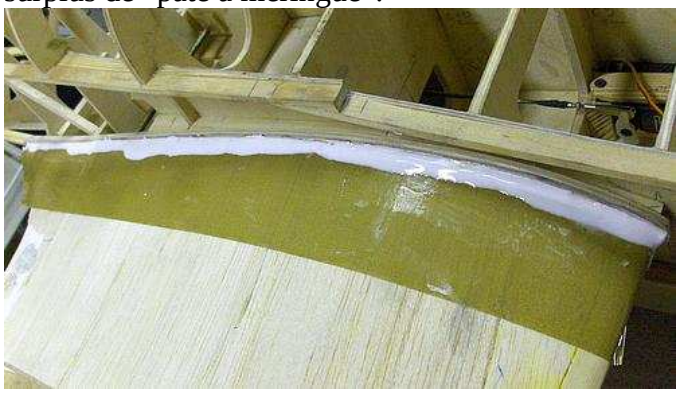


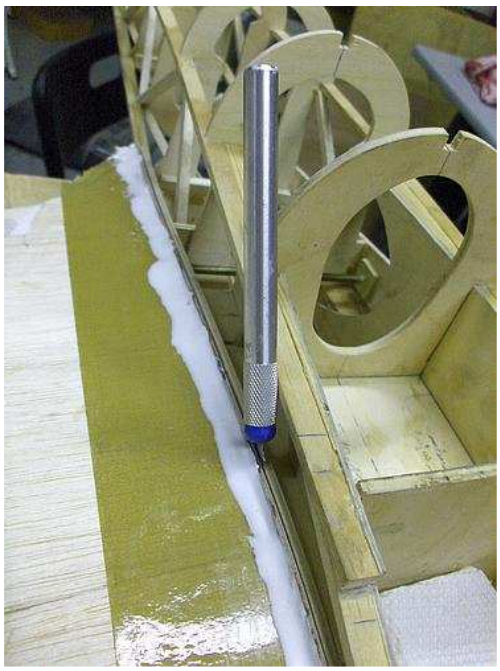
Mettre un scotch plastique à l'intrados et l'extrados à l'emplanture de l'aile.

Préparer le mélange résine époxy + micro-ballon afin d'obtenir une texture de type "pate à meringue" c'est à dire un mélange ne coulant pas.

Déposer ce mélange sur la nervure d'emplanture de l'aile en contournant les zones des tubes et connecteur servo.

Huiler la clé d'aile en carbone et monter l'aile bien en butée contre le karman. Enlever éventuellement le surplus de "pate à meringue".





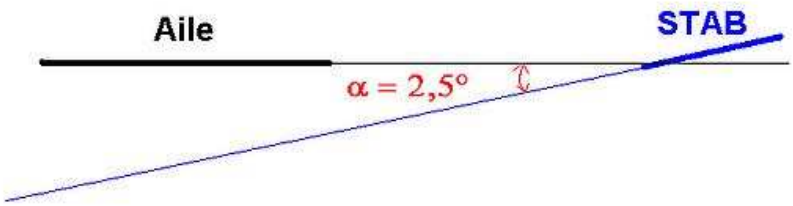
Laisser durcir 24 heures.

Enlever la clé d'aile puis passer sur le pourtour de la nervure un coup de lame de cuter pour décoller le scotch double face et libérer ainsi votre aile.

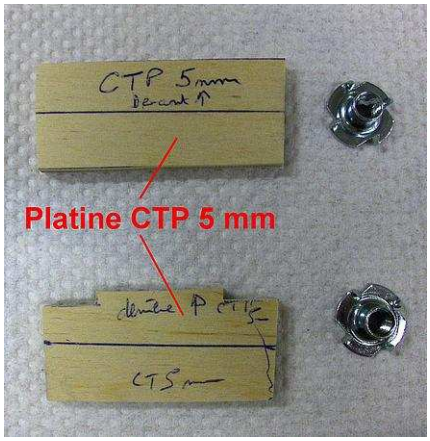
Voici maintenant l'aile bien ajustée au karman !

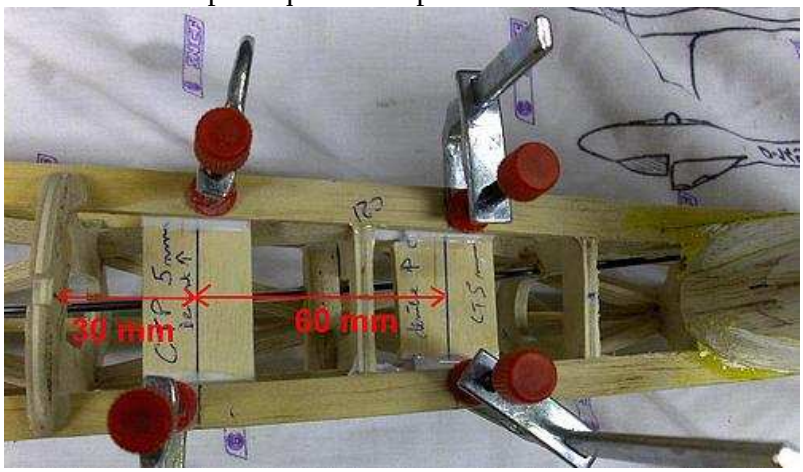
Enlever l'exédent de matière (CTP 2 mm et micro-ballon) avec une lime à bois puis lime à métaux puis poncette jusqu'à affleurer le scotch plastique marron.

Réalisation de l'assise et du calage du stab :
Le stab sera fixé sur le fuselage par 2 vis nylon diamètre 6 mm. L'assise du stab (que j'ai réalisé avec un mélange résine + microballon) doit garantir une valeur de Vé longitudinal (angle entre le stab et l'aile) de 2,5° conformément aux indications figurant sur le plan.



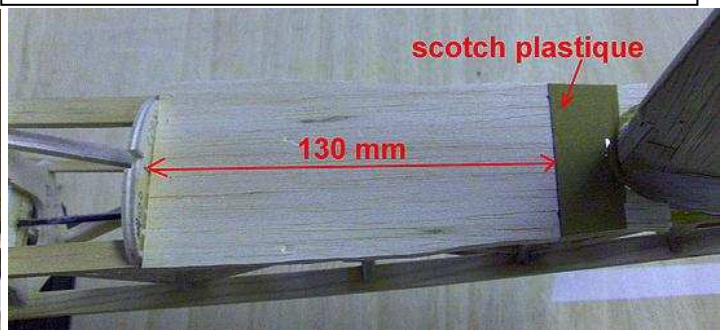
Le principe que j'ai utilisé pour respecter cette valeur de 2,5° est le suivant : j'ai calé le fuselage (avec ses 2 ailes montées) de telle sorte que la corde des ailes au niveau des nervures N6 soit parallèle au plan de travail (calage à 0°). J'ai ensuite calé le stab à 2,5°. Tous les détails de cette opération délicate ci-après.
- Préparation du fuselage :
Préparer et coller en place sur le fuselage 2 platines en CTP 5 mm de 25 mm de largeur qui recevront les écrous à pointes pour les vis de fixation du stab en plastique 6 mm (respecter les cotes de 30 et 60 mm). Pour réduire la masse d'équilibrage, choisissez plutôt des écrous en plastique et une platine en CTP 3mm.



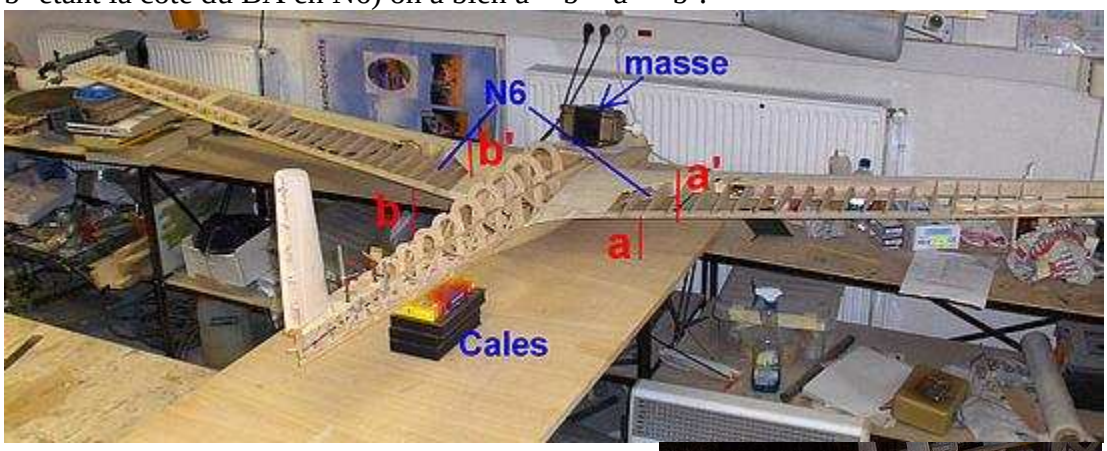


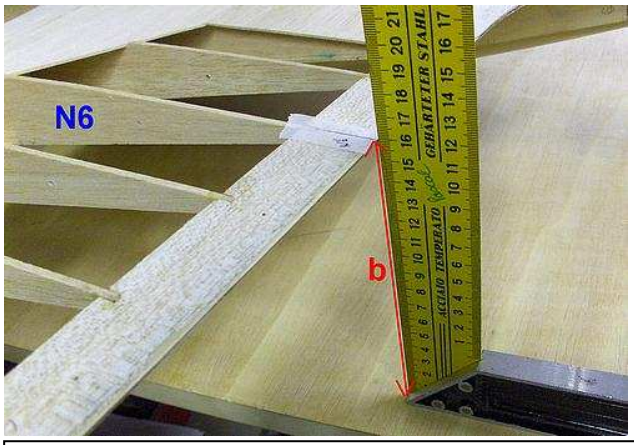
Coller sur le dessus des lisses du fuselage une planche balsa de 5 mm.

Mettre en place à 130 mm du couple un scotch plastique (130 mm = longueur en S1 de la partie fixe du stab).

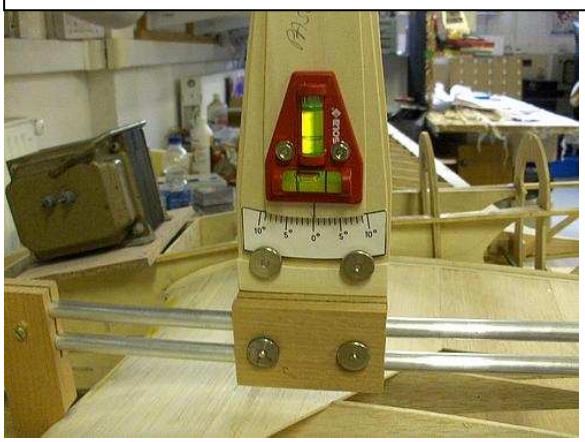


Sur votre plan de travail, monter les ailes sur le fuselage et caler de façon à ce que la corde des ailes soit parallèle au plan de travail. Pour ceci vérifier en N6 que (a et b étant la cote du BF en N6 et a' et b' étant la cote du BA en N6) on a bien a = b = a' = b'.



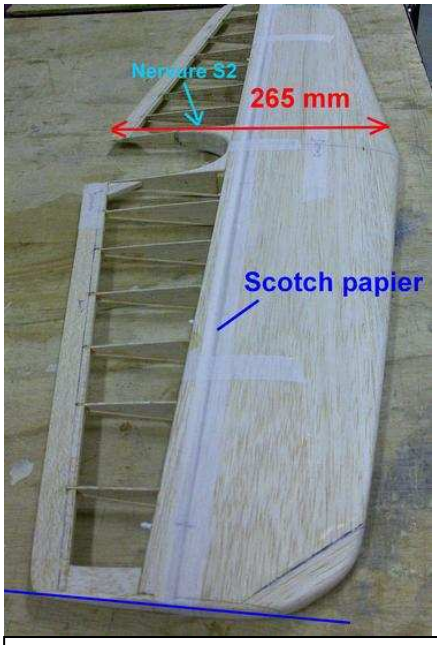


Si votre plan de travail est bien horizontal, mais ce n'est pas indispensable, et si vous avez un incidencemètre, celui ci doit indiquer normalement 0°. Vérifier alors que la dérive est effectivement bien perpendiculaire au plan de travail.

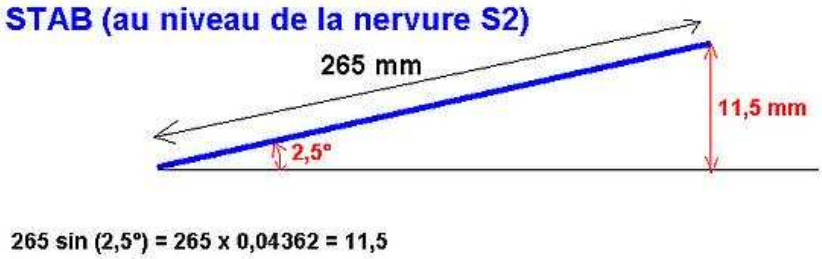


Si tout est OK assurer la stabilité de l'ensemble en mettant une masse au niveau de l'avant du fuselage.
Préparation du stab :

Scotcher la gouverne du stab sur sa partie fixe à l'aide de scotch papier de façon à ce que la gouverne soit précisément dans l'alignement de la partie fixe.

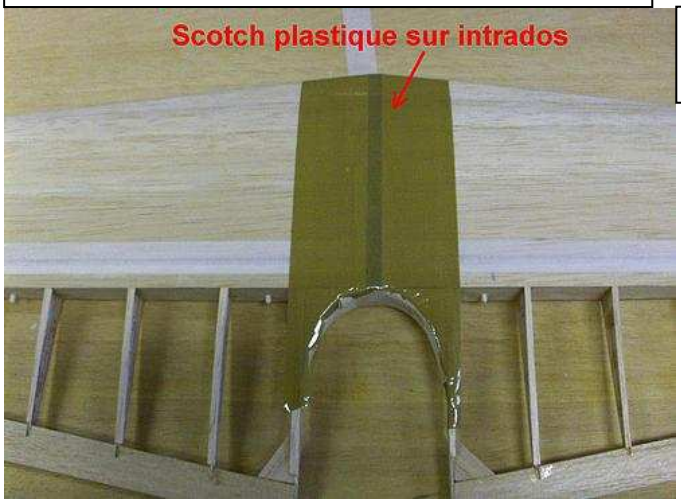


Au niveau de la nervure S2, noter la cote entre le BA et le BF (moi 265 mm). C'est à l'aide de cette valeur multipliée par sinus(2,5°) que vous allez déterminer la différence de hauteur en S2 entre le BA et le BF lors de la mise en place du stab. Dans mon cas cette différence = 11,5 mm.



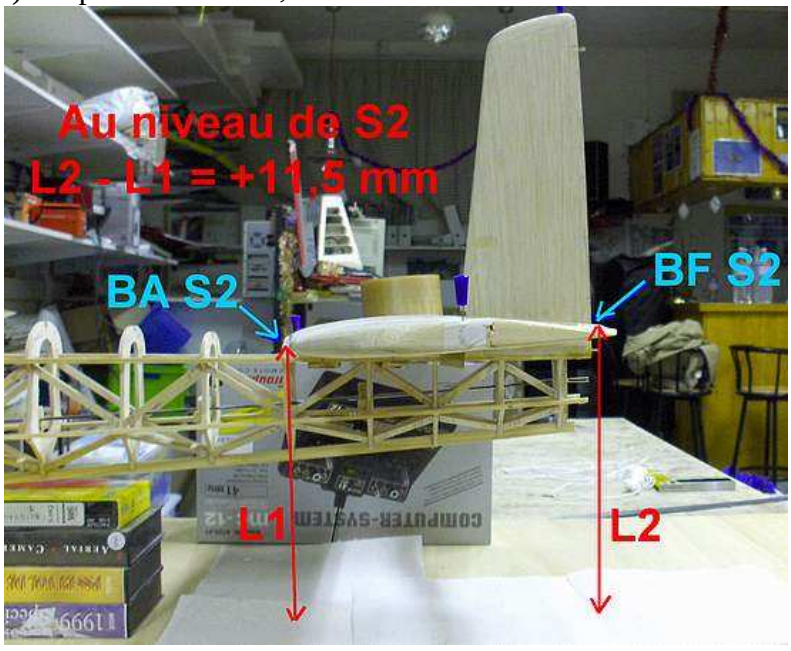
265 sin (2,5°) = 265 x 0,04362 = 11,5

Coller à l'intrados du stab un scotch plastique.

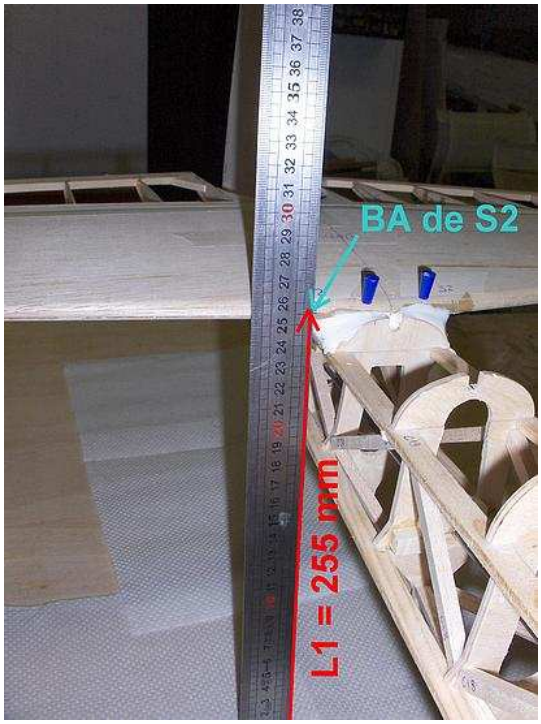


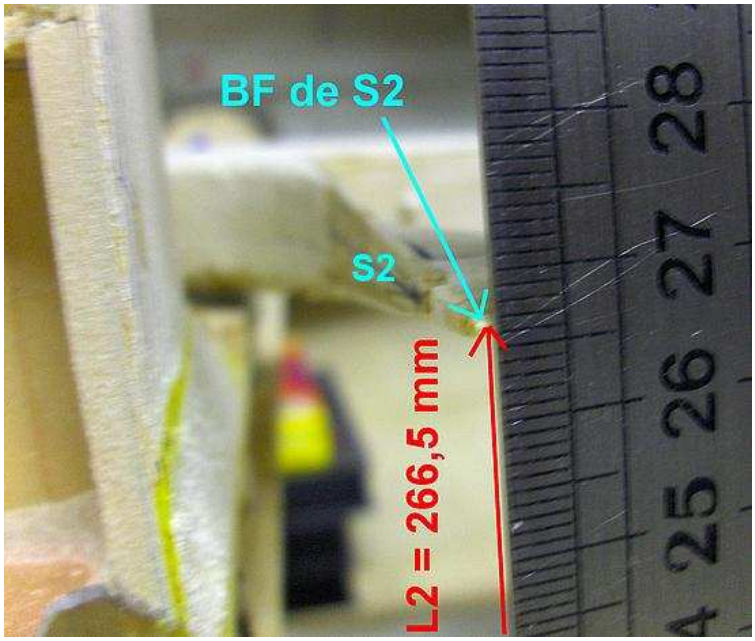
Enduire la planchette balsa 5 mm de "pâte à meringue" (mélange résine époxy +

Poser le stab dessus et le positionner en respectant les 3 points suivants :
1) Respect du Vé de 2,5° :

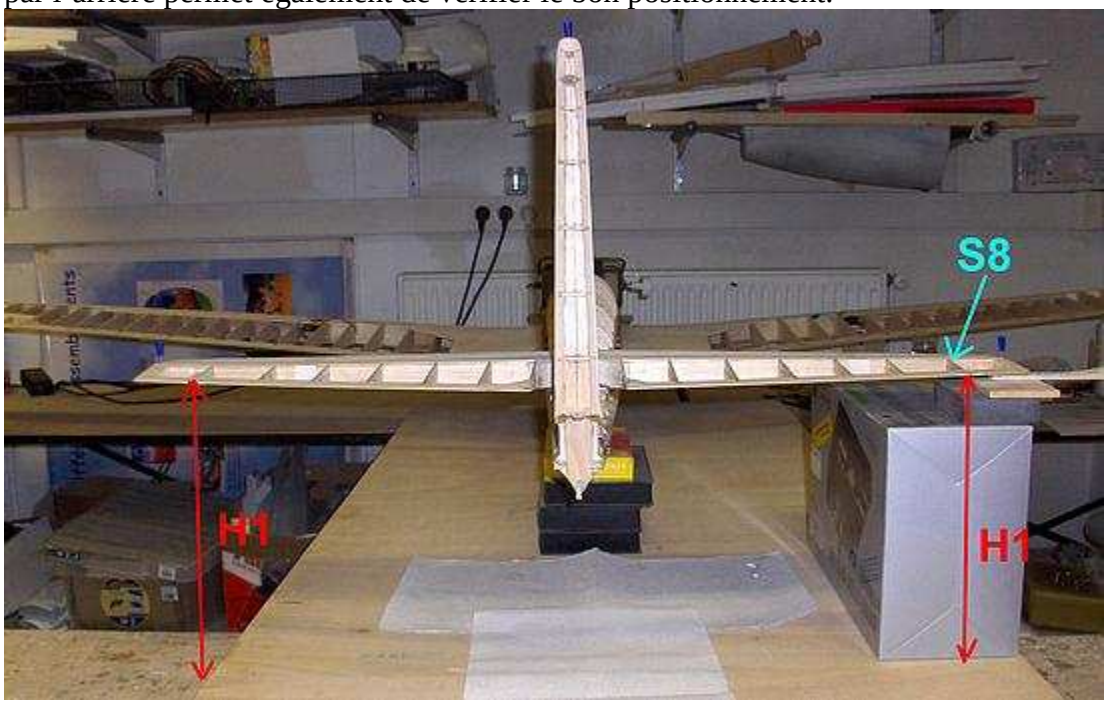


Au niveau de S2, L2-L1 doit être égal à 11,5 mm (L2>L1).

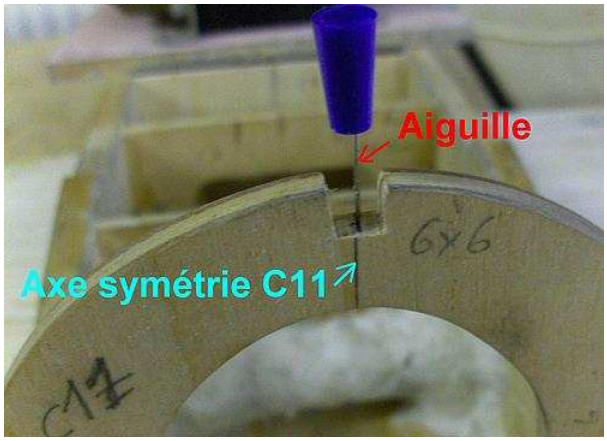


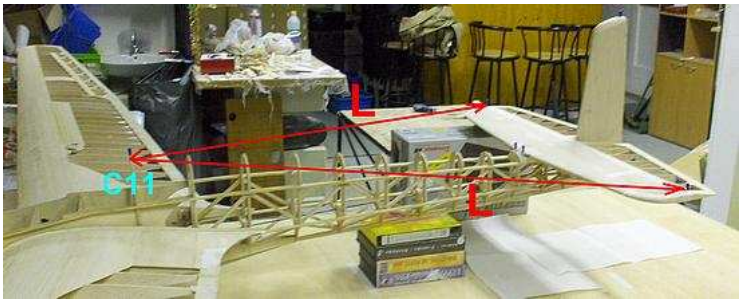


2) Stab bien perpendiculaire à la dérive et correctement positionné par rapport aux ailes :
Vérifier que les cotes H1 au niveau du BF des 2 nervure S8 du stab sont identiques. Un petit coup d'oeil par l'arrière permet également de vérifier le bon positionnement.

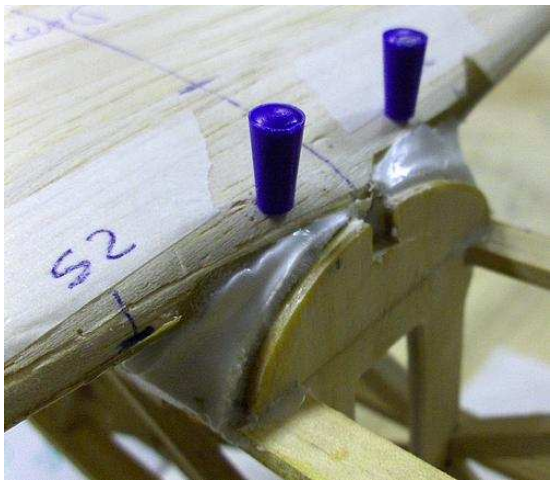


3) Stab bien perpendiculaire à l'axe du fuselage :
Planter une aiguille au niveau de l'axe de symétrie du couple C11. Vérifier ensuite avec une ficelle que les 2 valeurs L sont idendiques.





Combler éventuellement avec la “meringue” les interstices au niveau du stab.

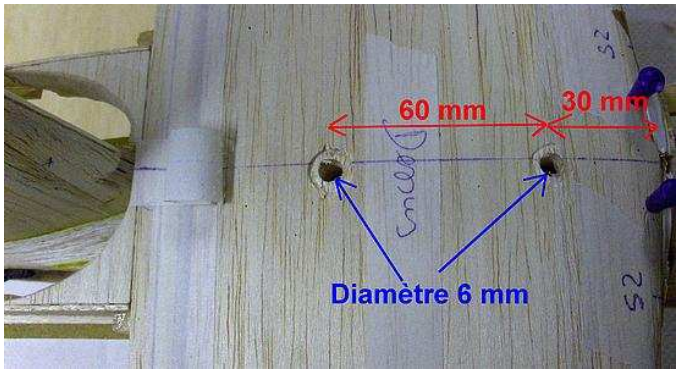


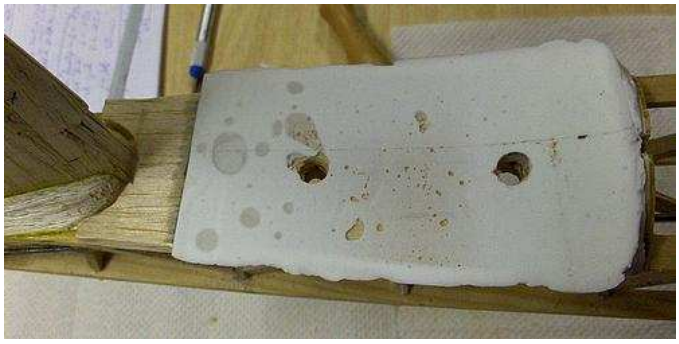
Revérifier les points 1), 2) et 3) et laisser durcir 24 heures.

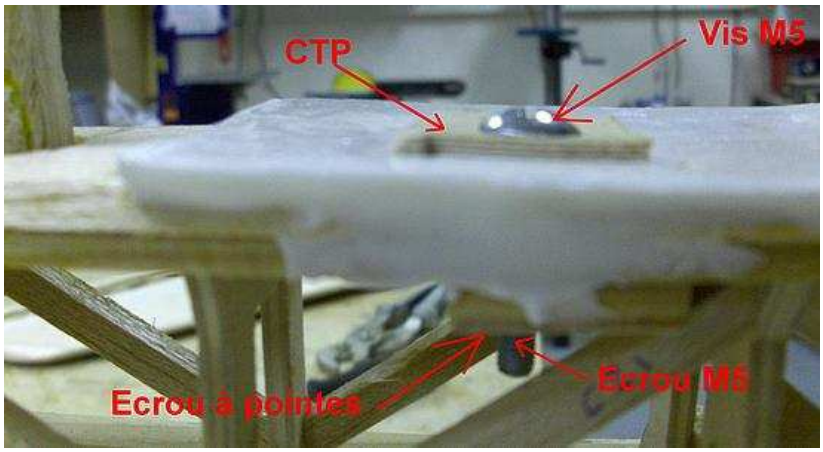
Fixation du stab :

Stab toujours en place, percer 2 trous de diamètre 6 mm de part en part (stab + platine CTP 5mm) suivant cotes.

Otez maintenant le stab de son assise (y aller doucement car le scotch plastique adhère légèrement au microballon).

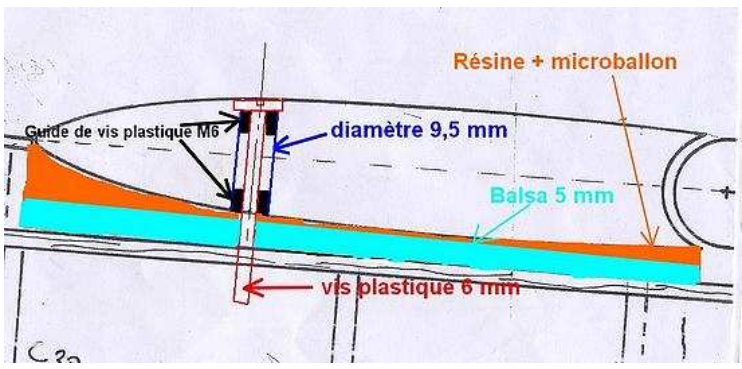






Repercer les platines CTP au diamètre 8 mm. Coller en place, sous les 2 platines CTP, les 2 écrous à pointes à la colle époxy. Pour cela faire passer à travers les trous un boulon de diamètre 5 (avec une rondelle en CTP) et serrer avec un écrou de façon à enfoncer les pointes dans le CTP 5 mm.

Afin d’avoir un bon guidage sans jeu des vis plastique M6 dans le stab, j’ai utilisé des guides vis en plastique suivant dessin ci-après :

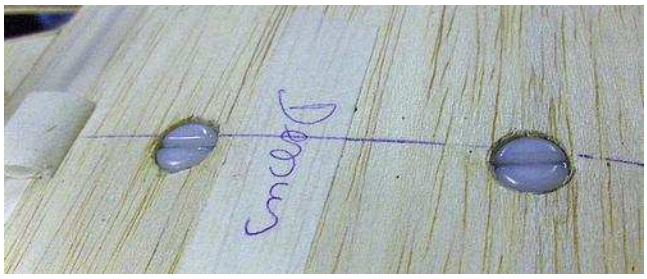


Repercer le stab au diamètre 9,5 mm. Au niveau des trous côté extrados faire le logement pour la tête de vis plastique 6 mm.

Coller (époxy) à l'intrados un guide vis affleurant le coffrage.

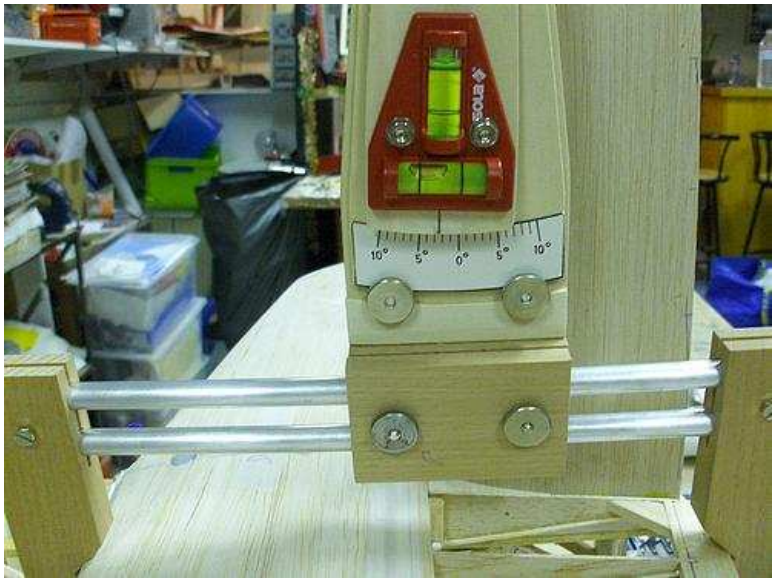
Avant que la colle ne soit dure, enduire le dessous de la tête de la vis plastique d'huile et mettre en place le stab. Serrer les 2 vis plastique 6 mm jusqu'à ce que les têtes de vis affleurent le coffrage.

Coller à l'extrados, affleurant le coffrage, un autre guide vis.



Laisser durcir la colle.

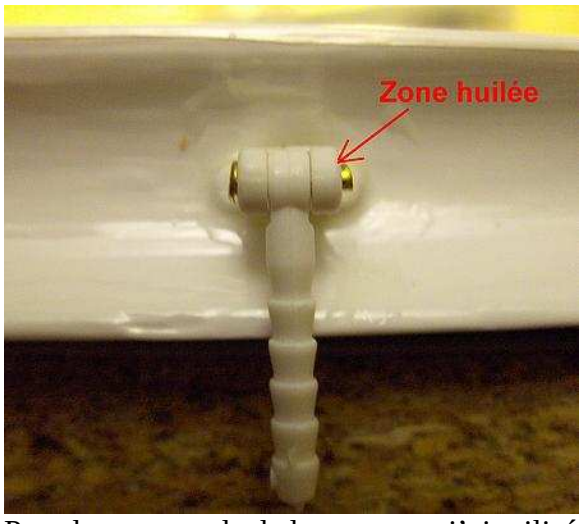
Si vous avez un incidencemètre (et si votre chantier est horizontal) vous pouvez vérifier qu'effectivement le stab est bien calé à 2,5°.



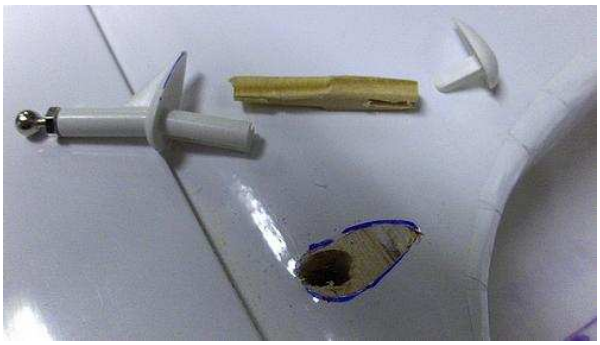
Démonter le tout (stab et ailes du fuselage) puis poncer le surplus de "meringue" sur le côté de l'assise du stab. Voici ce que cela donne :

Voilà une bonne chose de faite. Tous les réglages de la géomètrie du planeur sont maintenant terminés.

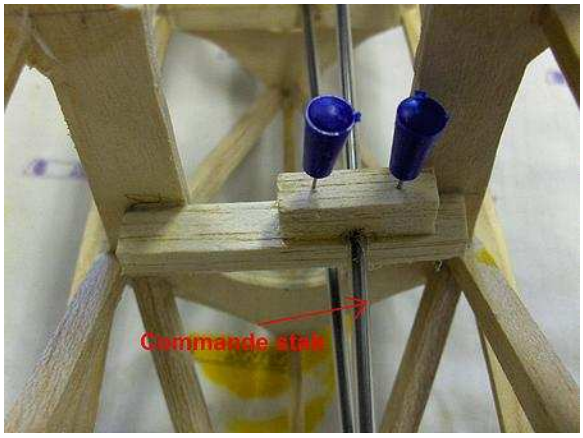
Commande du stab :
Préparer (mastic léger balsa pour masquer les défauts, ponçage et dépoussièrage) le stab. L'entoiler (moi j'ai choisi l'entoilage à l'Oracover) en prenant garde de ne pas voiler le stab (plan fixe et la gouverne). Pour cela, après avoir fixé sur le pourtour du stab l'oravover au fer à solar côté intrados et extrados, tendre le revêtement sur une longueur de 10 cm alternativement côté intrados puis extrados.Coller à la colle époxy les charnières dans le plan fixe et s'assurer qu'elles sont toutes bien perpendiculaires et alignées suivant une droite. Une fois la colle dure, huiler l'articulation des charnières et coller les charnières dans la gouverne en s'assurant qu'au niveau de la nervure S2 il puisse y avoir un débattemment minimum de + ou - 20 mm.

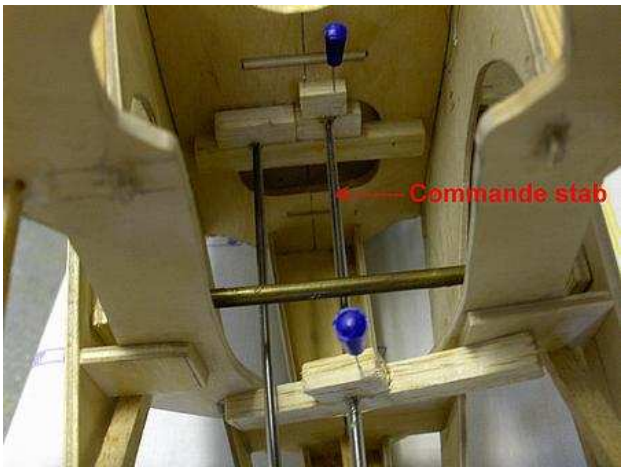


Pour la commande de la gouverne j'ai utilisé au niveau du volet un guignol à rotule qui facilitera l'opération de démontage du stab à chaque séance de vol (je me pose quand même la question de savoir si j'ai bien fait et si ce type de connection est sûr. Ne faudrait-il pas mieux mettre une chape métallique classique à ce niveau ?). Vu l'épaisseur du volet j'ai été obligé de confectionner une petite rallonge en pin.



La tringlerie de commande est un jonc carbone 2 mm guidé sur toute sa longueur dans une gaine plastique. Celle-ci est maintenue dans le fuselage au niveau d'un couple sur 2 (comme pour la commande de profondeur) et elle est encastrée dans le côté des 3 derniers couples du fuselage pour faciliter la sortie.





Le servo est un Graupner C5077 fixé entre C8 et C9.

Tringlerie en place, repérer sur la gouverne la position du guignol et percer. Dépolir le plastique et coller le guignol à la colle époxy.

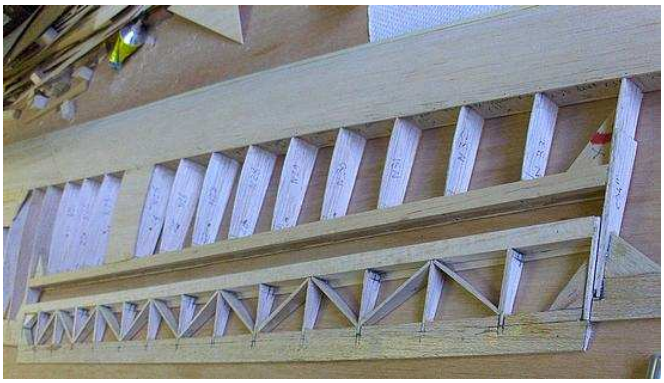
Couper à la bonne longueur le jonc carbone et y coller à l'époxy l'embout métallique fileté 2 mm.

Et voilà le résultat

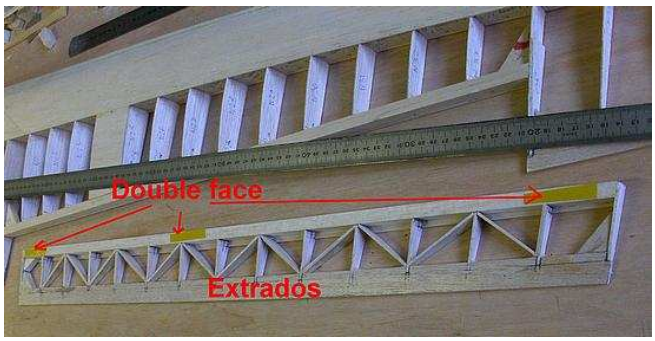
Découpe aileron - Entoilage de l'aile - Installation commande aileron - Immatriculation :

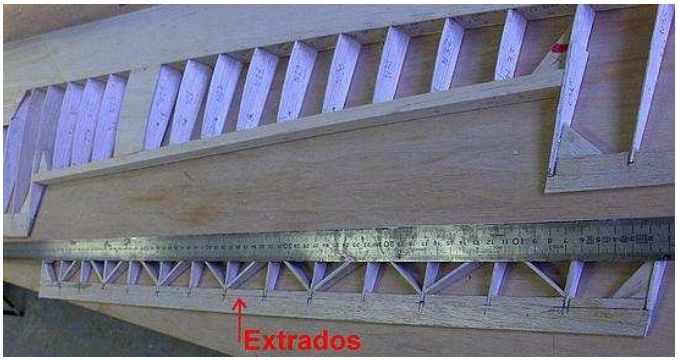
1) Découpe aileron

Découper au cuter l'aileron (normalement il n'y a juste que quelques coulures de colle à sectionner).

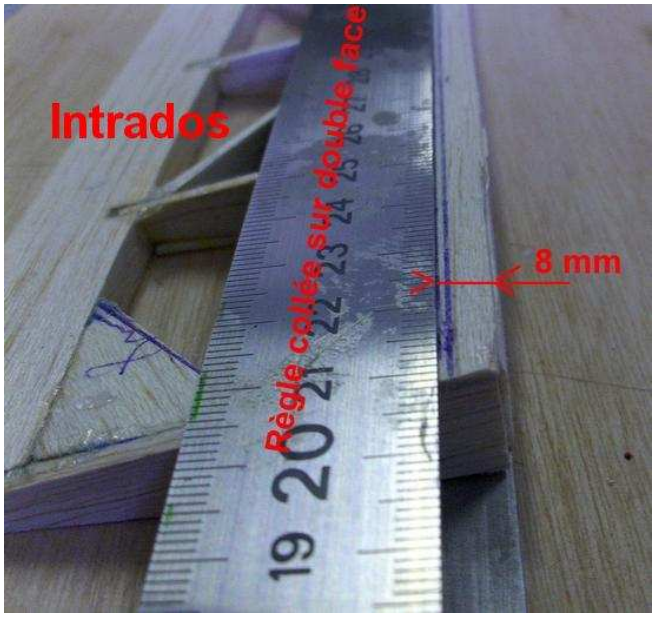


De façon à permettre de débattement vers le bas de l'aileron (course mini de 15 mm au niveau du BF côté emplanture) il faut maintenant biseauter le longeron de l'aileron. Pour cela, côté extrados, coller au double face une règle métallique à ras du longeron.

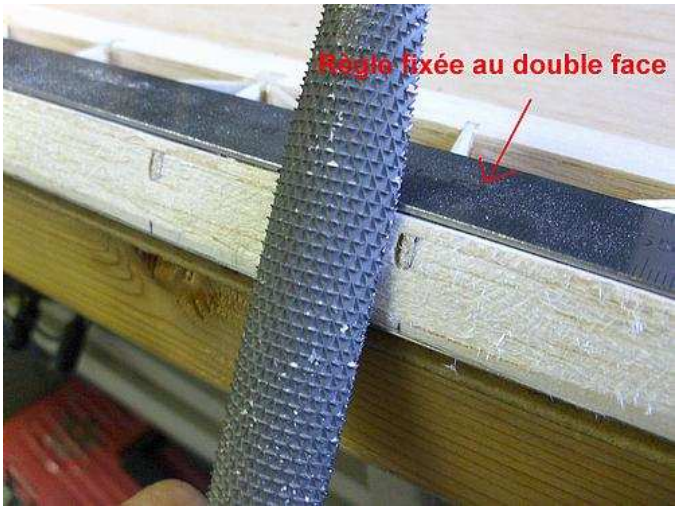




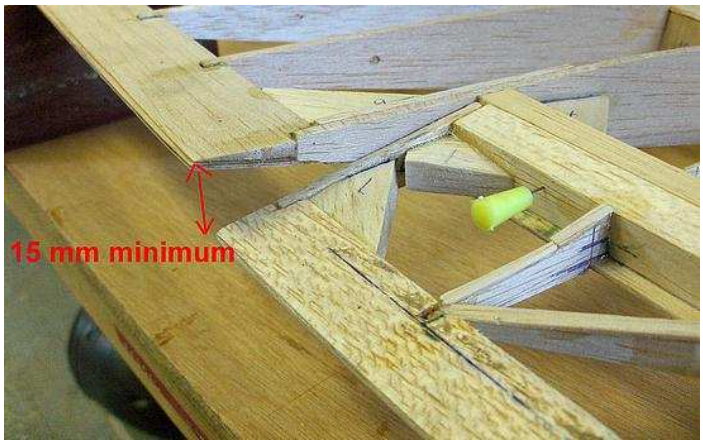
Faire de même côté intrados de l'aileron mais en collant la règle avec un retrait de l'ordre de 8 mm.



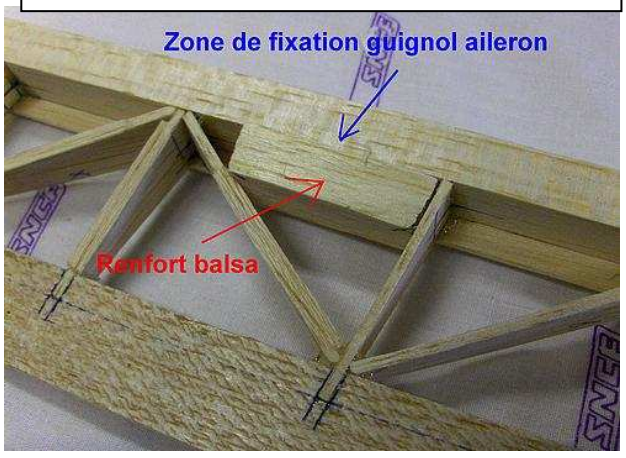
Faire le biseau en s'aidant des règles comme butée (râpe à bois, poncette).



Vérifier que le biseau est suffisant pour permettre un débattement minimum vers le bas de 15 mm.



Au niveau de la zone où vous allez mettre le guignol d'aileron, coller un renfort en balsa.

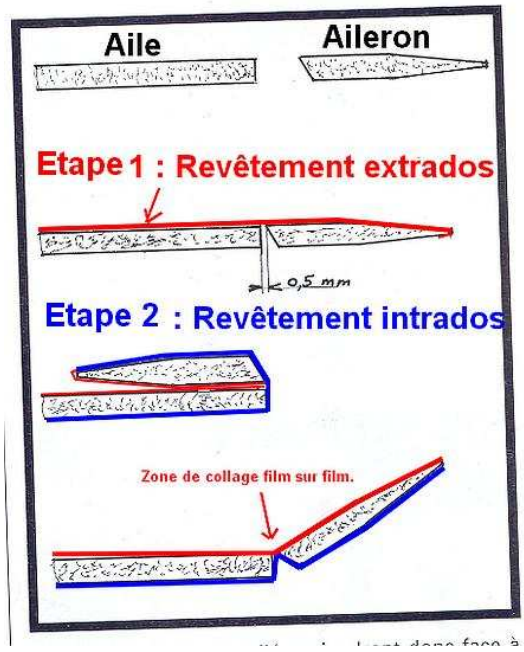


2) Entoilage de l'aile (ORACOVER)

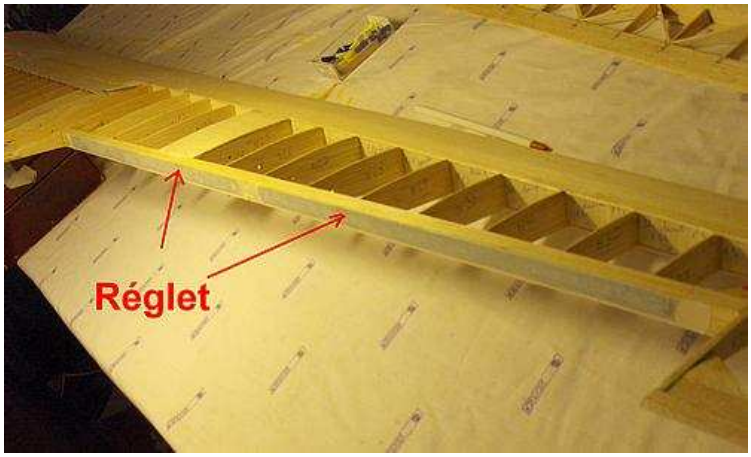
Mettre suivant dessin un bout de balsa 3 mm au niveau de la trappe de servo d'AF. Connecter votre servo d'AF et faire les réglages (neutre et course).

Faire un premier ponçage de votre aile. A l'aide d'un mastic léger boucher les imperfections.

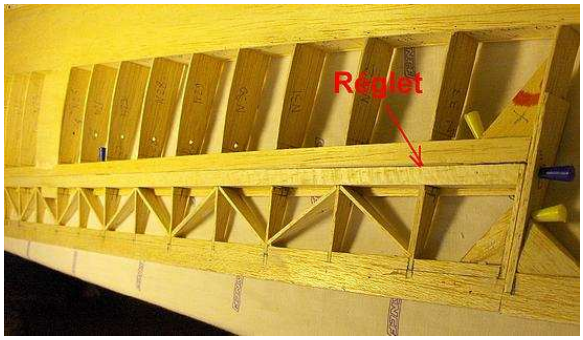
Finir par un ponçage soigné. Prendre son temps pour cette opération qui déterminera la qualité de surface de votre aile après entoilage. Enlever toutes les poussières (coup de soufflette ou aspirateur).
Pour l'articulation de l'aileron j'ai utilisé la technique de la charnière faite avec l'entoilage.



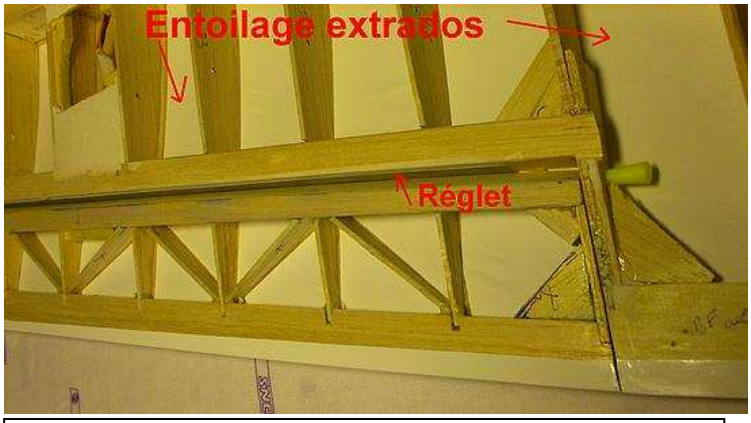
Pour cela et pour garantir un débattement suffisant de l'aileron, coller 1 ou 2 réglets à ras du longeron côté extrados suivant photo. Cela permettra de garantir un jeu de l'ordre de 0,5 mm.



Sur votre chantier et bien à plat, immobiliser l'aileron avec des épingles.



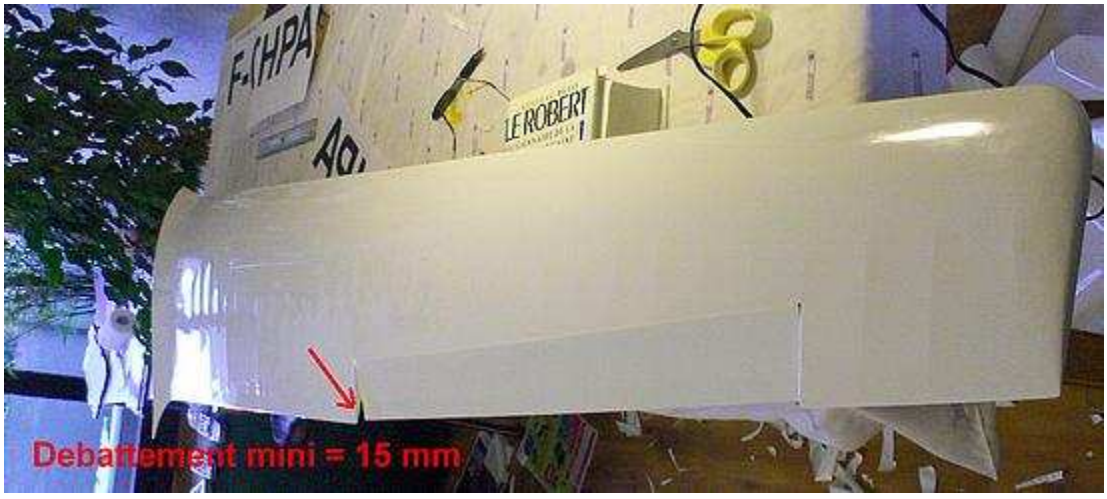
Procéder maintenant à l'entoilage de tout l'extrados (aileron compris) en rabattant l'entoilage sur 5 mm côté intrados. A ce stade, coller l'entoilage uniquement sur le pourtour de l'aile et au niveau des longerons de l'aileron. Ne pas tendre l'entoilage.



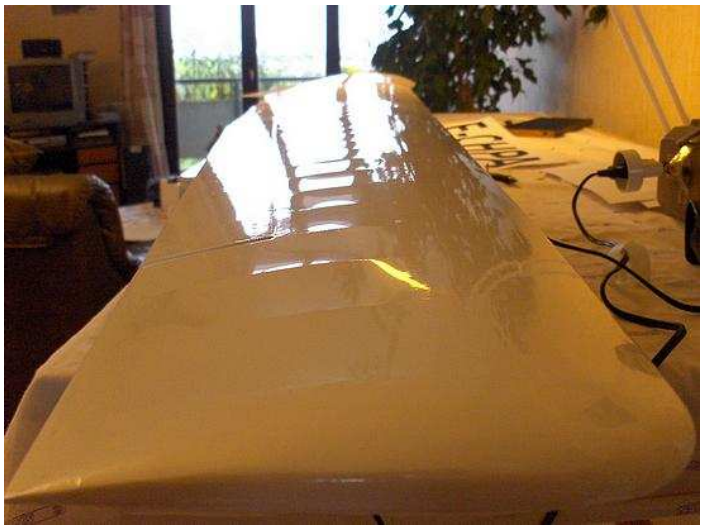
Retirer les épingles, rabattre l'aileron sur l'extrados et retirer les réglets.

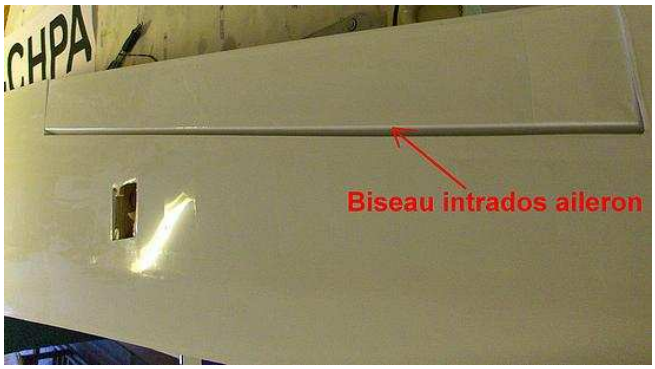
Entoiler maintenant l'intrados (coller sur le pourtour sans tendre l'entoilage).

Découper l'entoilage au niveau de l'aileron pour pouvoir le coller sur le champ de l'aileron qui est rabattu sur l'extrados. Bien coller au niveau de la charnière (les revêtements extrados et intrados doivent ici se coller l'un sur l'autre au niveau de l'articulation). Vérifier que le débattement autorisé vers le bas est au moins de 15 mm.



Coller maintenant votre entoilage sur toute l'aile (coffrages et nervures) puis le tendre. ATTENTION, afin de ne pas déformer l'aile, procéder en le tendant sur une longueur de 15 cm côté extrados puis ensuite intrados. Avancer comme cela pas à pas d'un bout de l'aile à l'autre.
Voilà votre aile entoilée :

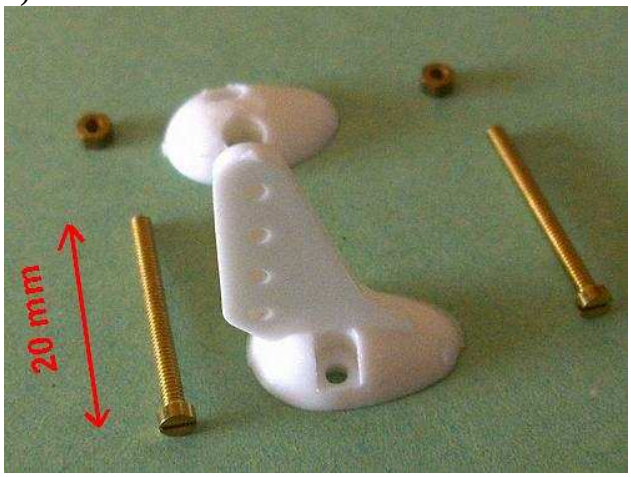




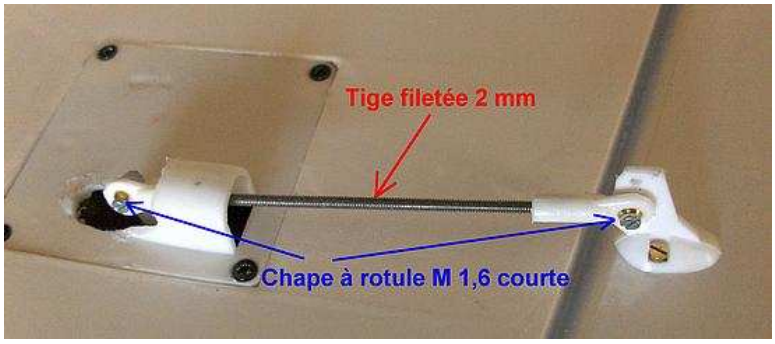
Faire la découpe de l'entoilage au niveau de l'aérofrein en gardant de la marge (3 mm) sur tout le pourtour afin de pouvoir rabattre le revêtement sur le cadre de l'AF. Pour coller ce rabat, comme l'AF sorti gène l'accès du fer à solar à cette zone, je me sers d'une lame de cuter légèrement chauffée au briquet comme mini fer. Utiliser un autre bout d'Oracover pour entoiler le chapeau de l'AF

Entoiler la trappe d'accès au servo d'AF.

3) Installation commande d'aileron :



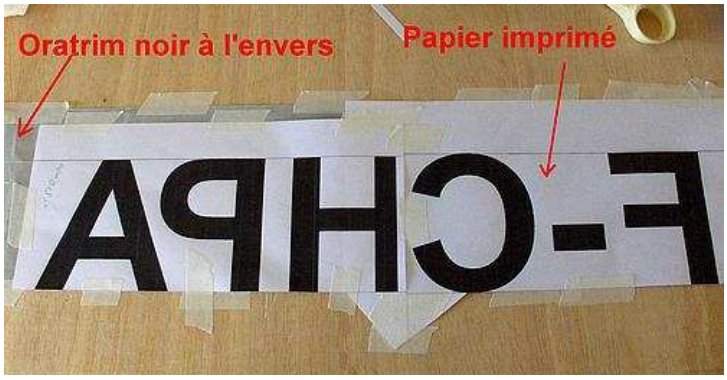
J'ai utilisé ce type de guignol (les vis doivent être suffisamment longues pour pouvoir traverser de part en part l'aileron) :



Pour les connections j'ai utilisé des chapes à rotule (chape courte M 1,6 mm) et de la tige filetée 2 mm.

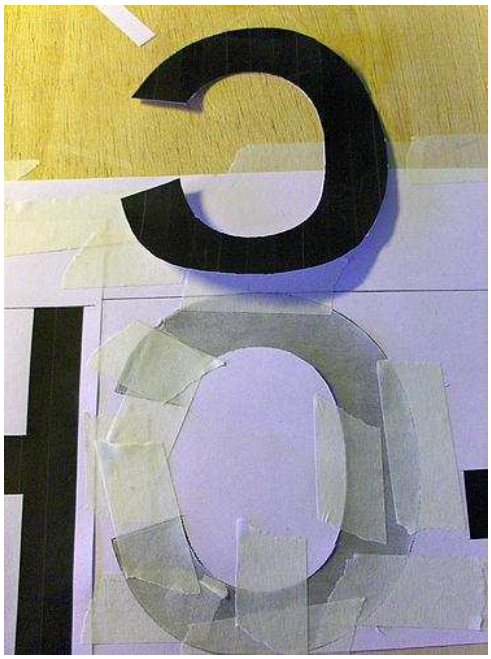
Faire les réglages pour avoir un débattement de l'ordre de + 15 mm (positif - vers le bas) et - 30 mm (négatif - vers le haut) au niveau du bord de fuite de l'aileron côté emplanture.

4) Immatriculation



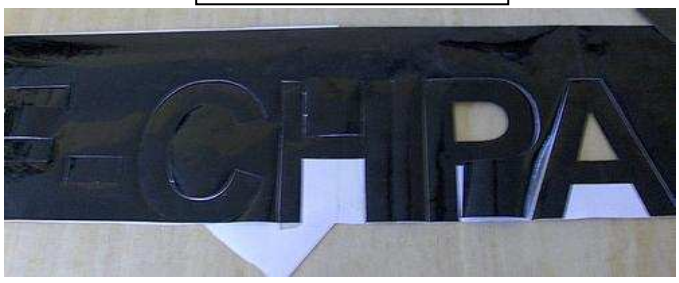
Je l'ai réalisée avec de l'Oratrim noir (adhésif fin auto-collant vendu en bande de 15 cm x 1 m). A l'aide du logiciel "PAINT" créer votre immatriculation, la passer en mode "retounée" puis l'imprimer
sur papier. Fixer l'Oratrim à l'envers sur votre chantier puis dessus votre immatriculation papier inversée.

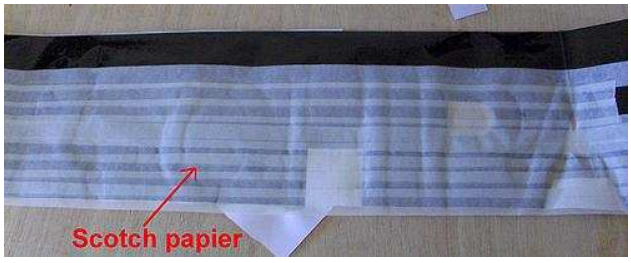
Avec un cuter, découper les lettres (papier + Oratrim) en prenant soin au fur et à mesure du découpage de refixer la lettre en Oratrim avec du scotch papier.



Retourner le tout.

Fixer dessus des bandes de scotch papier pour solidariser le tout.





Retourner puis enlever la pellicule de protection de l'Oratrim au niveau de chaque lettre.

Appliquer sur votre aile puis ôter précautionneusement les bandes de scotch papier.

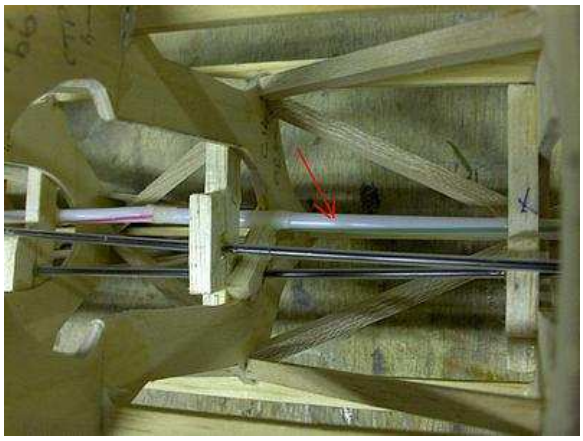
Si par hasard il y a quelques petits plis sur l'Oratrim, vous pouvez les enlever de la façon suivante :
1) - percer avec une épingle l'Oratrim au niveau du pli
2) - passer un léger coup de fer à solar (réglé sur la température de collage de l'Oracover) au niveau du pli. En effet l'Oratrim est un peu thermorétractable.
Voila votre aile :

La décoration (peinture) sera faite ultérieurement. La décoration que j'ai choisie est celle-ci.

Fuselage :

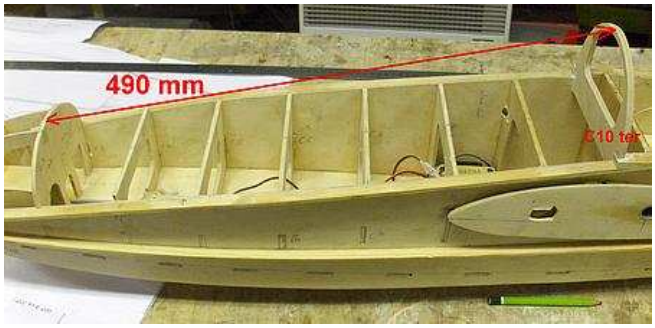
Au niveau du nez j'ai fait 2 compartiments en CTP 2 mm. Celui de gauche sera le compartiment pour recevoir l'accus de réception (4 élément 2700 mAh NiMh), celui de droite pour le lest de centrage (ou un éventuel 2ème accus de réception).

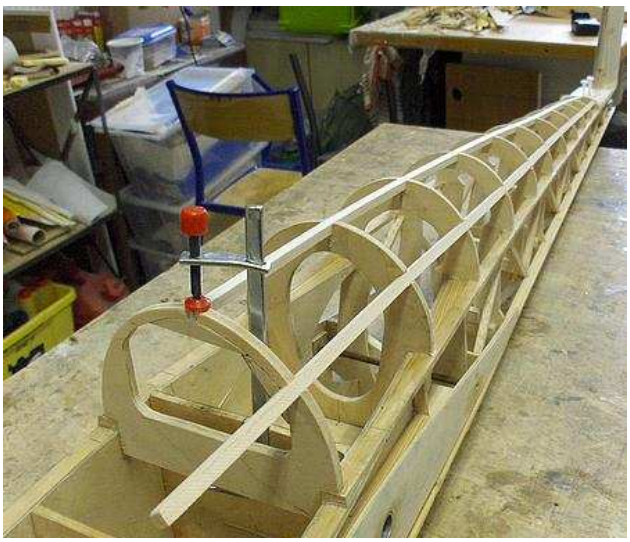
Afin de recevoir ultérieurement l'antenne du récepteur, j'ai fixé à l'intérieur du fuselage un tube plastique fait par collage bout à bout de pailles à boisson de gros diamètre. Ce tube courre du couple C10 jusqu'à l'arrière du fuselage percé en conséquence.



Coller en place les baguettes balsa 6x6 (celle de dessus est prévue au plan, les 2 autres sur les côtés sont à rajouter.

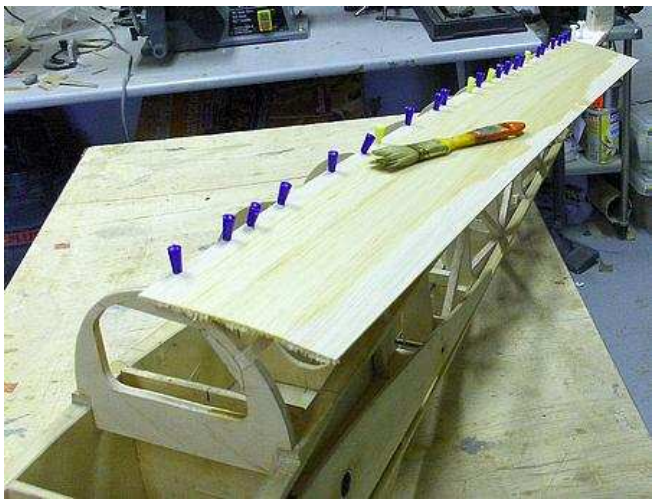
Coller le couple C10 ter en CTP 4 mm et respecter la cote de 490 mm par rapport au couple C3.

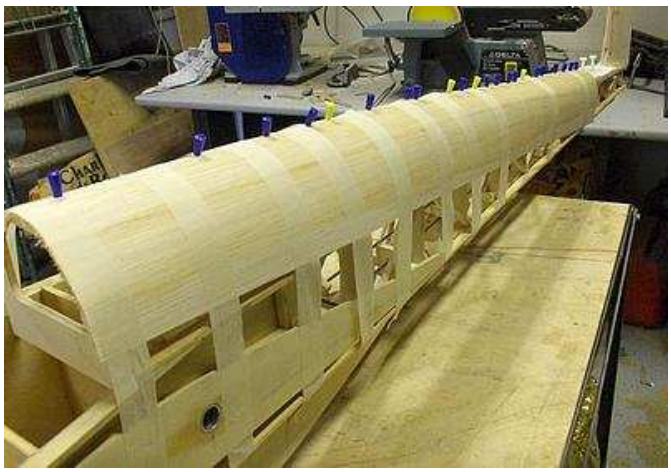




Coller à la colle cellulosique (uniquement au niveau du milieu de la baguette supérieure) une planchette balsa 2 mm et laisser sécher.

Préformer le coffrage en le mouillant puis en le conformant sur le dos du fuselage avec du scotch papier. Laisser sécher.

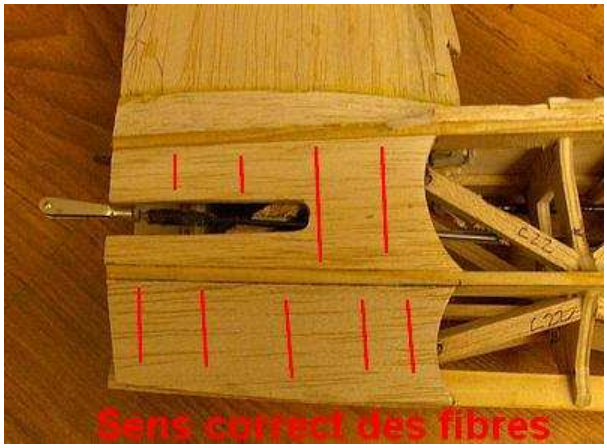


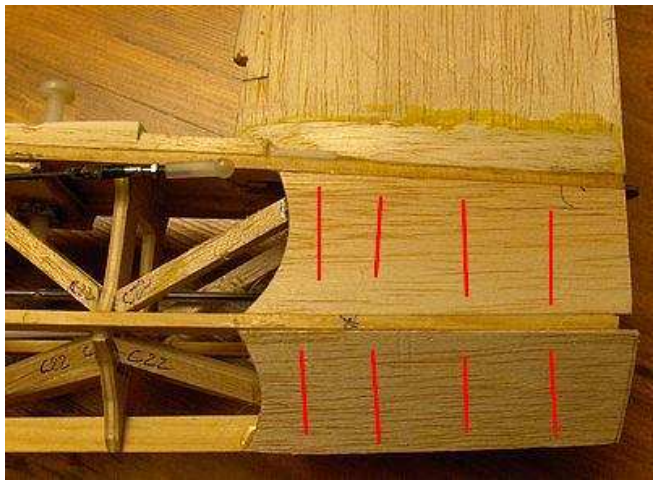


Ajuster la découpe au niveau de la lisse du fuselage puis coller le coffrage. S'aider d'un profilé en L fixé avec des serres-joints pour assurer la rectitude et l'affleurement correct du coffrage au niveau de la lisse du fuselage.

Faire de même pour l'autre côté.

Fermer avec du balsa 3 mm l'arrière du fuselage.
ATTENTION, sur les photos le sens des fibres est incorrect.





Fuselage suite + déco cabine:

Dos :

Poncer le dos du fuselage puis l'enduire de bouche pores afin d'éviter que la résine ne soit trop absorbée par le balsa lors du marouflage avec le tissu de verre 45g/m2 et la résine époxy. J'ai utilisé le bouche pores GLATTFIX de chez Graupner. Mettre en place le tissu et l'imprégner au plus juste de résine époxy.

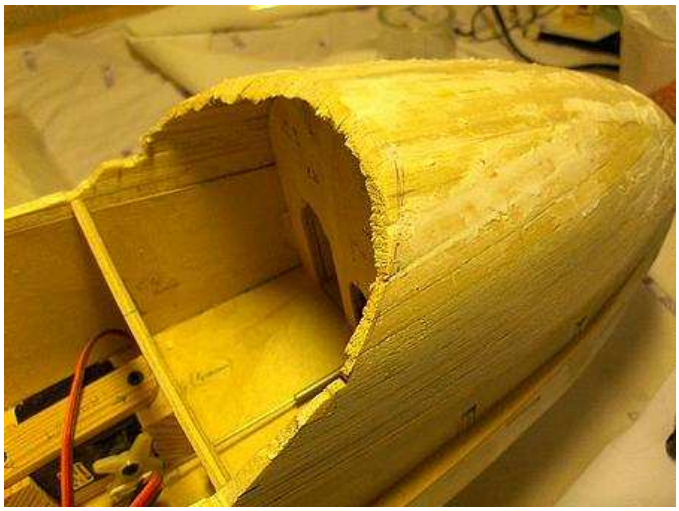
Une fois la résine bien dure, passer un léger coup de poncette.

Nez :

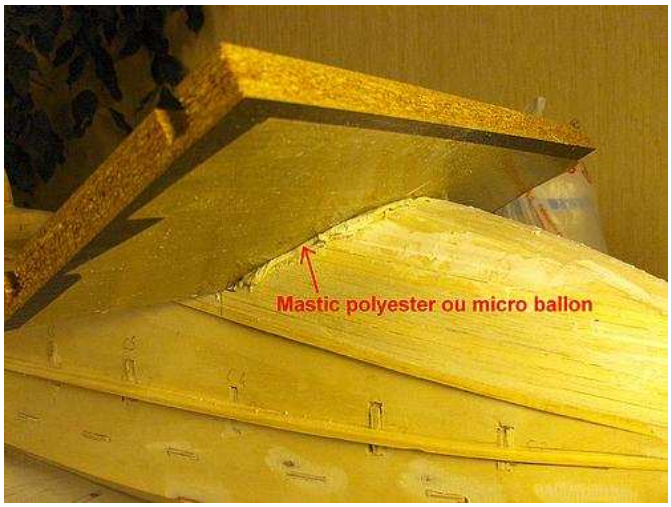
Procéder à la construction du nez en collant à la colle blanche des baguettes balsa 5x5 préalablement trempées dans l'eau pour les assouplir.

Les mettre en forme (ainsi que les lisses latérales) par ponçage.

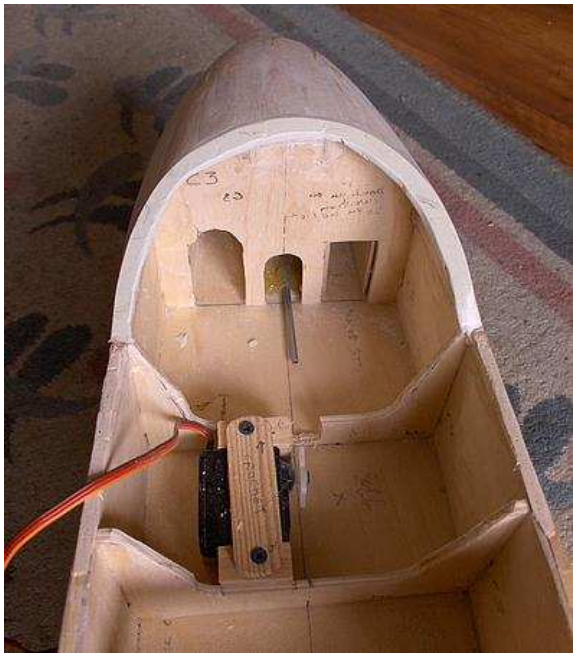
Boucher les défauts au mastic léger et préparer la surface d'appui du baquet de verrière.



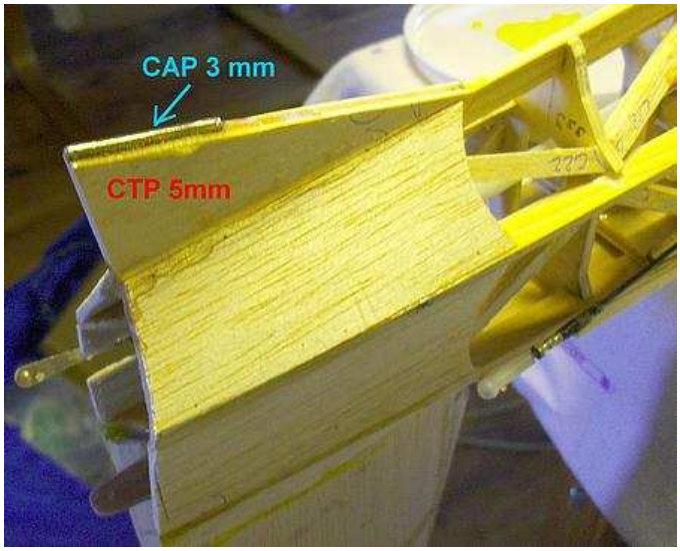
Pour obtenir une surface propre, j'ai appliqué sur cette face d'appui un mastic polyester que



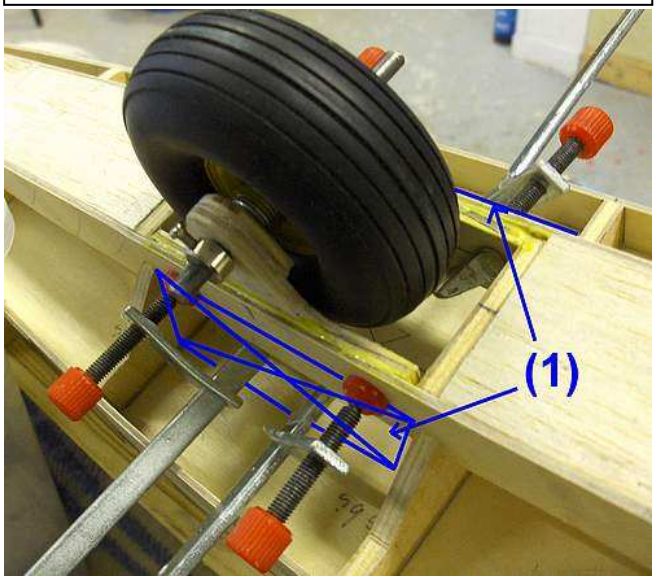
Poncer le nez puis bouche pores puis marouflage à la fibre de verre 45g/m^2.



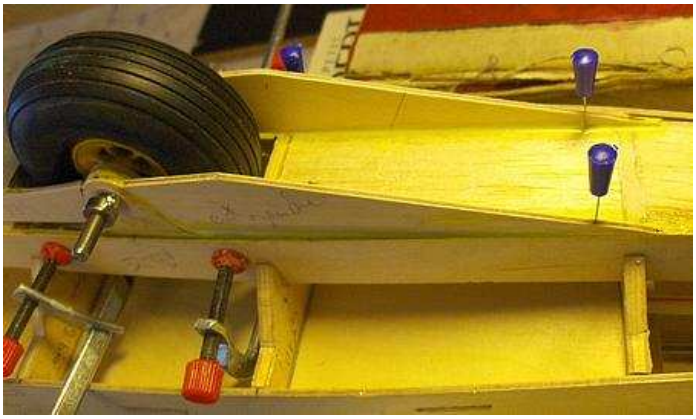
Etambot : L'étambot est prélevé dans du CTP 5 mm. Le coller à la résine époxy (et si comme moi vous utiliserez l'ASK en remorquage à partir d'une piste en dur) y rajouter une CAP 2 ou 3 mm comme patin anti-usure.
Nota : Afin de réduire la masse d'équilibrage plutôt utiser du CTP 3 ou 4 mm.



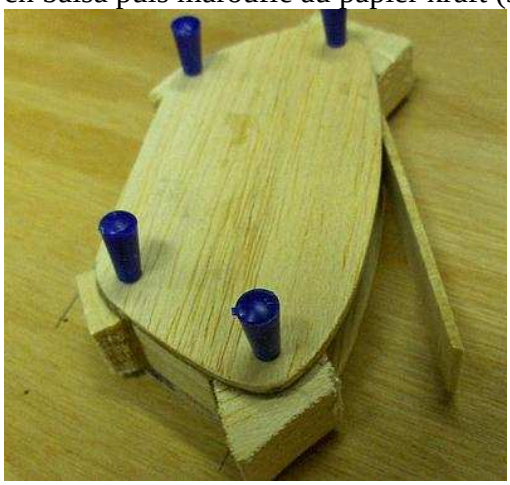
Roue ; Coller en place les flasques support de roue. Afin d'éviter que des "objets indésirables" ne pénettrent dans votre fuselage, obstruer par deux plaques (1) en balsa, le puit de roue.



Découper dans du CTP 2 mm les côtés du carénage arrière de roue qui sera ensuite remplit avec du balsa.

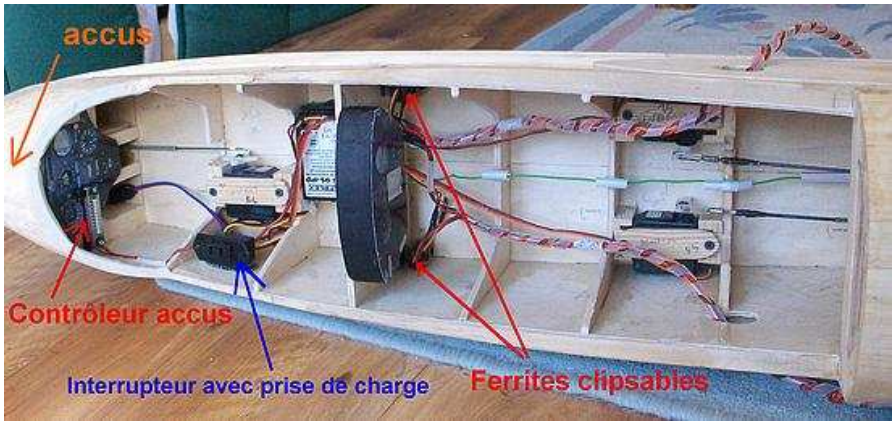


Suggestion de décoration de la cabine.
Mettre dans la cabine 2 bustes de pilote ainsi que les 2 tableaux de bord. Le tableau de bord arrière est fait en balsa puis marouflé au papier kraft (sachet d'emballage) à l'aide de colle blanche diluée à l'eau.



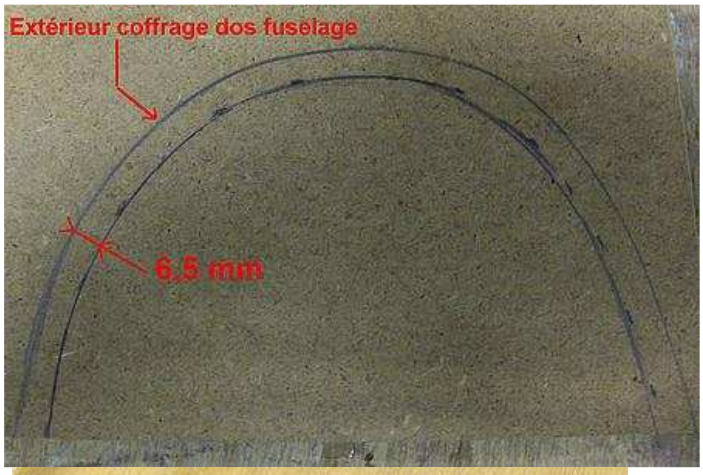
Il est ensuite peint en noir mat (peinture pour maquette plastique). J'ai redimensionné la photo du tdb figurant dans le pack photos ASK13 du site Retroplane.net et l'ai collée dessus au double face.
Le tableau de bord avant est en CTP 2 mm. J'y ai rajouté mon contrôleur de tension d'accus de réception.
J'ai acheté 2 bustes de pilote échelle 1/4 en polystyrène. Un déjà peint (celui en bleu) et un à peindre. Je l'ai peint avec de la peinture mat pour maquette plastique. Les lunettes sont confectionnées avec du fil électrique soudé à l'étain et du négatif photo. Les bobs sont réalisés avec du papier Canson de couleur.

Installation radio :
Découper avec une lame de scie à métaux le haut des couples C4, C5, C7, C8 et C9 (pour info : le bois enlevé pèse 50 gr). Les fils de servos d'ailerons et de d'AF étant de grande longueur y mettre en sortie de récepteur des ferrites afin d'éviter tout problème de parasitage. Récepteur, interrupteur et ferrites sont fixés au fuselage par du "dual lock" Graupner (espèce de Velcro super costaud avec adhésif).
L'accus de réception qui est situé dans le nez est un 4 éléments NiMh 2700 mAh.

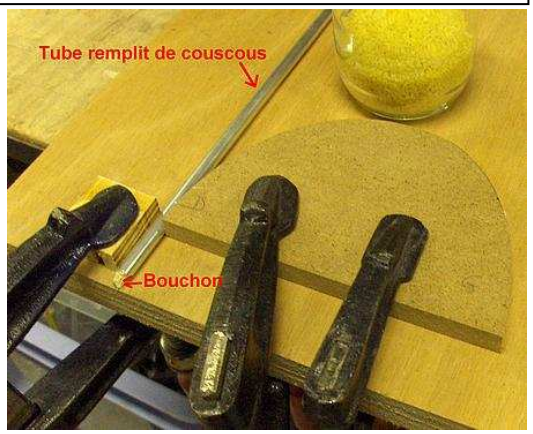


Réalisation du cadre de la verrière :
Je l'ai réalisé avec du tube alu 6x5. Les jonctions sont renforcées avec des inserts en plastique faits maison. Voici le détail :
1 - Formage des tubes pour les arceaux arrière et avant

Reporter sur une planche de bois d'épaisseur au moins égale à 6 mm (diamètre extérieur du tube alu) le profil extérieur du fuselage. Rétracer un profil parallèle décalé d'environ 6,5 mm (6 mm du tube + 0,5 mm pour l'épaisseur du plastique de la verrière et de la colle).

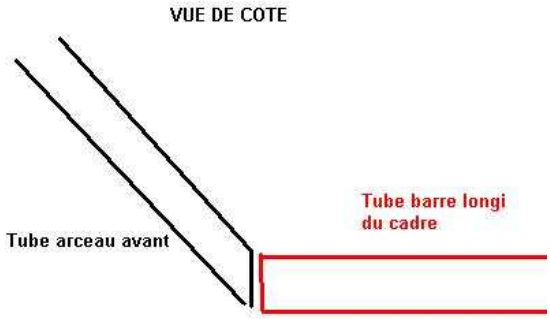


Découper à la scie à chantourner et finir par ponçage. Se servir de ce morceau comme gabarit de formage. Avant d'enrouler le tube alu sur celui-ci, et afin d'éviter que le tube ne s'aplatisse, le remplir de graines de couscous fin (non cuites !) et boucher les extrèmités avec 2 bouchons en balsa.

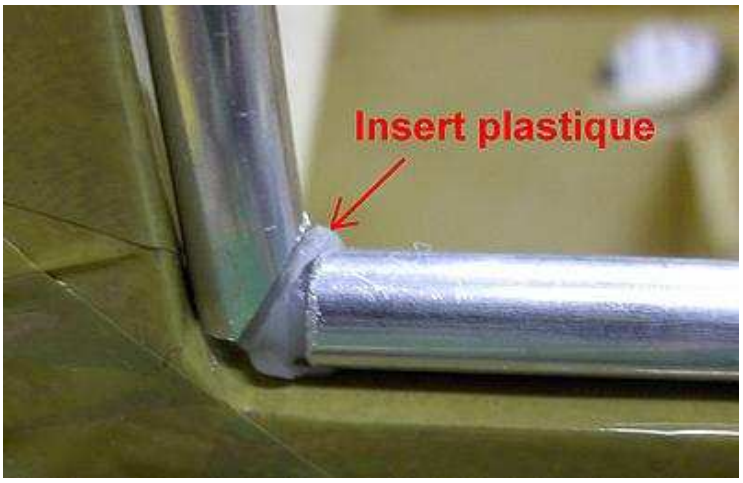


Procéder maintenant au formage en enroulant doucement le tube sur le gabarit (repérer le côté droit de l'arceau car il se peut que celui-ci ne soit pas parfaitement symétrique !). Du fait du léger "retour élastique" du tube après formage, vous devrez précautionnement finir de déformer à la main l'arceau en le refermant un peu plus de l'ordre de 4 mm (faire cette opération en appui sur un plan afin de ne pas vriller l'arceau). Y aller pas à pas et comparer au gabarit jusqu'à ajustement. Faire de même pour l'arceau avant.

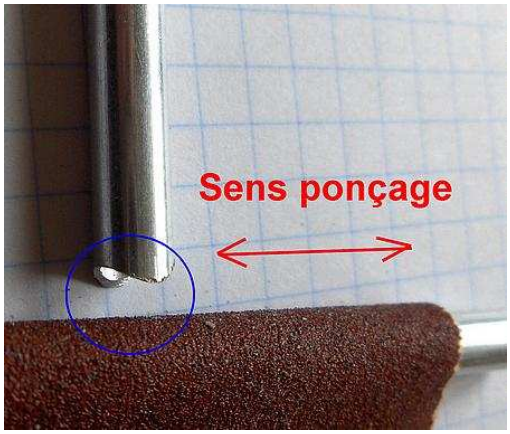
2 - Formage des 2 barres longitudinales du cadre
Celles-ci ne sont que très faiblement courbées. Les mettre en forme à la main directement sur le fuselage (mettez quand même du couscous dans les tubes pour éviter leur applatissement). S'assurer du retrait de l'ordre de 0,5 mm par rapport à l'extérieur de la lisse du fuselage. Les découpes des tubes aux extrémités sont "normales" soit perpendiculaire.
3 - Montage du cadre
Sur le pourtour de la cabine, poser un scotch marron. Présenter les 2 arceaux et vérifier qu'ils s'ajustent bien (normalement le tube doit être en retrait de l'ordre de 0,5 mm avec l'extérieur du fuselage). Biseauter en V à 45° les extrémités afin de faciliter la mise en place ultérieur des inserts plastique de renforcement.



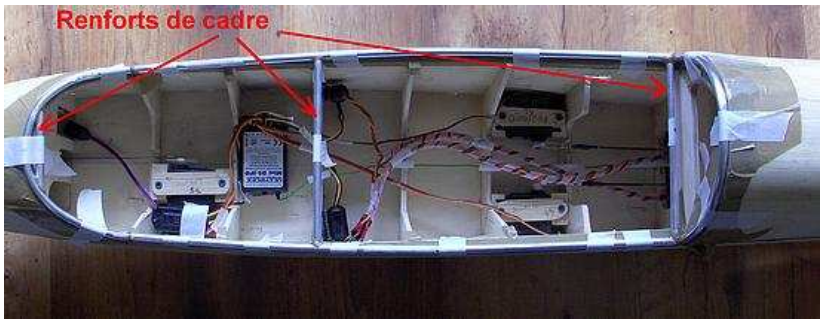
Maintenir les 2 arceaux sur le fuselage avec du scotch papier.Vérifier, en les présentant "à blanc" que les 2 barres longitudinales sont OK. Afin de renforcer les liaisons, on va réaliser des inserts en plastique qui vont se loger à l'intérieur des tubes. Pour cela j'ai utilisé un produit très pratique qui est du plastique (vendu en forme de plaque ou de granulés dans les magasins de bricolage). Ce plastique se ramollit dans l'eau bouillante (il devient comme de la pâte à modeler). Il redevient dur après refroidissement. Une fois dur on peut le re-ramolir à l'eau chaude et ainsi de suite ... Donc, préparer avec ce produit, pour chacune des 4 liaisons, les inserts en enfonçant le plastique ramollit dans les tubes. Une fois refroidit, retirer l'insert (le plastique n'adhère pas à l'alu).



Préparer 3 renforts de cadre de verrière avec des tubes supplémentaires au niveau de la base de l'arceau arrière, du couple C6 et du haut de l'arceau avant. Pour avoir un collage le plus efficace possible, ajuster les liaisons "tube contre tube" en s'aidant de papier de verre enroulé sur un bout de tube alu.



Procéder maintenant au collage des tubes (les dépollir dans les zones de collage) avec leurs inserts (mettre de la colle à l'intérieur du tube et sur les inserts). Maintenir les tubes en position sur le fuselage avec du scotch papier. La colle utilisée est la "Stabilit Express" (colle qui je crois l'on ne trouve que dans les magasins de modèles réduits). Elle a l'avantage de coller le plastique et l'alu et durcit rapidement en 30 mn. Une fois ces collages durs, coller alors les 3 renforts de cadre.



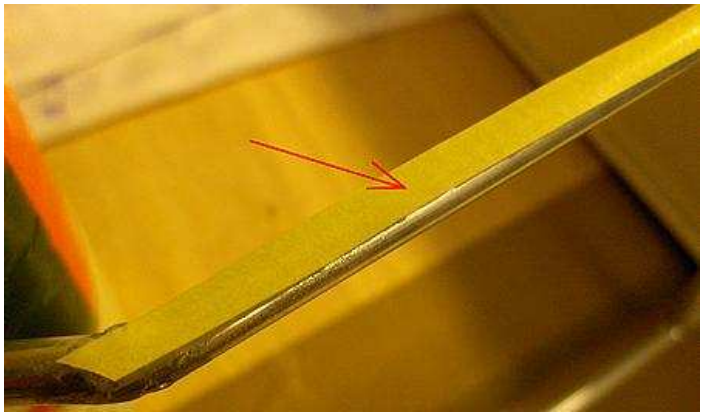
Détail du collage entre le renfort au niveau du couple C6 et la barre longitudinale

Une fois la colle bien dure, enlever le cadre du fuselage, compléter éventuellemnet certains collages et si vous voulez fignoler, après ponçage des collages, passer un peu de peinture couleur alu (peinture maquette plastique) sur les zones de collage. Voici votre cadre de verrière terminé. Il est rigide et léger (36 gr).

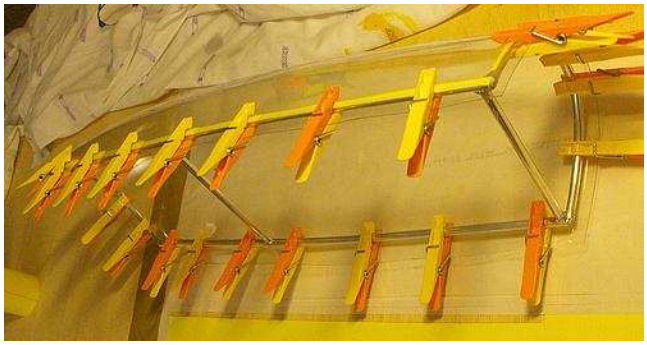
Collage de la verrière sur son cadre :

1) dégraisser les tubes alu à l'alcool à brûler,

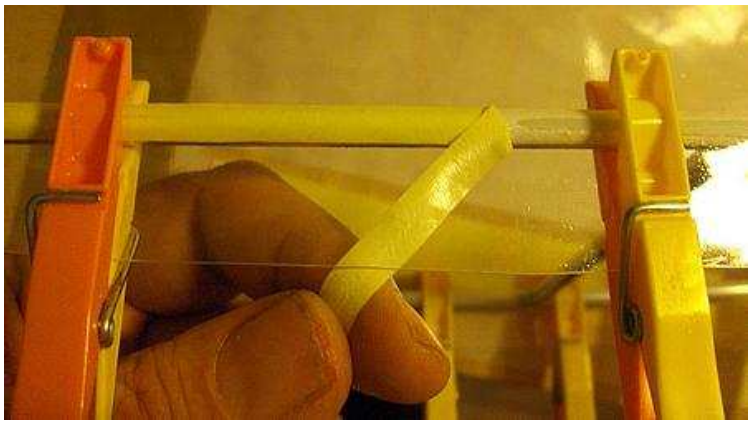
2) découper de fines bandes (4 mm de large environ) de scotch double face de faible épaisseur et les coller sur tout le pourtour du cadre dans les zones qui seront en contact avec la verrière (en laissant la protection anti-adhésive bien sûr)



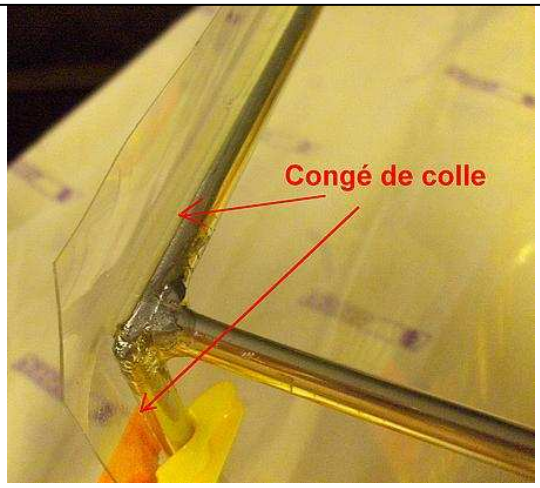
3) dégraisser l'intérieur de la verrière à l'alcool à brûler,
4) appliquer la verrière contre le cadre et la maintenir avec des pinces à linge,



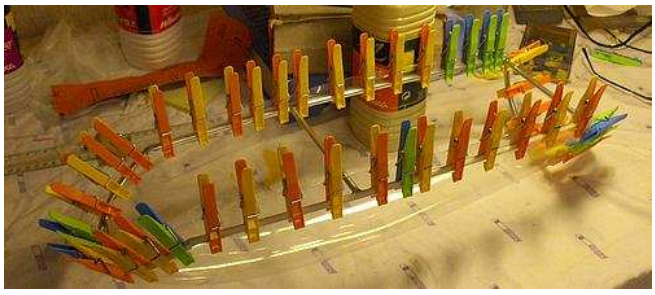
5) retirer la protection du double face en avançant progressivement et en refixant les pinces à linge derrière,



6) retirer les pinces et faire un congé de colle néoprène (colle contact) transparente (SADER) en poussant la colle devant le bec du tube afin de bien faire pénétrer la colle dans l'interstice (éventuellement je pense que du joint silicone doit également faire l'affaire).

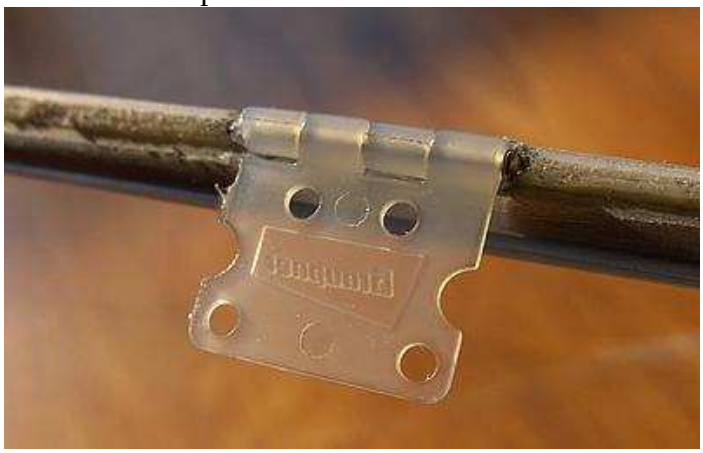


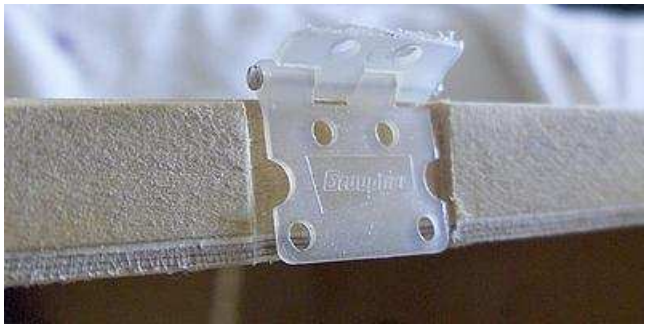
Remettre les pinces à linge et laisser sécher 24 heures.



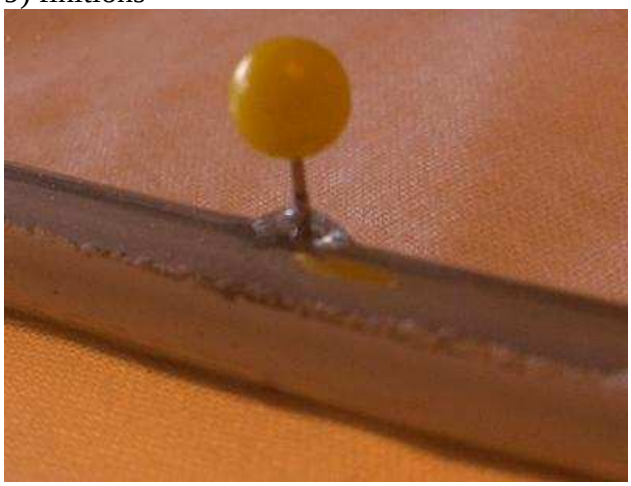
7) découper la verrière avec un disque à tronçonner sur mini-perceuse en laissant une marge de 2 ou 3 mm par rapport à la base des tubes alu. Finir l'ajustement avec une poncette jusqu'à effleurer le tube. Voici la verrière en position sur le fuselage :

8) articulation : La verrière sera articulée sur le fuselage par 2 charnières sur le côte droit du fuselage. Faire dans le tube alu du cadre de verrière les fentes pour les charnières. Faire également sur le fuselage l'encastrement pour recevoir celles-ci.



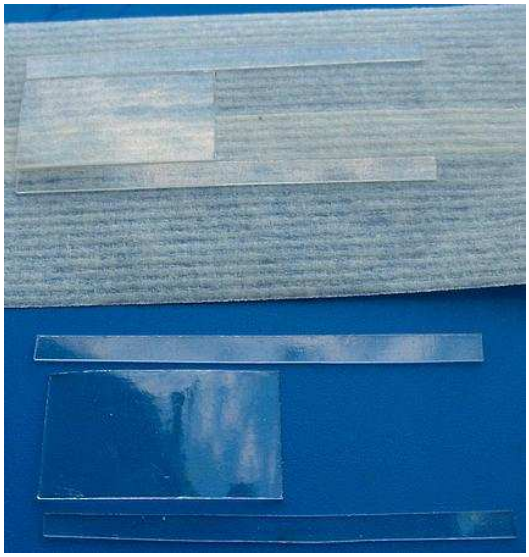


9) finitions



- verrous : Si vous voulez améliorer l'esthétique, coller en place à l'époxy (après avoir percé le cadre) des épingles à boules pour simuler les verrous de fermeture (jaune) et de language (rouge) de la verrière. S'inspirer des photos figurant sur Retroplane.net/forum/Planeurs Grandeurs Rétro/ASK13 Photopack.

- encadrement : Réaliser à la peinture (moi bombe polyuréthane) l'encadrement de la verrière selon un contour qui dépasse légèrement la hauteur du tube alu de façon à masquer le scotch double face. Bien penser avant peinture à masquer également la face interne de la verrière pour éviter de la souiller.



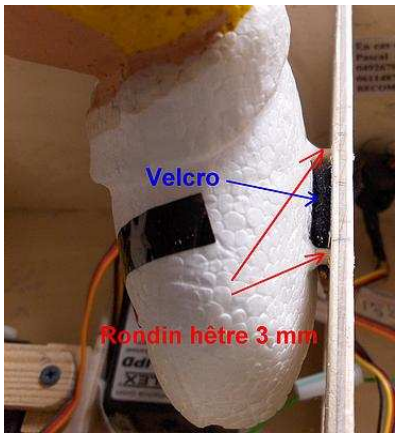
- aérateurs : Pour faire les aérateurs, découper au cuter dans les chutes de la verrière les 2 glissières et la vitre coulissante. Les mettre en place sur la face collante d'un scotch papier.

Dégraisser à l'alcool et y déposer quelques gouttes de colle contact (néoprène) transparente. Placer cet ensemble sur la verrière conformément aux positions des photos du Photopack. Laisser sécher 2h et retirer précautionneusement le scotch papier. Si par hasard, après avoir retiré le scotch papier, il reste des traces de colle issues du scotch papier, cette colle est enlevable avec de l'alcool à brûler (surtout pas d'acétone sur la verrière !). Voici votre verrière terminée :

Il ne restera plus, une fois le fuselage peint, qu'à coller les charnières et mettre un petit verrou.
Divers :

1) Peinture des ailes :

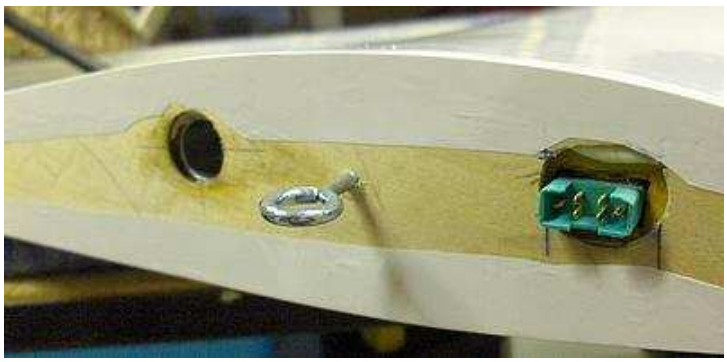
La décoration des ailes a été faite avec de la peinture polyuréthane en bombe (RC colours). Les zones de l'Oracover à peindre ont été dépolies au papier de carrossier à l'eau grain 600 puis dégraissées à l'acétone. Afin d'améliorer la pulvérisation, vous pouvez, comme indiqué dans la notice, tremper la bombe de peinture dans l'eau chaude du robinet avant utilisation. J'ai passé trois couches légères successivement toutes les 20 mn. Le séchage est long. Attendre 4 jours avant manipulation. Je vous déconseille de faire comme moi pour l'adhésif de masquage car j'ai utilisé le scotch de papèterie Cristal (ou scotch dit invisible). Si la qualité du masquage est bonne (ligne bien nette entre zone peinte et zone non peinte) par contre ce scotch est extrèmement fin et se déchire très facilement. Il est un peu fastidieux de le retirer car il se déchire en plein de petits morceaux. Pour démasquer mes 2 ailes j'ai mis pas moins de deux heures pour tout enlever !



2) Fixation des bustes pilote : Les bustes sont fixés de façon ammovible par 2 rondins en hêtre 3 mm collés à la colle blanche dans les bustes et qui viennent s'enficher dans le couple. Le maintien est assuré par du velcro collé au double face.

3) Maintien des ailes contre le fuselage :

Ce maintien est assuré par 2 pitons à vis diamètre 3,5 x 25 vissés sur la nervure d'emplanture des ailes et un ressort de traction (fil 1 mm, diamètre 8,5 mm, longueur 75 mm).



Réalisation des housses de protection :

Protéger votre planeur par des housses est indispensable pour ne pas l'endommager lors du transport. J'ai réalisé celles-ci avec du tapis de sol de gymnastique en mousse de dimenssion 1,5 m x 0,58 m épaisseur 6,5 mm (modèle TG100 dans une grande surface d'articles de sport) valant 3,5 euro pièce. J'ai eu besoin de quatre tapis pour faire la première housse qui reçoit les 2 ailes, le stab et la clé d'aile. Trois tapis ont été nécessaires pour faire la deuxième housse recevant le fuselage avec sa
gouverne de dérive montée. Ces tapis se coupent aux ciseaux et se collent parfaitement au pistolet à colle chaude. La seule précaution à prendre est de ne pas stocker dans celles-ci votre modèle si pour une raison

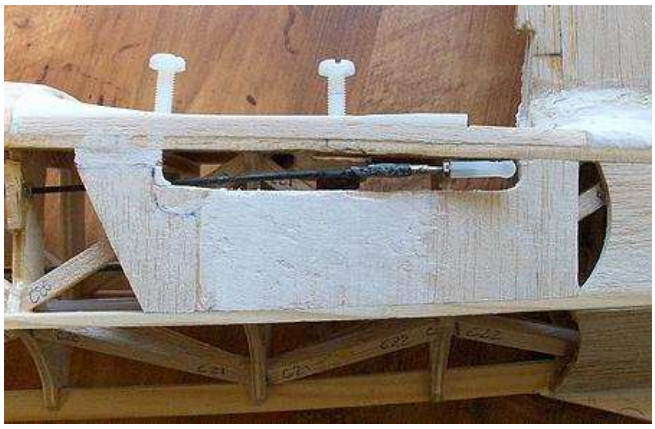
ou une autre il est humide (pluie, fraicheur du soir ....). En effet ces tapis mousse sont imperméables et l'humidité pourrait soit ramollir les collages faits à la colle blanche soit conduire à des moisissures.

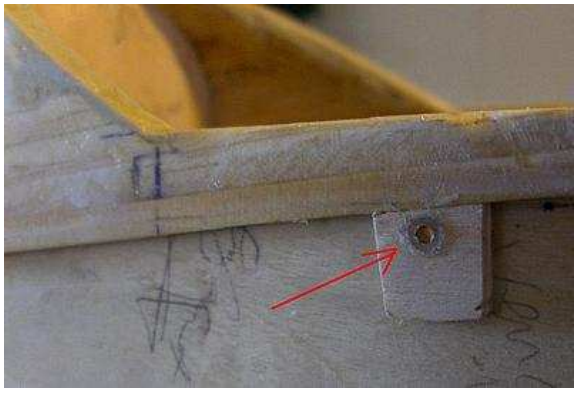
Pour info l'encombremment de ce planeur est compatible avec de petites voitures puisqu'il rentre dans ma modeste Ford Fiesta une fois le siège arrière rabattu et le dossier du siège avant passager basculé en avant.

Préparation du fuselage pour l'entoilage :

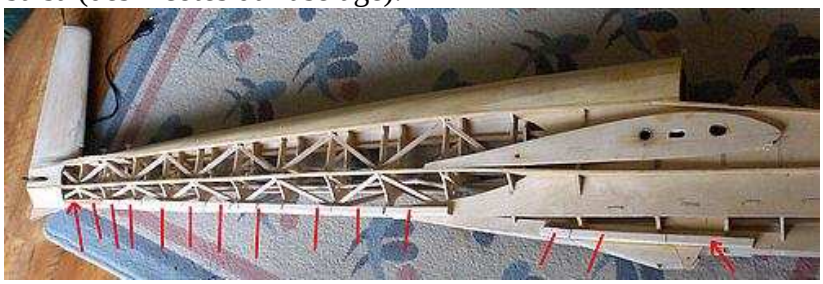
Poser un coffrage balsa 3 mm au niveau de la sortie de la commande de profondeur.

A l'endroit du verrou de verrière, mettre un bout de CTP, le percer et y coller un tube plastique dans lequel viendra ultérieurement coulisser une CAP faisant office de verrou.





Dans les zones où l'entoilage n'aura pas une surface suffisante pour s'accrocher correctement, coller du balsa (des 2 côtés du fuselage).

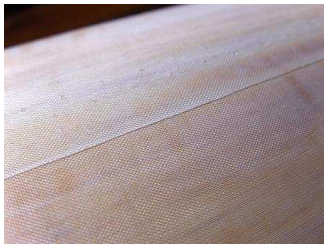


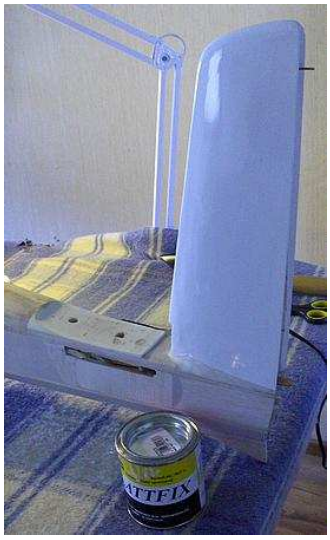
Poncer en forme suivant le plan défini par les lisses du fuselage.

Arrondir très légèrement à la poncette les angle vifs des lisses du fuselage et des flancs en CTP.

Entoilage du fuselage, début peinture :
Le fuselage est entoilé au Diacov. J'ai posé deux lès suivant le plan de symétrie du fuselage. Les 2 lès sont posés jointifs au niveau du dos du fuselage (garder de la marge lors de la découpe des lès afin de pouvoir avoir de la prise pour tendre à la main le Diacov). Pour le collage du Diacov j'ai utilisé un fer à solar réglé au maximum. Par contre pour la tension du Diacov (qui se fait à plus haute température) j'ai dû utiliser un pistolet à chaleur. Une fois le revêtement tendu, votre fuselage doit résonner comme un tambour.

Plan de joint brut de pose



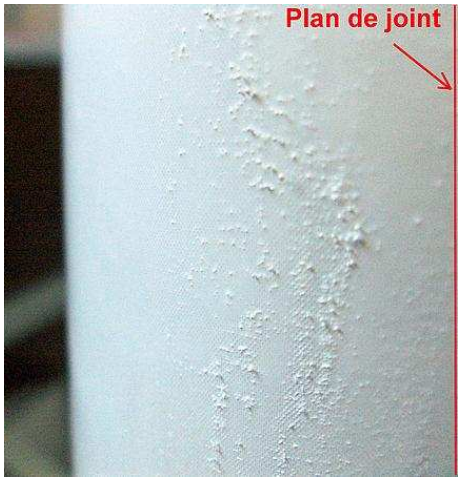


Pour masquer le plan de joint au niveau du dos et du nez, j'ai appliqué la méthode suggérée par Louis : Application d'un bouche pore au niveau du plan de joint (en enduisant également 3 cm de part et d'autre du plan de joint) afin d'éviter que lors du ponçage les fibres du Diacov ne soient arrachées. Bouchage avec un mastic léger, ponçage puis une nouvelle couche de bouche pore.

Vous pouvez également essayer la méthode de Vincent plus simple : Les joints, je les repasse juste au fer à fond et tout doucement et en appuyant assez fort, on arrive a pratiquement plus les voir, la colle fusionne bien dans toute l'épaisseur du tissu qui s'applatit, en général je ne les traite pas plus et on ne les voit pas une fois peints.

Avant peinture j'ai entoilé la dérive à l'Oracover.

Passage à la cabine à peinture pour application d'une première couche de peinture polyuréthane en bombe. Et là surprise avec l'apparition de poils de part et d'autre du plan de joint à une distance de 2 cm.

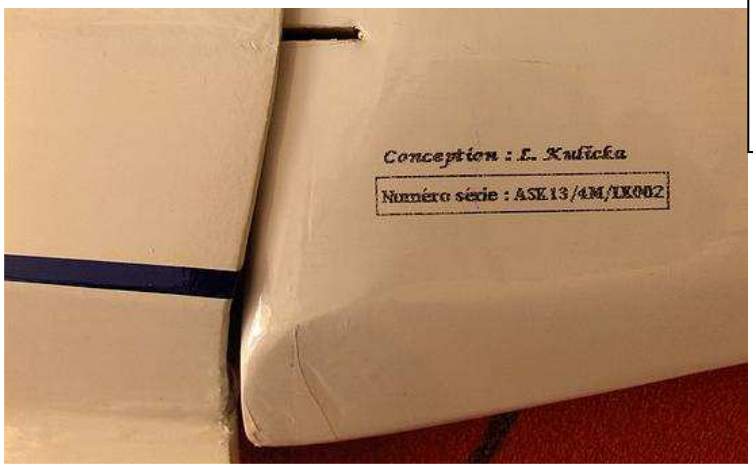


Je réalise mon erreur. J'aurait dû appliquer le bouche pore sur une plus grande largeur car lors de ponçage j'ai dû malencontreusement toucher une zone non protégée par le bouche pore et ébouriffer les fibres textiles du Diacov. De la manière d'enlever les poils disgrâcieux du DIACOV après peinture.Si comme moi, après la première couche de peinture polyuréthane sur du DIACOV, vous constatez des zones avec des poils disgrâcieux, voici une technique très facile pour s'en débarrasser :
1 - attendre que la peinture de la première couche soit bien sèche,
2 - poncer légèrement au papier de carrossier à l'eau grade 600 (en le mouillant bien sûr) les zones à poils en rinçant à l'eau (éponge) après chaque coup de ponçage,
3 - bien rincer à l'eau claire, sécher avec du papier absorbant et attendre encore une heure le séchage complet à l'air avant d'appliquer votre deuxième couche de peinture.

FIN DE LA CONSTRUCTION

Le fuselage a reçu 3 couches de peinture espacée d'une journée. Pour cela 2 bombes de peinture de 400 ml ont été nécessaires. La décoration du fuselage a été faite avec de l'adhésif "Vénylia" (y compris le logo ASK13) exepté le nez , le patin et le carénage arrière de la roue qui ont été peint à la bombe.

Une petite inscription sur le pied de dérive a été mise afin de remercier le concepteur et "parrain" de cette machine, Louis Kulicka.



Enfin pour parachever le tout, et si comme moi vous allez utiliser le planeur en remorquage à partir d'une piste en dur, mettre un patin sur un des saumon d'aile afin d'éviter de "rogner" votre bout d'aile au décollage (patin du commerce amélioré avec un petit bout de CAP collé).

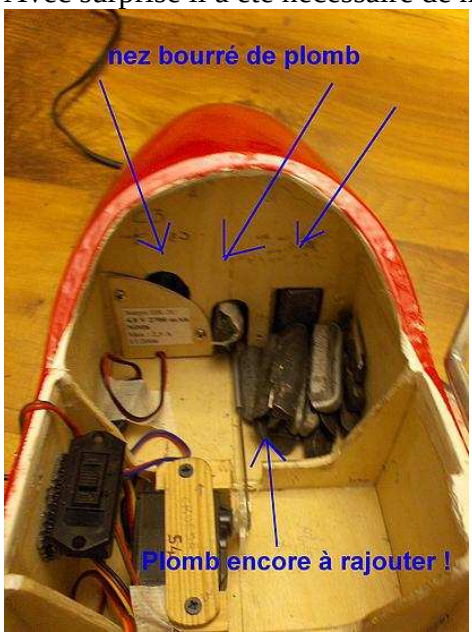
Coller dans votre fuselage une petite étiquette avec vos coordonnées afin que, si par malheur vous perdiez votre modèle, un éventuel découvreur puisse vous le restituer. Voilà le genre de message que j'ai mis : "En cas de découverte, bien vouloir prévenir Pascal Cxxxx aux numéros de tél suivants xxxx xxxx xxxxx . RECOMPENSE ASSUREE". Coller cette étiquette en papier à la résine époxy et la recouvrir aussi de résine afin de l'imperméabiliser.

REGLAGES DE PRE-VOL (CG et débattements) :

Le centre de gravité CG est indiqué sur le plan à 75 mm du bord d'attaque au niveau de la nervure d'emplanture N1 (celle en contact avec le fuselage). J'ai utilisé une balance d'équilibrage pour le régler.

Les masses d'équilibrage mises au niveau du nez ont été réalisées avec des masselotes usagées d'équilibrage des pneumatiques que m'a gentillement données mon garagiste. Enlever les agraffes de fixation et les assembler à la colle chaude pour former un lest adapté à la forme de votre soute à lest.

Avec surprise il a été nécessaire de mettre 1100 gramme de lest à l'avant pour avoir un CG à 75 mm!



Le planeur en état de vol pèse donc au total 7,2 kg se répartissant comme suit :
- Fuselage avec sa dérive : 4250 g dont 1100 g de lest
- Aile droite : 1306 g
- Aile gauche : 1340 g
- Stab : 195 g
- Clé d'aile 107 g

ce qui donne une charge alaire de 7200/105 soit 68 g/dm2.

DEBATTEMENTS GOUVERNES

Les débattements ont été pré-réglés avec les valeurs suivantes :
- ailerons : + 15 mm (vers le bas) et -30 mm (vers le haut) mesuré au niveau du BF côté fuselage
- profondeur : + 25 mm (à piquer) et -30 mm (à cabrer) mesuré au niveau du BF côté gouverne de direction
- dérive : plus ou moins 80 mm mesuré au niveau du pied de dérive.
- Compensation (mixage aérofrein/profondeur) : aérofreins sortis implique compensation à piquer de 8 mm.

Voilà donc les réglages qui seront modifiés par la suite lors des réglages en vol.

Premier vol derrière le remorqueur du club AMCY (super Bison 40 cc).

Dès le largage à 200 m je sens que l'engin est centré trop arrière. Profondeur trimée à piquer afin d'avoir une ligne de vol à peu près correcte. Essai de virage sans soucis (engagement aux ailerons + direction puis maintien à la direction). Puis essai de centrage consistant à un piqué à 30° puis remise de la commande de profondeur doucement au neutre. Effectivement l'ASK13 augmente alors son piqué tout seul, signe d'un centrage trop arrière. Récupération à la profondeur pour reprendre la main. Essai de sortie des aérofreins en altitude. Là je m'aperçois que le mixage à piquer que j'ai mis n'est pas correct. AF sortis l'ASK13 prend une pente vraiment trop importante. Je me pose sans problème mais avec la profondeur à cabrer afin de contrecarrer le mixage à piquer des AF.

J'apporte les modifications suivantes :
- ajout d'environ 110 g de plomb à l'avant,
- annulation du mixage AF/profondeur.
- réduction du débattement de la profondeur à cabrer car elle est un peu trop sensible à mon goût.

Et c'est repartit pour le deuxième remorqué. Dès largage cela va nettement mieux. L'essai de centrage montre encore un centrage arrière avec tendance à accentuer légèrement le piqué. La sortie des AF est cette fois ci satisfaisante n'entraînant pas de tendance à cabrer ou piquer. Le planeur est facile en virage avec juste une petite correction de temps en temps aux ailerons pour contrecarrer le roulis induit. Atterrissage normal avec une efficacité des AF satisfaisante et sans perturbation de la ligne de vol.

J’apporte la modification suivante :
- plutôt que de rajouter encore du plomb dans le nez, réduction du vé longitudinal en mettant une cale de 1 mm d’épaisseur sous le devant du stab. Soit une diminution du vé de l’ordre de 0,25°.

Et c’est repartit pour le troisième remorqué. Dès largage cela va encore mieux. Le test de centrage est à peu près correct (quoiqu’encore perfectible afin d’obtenir une remontée progressive du planeur après le piqué). Je peux enfin commencer à faire “connaissance” avec l’engin. Malgré ses 7,3 kg il peut voler lentement. Le vol vent de face (20 km/h) est très réaliste avec possibilité de faire pratiquement du surplace. L’essai de décrochage ne montre aucune tendance à la mise en vrille et le planeur est récupéré très facilement à la profondeur après son abattée. Avec ses 7,3 kg, un peu de trim à piquer permet un vol plus “vif” et une bonne pénétration face au vent. Cela devrait être bien utile en vol de pente.
Je n’apporte pas de modifications supplémentaires pour l’instant car j’attend des conditions plus calmes pour cela (mais à priori je serai tenté de réduire encore légèrement le vé longi à 2°).

Les réglages de mon ASK13 sont donc les suivants :

- Centrage à 70 mm du BA à la nervure d’emplanture N1

- Vé longi de 2° (au lieu de 2,5°)
- Débattement profondeur : + ou - 20 mm mesuré au niveau du BF côté dérive
- Ailerons : + 15 mm (vers le bas) et -30 mm (vers le haut) mesuré au niveau du BF côté fuselage
- Profondeur : + 25 mm (à piquer) et -25 mm (à cabrer) mesuré au niveau du BF côté gouverne de direction
- Dérive : plus ou moins 80 mm mesuré au niveau du pied de dérive.
- Aérofrein sans compensation à la profondeur
- Poids en ordre de vol : 7,3 kg

Voilà. J’espère que cette notice personnelle vous aidera à vous lancer dans cette construction qui néanmoins s’adresse à des constructeurs ayant déjà une première expérience de construction bois et du pilotage de modèles trois axes. Un outillage minimum comprenant une scie à chantourner électrique me semble nécessaire.

Même si le travail est important en terme d’heures passées (750 heures), l’essentiel est de toujours avancer un peu et de ne pas se décourager. Et vous verrez, quelle satisfaction de piloter un planeur original que vous avez construit entièrement de vos propres mains ! Alors prenez votre courage à deux mains et n’hésitez pas à vous lancer dans la construction de l’exemplaire n° 3 (n° de série ASK13/4M/LK003), vous ne le regretterez pas.

Je vous souhaite une bonne construction et de beaux et nombreux vols avec l’ASK13.

Encore une fois mes remerciements à Louis Kulicka pour le plan et les conseils.

Pascal Chéreau, Montigny-le-Bretonneux, le 3 juillet 2007.
Courriel : cherpasc@club-internet.fr

FOURNITURES POUR ASK 13 DE 4 M DE LOUIS KULICKA			
AILES			
	nbre	PU	Total
Nervures N1 et N4 CTP Bouleau 5mm 600x300	1	5,3	5,3
Nervures N5 à N20 balsa Andino 3 mm 10 planches	1	12,3	12,3
Nerv N21à N37+ame longeron+coffrage balsa andino 2mm 10 planches	2	10,4	20,8
BdF balsa tronçon principal angle droit 30 x 8 l=1m	2	2,2	4,4
BdF balsa tronçon extérieur angle droit 20x5 l=1m	2	1,5	3
BdF renfort CTP 1,5mm 500x300	1	6,5	6,5
Faux BA balsa 5 mm planche balsa andino	1	1,6	1,6
Fixation servo Ailerons baguette samba 1m 5x10	1	0,8	0,8
Fixation servo aileron support mini servo le lot de 2	1	2,5	2,5
Encadrement et chapeau AF planchette samba 2 mm	1	3,0	3,0
BA samba 10 x 20 L=2m	2	1,4	2,8
Clé d'aile jonc carbone diamètre 14 mm L= 0,5m (Graupner)	1	22	22
Tube d'aile alu anodisé 16mm ext 14mm int L=1m	1	5,7	5,7
Longeron pin 13x9 longueur 2,4m	4	1,7	6,8
Longeron renfort emplanture pin 4x18 2,6m	1	1,85	1,85
Bord articulation aileron planchette balsa 10mm	1	2,5	2,5
Mèche carbone en nappe pour renfort BdF largeur 45mm L=1m	1	3,1	3,1
axe d'incidence CAP diam 5mm	1	1,8	1,8
Tube laiton diamètre int 5 mm ext 6mm	1	4,1	4,1
Boite d'épingle 50 pièces	1	4,2	4,2
Mastic bois Hobbylite Filler	1	9,2	9,2
AF graupner 370 mm les 2	1	34,7	34,7
Sous total Structure aile			158,95
Colle UHU HART gros tube 125 ml	2	6,1	12,2
ORACOVER Blanc 10m (en fait il en faut 8 m)	1	67,5	67,5
TOTAL aile hors servo, tringlerie, ...			**238,65**
FUSELAGE			
CTP aviation bouleau 2mm 1,5 m x 1,5 m pour flancs, ames longeron...	1	57	57
(en fait il n'y a besoin que de 1,5m x 0,7m)			
CTP aviation 4mm 3 plis couples 600x300	3	4,7	14,1
CTP aviation 5mm 4 plis couples (à prendre dans appro aile)	0	0	0
Colle blanche	2	3,5	7
Longeron pin 10x4 (à refendre dans baguette 38x4 L=2m)	2	1,5	3
comblement entre les quilles - saumon aile Planchette balsa dur 8 mm	1	2,3	2,3
comblement patin Planchette balsa dur 5 mm	1	1,9	1,9
Coffrage dessus arrière balsa 2mm andino	3	1,1	3,3
croisillonage + 3 lisses supérieures baguette balsa dur 6x6mm	10	0,6	6
Tube alu 6X5 longueur 1 mètre pour cadre de verrière	2	2,9	5,8
Ecrou à pointes diamètre 6 mm (voir accessoires)	2	0	0
Vis plastique diamètre 6 mm (voir accessoires)	2	0	0
coffrage nez baguette balsa 5x5mm	8	0,4	3,2
Bague arrêt roue diamètre 5 mm	2	0	0
Bombe de peinture polyuréthane 400 ml blanc	2	9,6	19,2
Bouche pores Glattifix 200 ml	1	4,5	4,5
Revêtement DIACOV Blanc 3m	3	8,2	24,6
TOTAL fuselage hors radio et accessoires			**151,9**

Empennage vertical et horizontal			
Coffrage balsa andino et nervure 1,5mm 10 planchettes	1	9,5	9,5
Bord de fuite vertical et stab balsa symétrique 20x5	2	1,5	3
Bord d'attaque balsa 5x5mm	2	0,4	0,8
charnière ronde axe métal 10 pièces Graupner	1	9,9	9,9
commande profondeur et direction Jonc carbone 2 mm en longueur de 1,5 m	2	4	8
Gaine plastique diamètre interieur 2 mm	3	0	0
articulation dérive : CAP 0,8mm et sa gaine plastique	1	3	3
Paliers d'articulation de la dérive : plaque circuit imprimé époxy 1,5 mm	1	2	2
Planchette balsa andino 15 mm	1	4	4
Total empennage			**40,2**
Radio + accessoires			
Servo HS 81 aérofrein	2	19	38
Servos profondeur direction crochet Graupner 5077	3	15,4	46,2
Servos ailerons HS81MG	2	28	56
Récepteur Mx mini DS IPD 9 voies	1	85	85
Quartz spécial DS 41.110 Mhz	1	15,2	15,2
Accus réception 4,8v 2700 mAh NiMh 115g	1	18,4	18,4
Interrupteur avec prise de charge	1	17	17
Ferrite clipsable pour fil double pour ailerons et AF	2	3,2	6,4
Cable rallonge servo torsadé 5m	2	4,5	9
Contrôleur accus réceptions	1	20	20
Protection saumon H=18mm	1	1,2	1,2
CAP 2mm	2	0,4	0,8
CAP 1,5mm	2	0,4	0,8
Fiches vertes multiplex male	1	4,8	4,8
Fiches vertes Multiplex femelle	1	4,8	4,8
Guignols aileron nylon	1	2	2
Tige filetée diam 3mm pour méthode du bloc	1	2	2
Ecrou metallique 3mm	1	2	2
ORATRIM noir 2 m pour immatriculation	1	5	5
Vis plastique diamètre 6 (les 10) pour fixation stab et patin	1	2,7	2,7
Ecrou à pointe diamétre 6mm	1	3,9	3,9
4 chapes à rotule M 1,6mm courte (commande ailerons)	1	1,5	1,5
Guignol à rotule long (commande profondeur) Topmodel	1	2	2
Crochet de remorquage Multiplex	1	4,9	4,9
Bombe peinture polyuréthane rouge 400 ml	1	9,6	9,6
Buste pilote civil polystyrène 1/4 à peindre	2	2,3	4,6
Total radio accessoires			**363,8**
TOTAL GENERAL			**794,55**
Total structure nue sans radio et accessoires			430,75 €