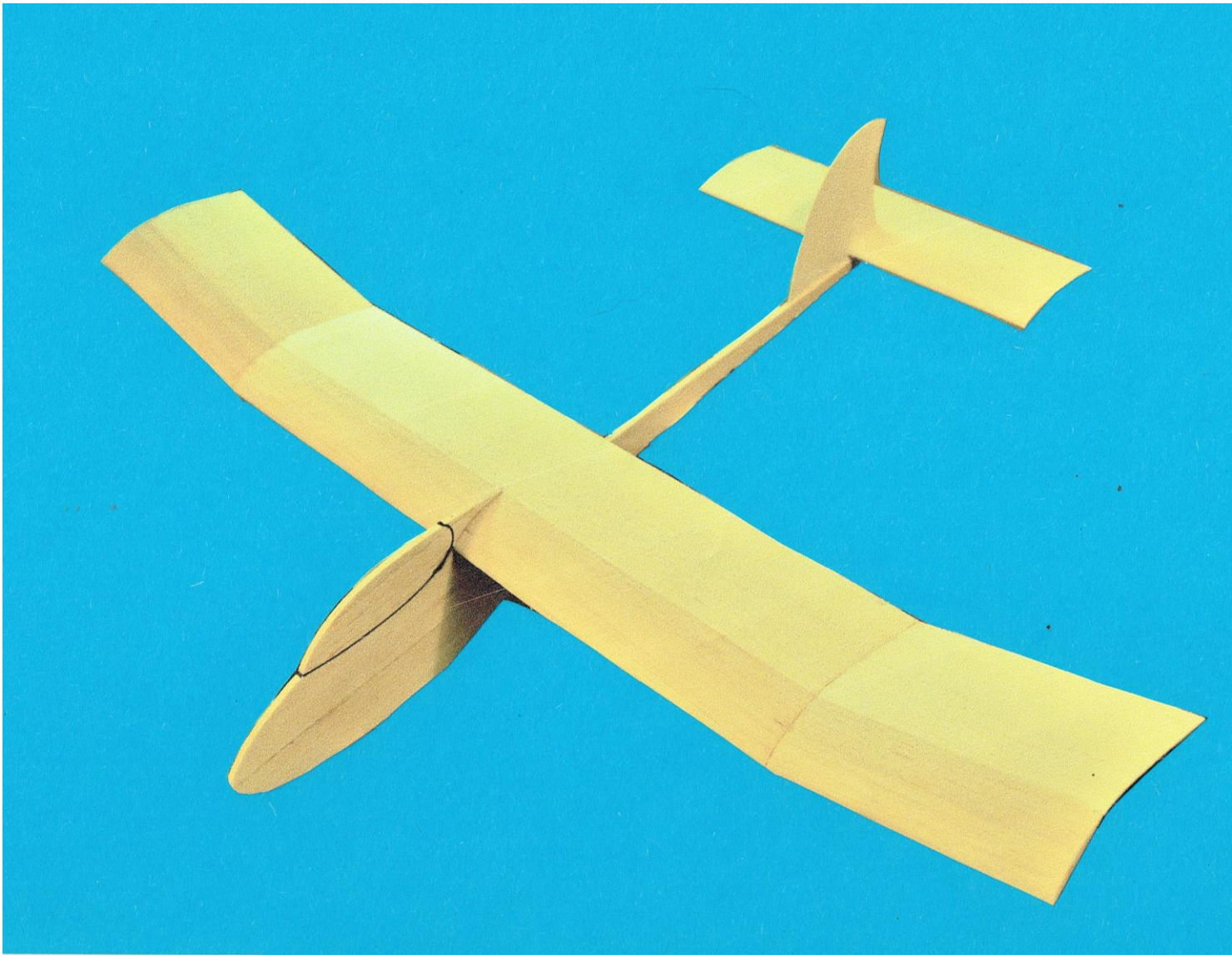




Construire un planeur

Matériel nécessaire pour réaliser un planeur

Colle cyano « de la 2 à 3 secondes »

Epingles avec têtes

Cales à poncer à réaliser

Gabarit de dessin (perroquet) Grand modèle

Balance précision « grammes » - (Voir Bangood)

Scie à fine denture

Rabot à lame de rasoir type « DAVID »

Film alimentaire (à mettre sur le plan de travail pour ne pas coller l'aile)

Plomb (essayer de trouver des chutes chez un ardoisier)

Cutter (fournis par l'ULiège)

Papier émeri -quelques feuilles de grain 50—150 et 250

Plusieurs cales de bois + - 30x50 x300

Un rouleau de scotch type « tesa »

2-3 petites réglettes graduée longueur 30cm (Brico)

Quelques poids (voir les photos)

Latte d'un mètre pour les découpes longues

Mètre ruban (IKEA)

Equerre

ATTENTION LA CYANO COLLE LES DOIGTS

Il existe un « débonder »

La colle à bois et un cutter par planeur sont fournis par l'ULiège

LA CONSTRUCTION PAR L'IMAGE

PLANEUR TYPE CONCOURS ULiège

Réalisation par Bruno SCORDO
2021

Le concours «Ça plane pour toi» est organisé chaque année par le Département d'Aérospatiale et Mécanique de l'ULiège (Faculté des Sciences appliquées). Il s'adresse aux élèves des écoles secondaires, aux étudiants des hautes écoles et des universités.

Le but ? Concevoir un planeur en balsa capable d'effectuer le plus long vol plané possible. Le concours permet aux étudiants de développer leur créativité et d'appréhender les principes physiques élémentaires liés à l'aérodynamisme et à la mécanique du vol.

La réalisation d'une maquette peut s'intégrer idéalement dans le cadre d'un cours de Mathématiques ou de Sciences. Afin d'aider les professeurs dans cette démarche, une brochure didactique peut être téléchargée ;

manuel_planeur_2017.pdf (uliege.be)

Quatre prix sont distribués

Prix du vol le plus long

Prix de l'esthétique

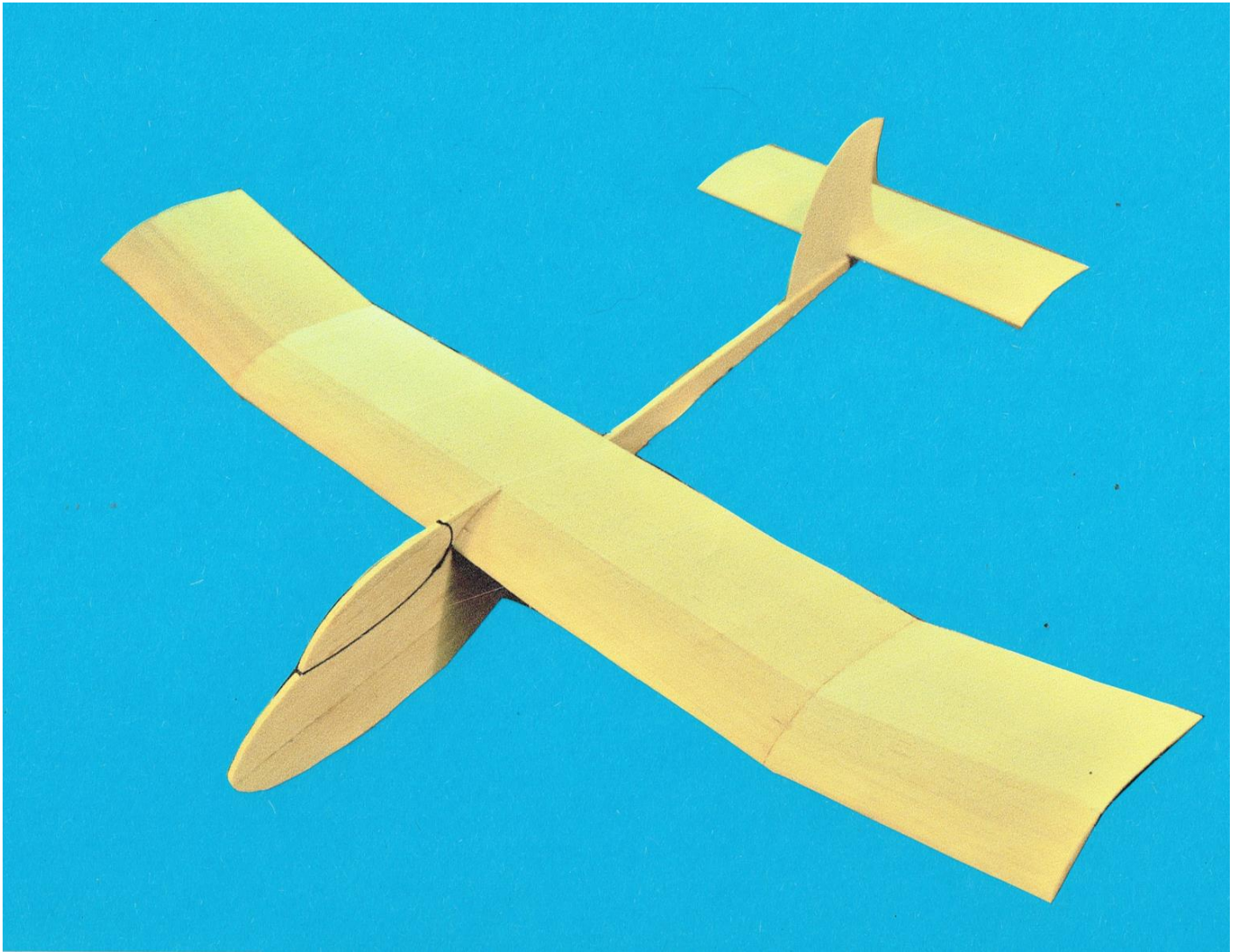
Prix du rapport technique

Prix du jury

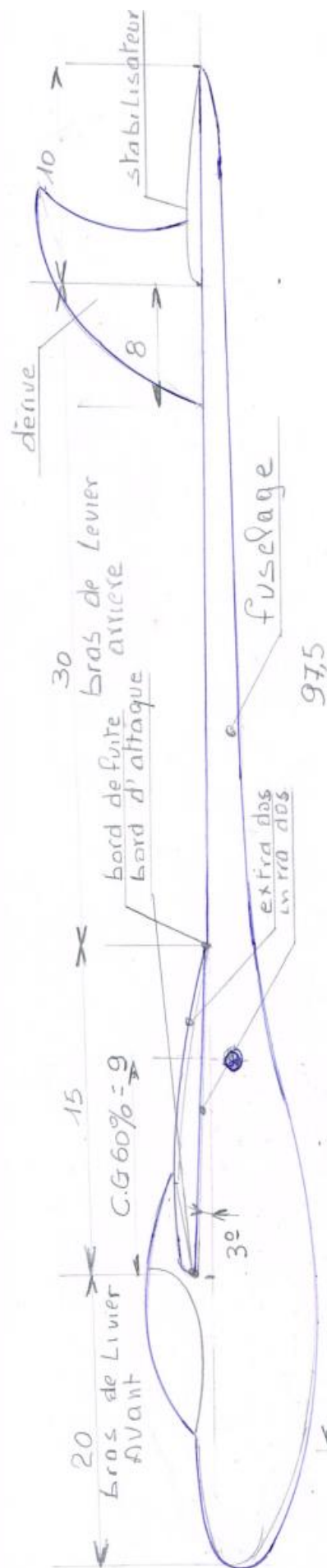
Une rétribution financière est accordée à chaque prix

Règlement général du concours

1. Le planeur aura un fuselage et une/des surface(s) portante(s) fixe(s).:
2. Matériel mis à disposition des participants : 2 planches de balsa de 1.5 mm d'épaisseur, 1 planche de balsa de 6 mm d'épaisseur, et un longeron de section 3 mm x 3 mm en pin. D'autres matériaux sont toutefois autorisés mais uniquement dans le but de : a. attacher, fixer, coller, couper, usiner, mesurer les matériaux fournis, b. lester le planeur, ou c. décorer le planeur. L'entoilage n'est en aucun cas permis.
3. Le planeur aura un poids maximum de 100 grammes.
4. Le balsa, un cutter, un tube de colle et un dossier explicatif seront fournis gratuitement à chaque inscription, et en fonction des disponibilités. Le matériel pourra être retiré auprès de L. Noels de 9h à 13h et de 15h à 17h45 (si possible sur rendez-vous) au local +2/535 du Bâtiment B52 avant le,,,,,, sur le campus du Sart-Tilman, voir plans : https://www.campus.uliege.be/cms/c_1841746/fr/b52/3-mecanique-geniecivil-bureaux
5. Les modèles commerciaux sont interdits.
6. Toute forme de propulsion est interdite. Le concours est réservé aux plus lourds que l'air
7. L'avion doit être lancé à la main. L'avion pourra être lancé au maximum trois fois, mais seul le meilleur vol sera pris en compte. La distance de vol est mesurée à partir de la marque du point de lancement jusqu'au premier point de contact que l'avion aura avec quoi que ce soit d'autre que l'air, par exemple le sol, une autre personne, un mur, etc.
8. Trois arbitres seront responsables de la mesure de la distance parcourue par l'avion et de l'interprétation du règlement du concours. Les décisions des arbitres seront sans appel.
9. Le concours sera doté des quatre prix d'une valeur de 75 € chacun suivants :
 - a. Le prix « distance de vol » sera décerné au planeur qui parcourra la plus longue distance linéaire dans l'espace défini.
 - b. Le prix d'esthétique sera décerné au planeur jugé le plus original et qui aura atteint un niveau de performance suffisant.
 - c. Le prix du Jury sera décerné au planeur jugé le plus méritant.
 - d. Le prix « dossier technique » récompensera le dossier le plus complet décrivant, entre autres, les différentes phases de la construction du planeur, ainsi que les règles de conception utilisées. La taille du document sera limitée à un maximum de 4 feuilles A4 (recto-verso). La date limite,,,,,, La participation à ce prix n'est pas obligatoire. Le dossier peut être envoyé sous format pdf.
10. Le concours peut être réalisé seul, ou en équipe de trois personnes maximums. Chaque participant (ou équipe) ne pourra apporter qu'un seul avion. Le nombre de participants est limité à 50 équipes. 1
11. Les participants sont invités à s'inscrire sur le site
https://www.enseignement.uliege.be/cms/c_9698550/fr/ca-plane-pour-toi
12. La participation au concours est gratuite.



Commencer par faire un croquis avec les dimensions principales



97,5

30

20

diedre

22°

8cm

Aile

Planeur-ULG-
-PLAN-

Ech: 1/2.5

Toutes Les mesures sont
en centimètre

Nervure d'aile Ech 1/1

L'aile sera calée à 30°

15cm

7mm

Le choix des planches

- Une planche de balsa légère doit avoir 10 g par 1mm d'épaisseur- nous avons une planche de 6 mm et deux de 1,5 mm et nous pouvons aller jusqu'à 10 % à 12 % en plus du poids.
- Cela donne 60 g pour celle de 6 mm (maximum 70 g). Pour les planches de 1,5 mm, le poids sera compris entre 15 et 18 g



La plus légère des deux, nous la réserverons pour les nervures de l'aile, du stabilisateur et la réalisation de la dérive—Pourquoi ? pour alléger la masse arrière du planeur et mettre le moins de plomb possible à l'avant pour régler le centrage.

- Pour chaque gramme supplémentaire à l'arrière, il en faut deux à l'avant. En tenant compte du bras de levier double vers l'arrière, d'où le gramme supplémentaire qui compte pour trois (1+2)

Ce qui représente 3 % de la masse d'un planeur de 100 g. C'est énorme !

Ne pas perdre de vue que le planeur doit avoir une masse maximum de 100 g EX ; un airbus 380 à une masse à vide de 280 T – 3 % représente 8.4T. Là aussi chaque gramme compte.

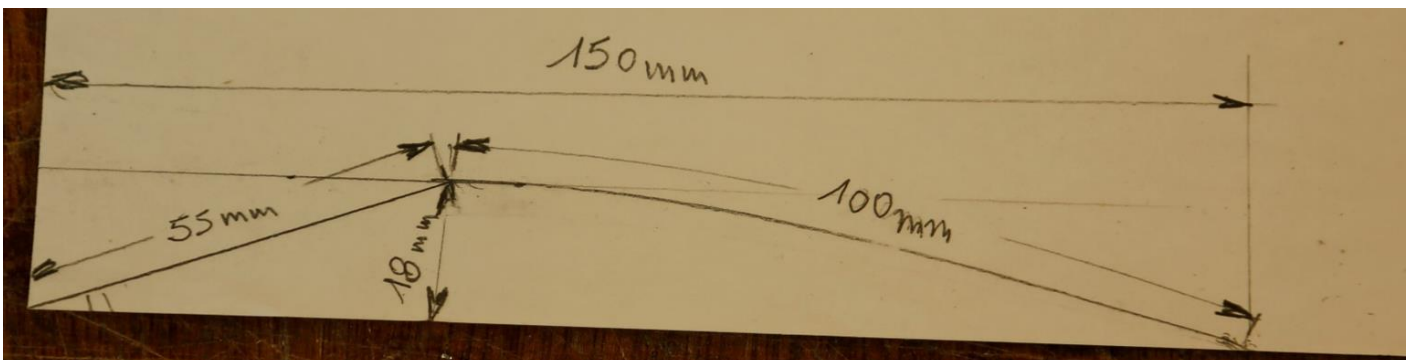
Choix du profil d'aile

Le planeur va évoluer dans un domaine de vol qui correspond à un faible « nombre de Reynolds » (**recherche à effectuer**) (vol lent)

Nous avons fait le choix d'un profil « Jedelsky » Avec les matériaux mis à notre disposition, il ne nous est pas possible de respecter parfaitement un tel profil, nous allons devoir nous en inspirer.

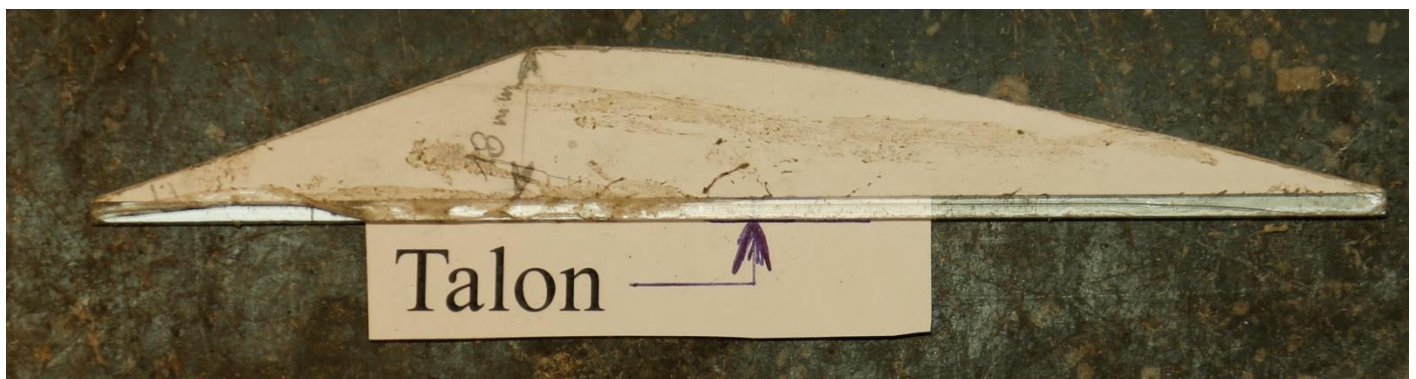


Nous allons tracer sur une feuille de papier notre profil. Ensuite nous allons le découper et le coller sur une feuille de plastic dur, un carton résistant ou une tôle d'alü. Cela va nous servir de gabarit pour la découpe des nervures.





Jedelsky préconise un talon de 2 à 3 mm sous le profil ; l'expérience nous apprend que cela nous occasionne des problèmes lors de la mise en forme de l'aile, c'est un choix à faire.

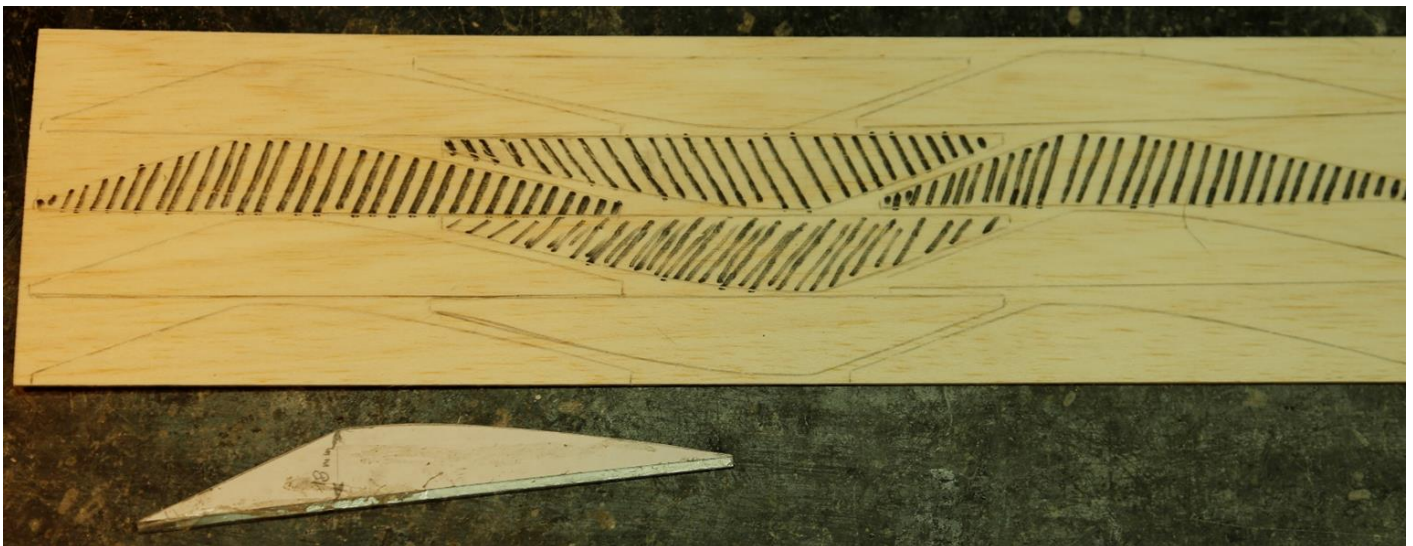


Reporter le gabarit sur la planche de balsa de 1,5 mm (la plus légère) en appliquant la technique de l'**imbrication**.

Pourquoi ? la matière coûtant extrêmement cher, il nous faut l'économiser le plus possible - cette technique est utilisée dans tous les domaines industriels.



Nous avons déterminé qu'il nous faut 12 nervures

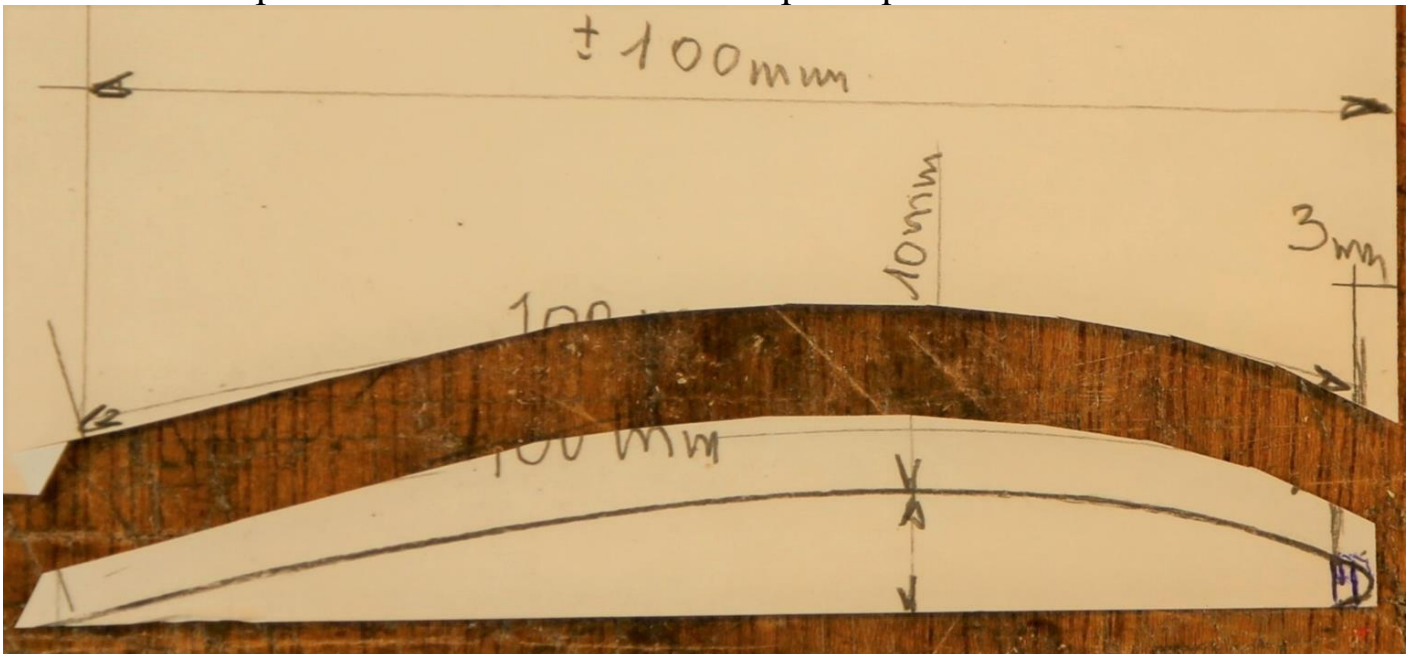


Dessiner la forme des nervures du stabilisateur sur notre feuille de papier.
Nous avons décidé lors de la conception du plan du planeur de mettre un profil porteur sur le stab. Ce qui va nous permettre de faciliter le centrage et de le reculer.
(+ ou - 60 % de la corde de l'aile au lieu des 30 % habituels)

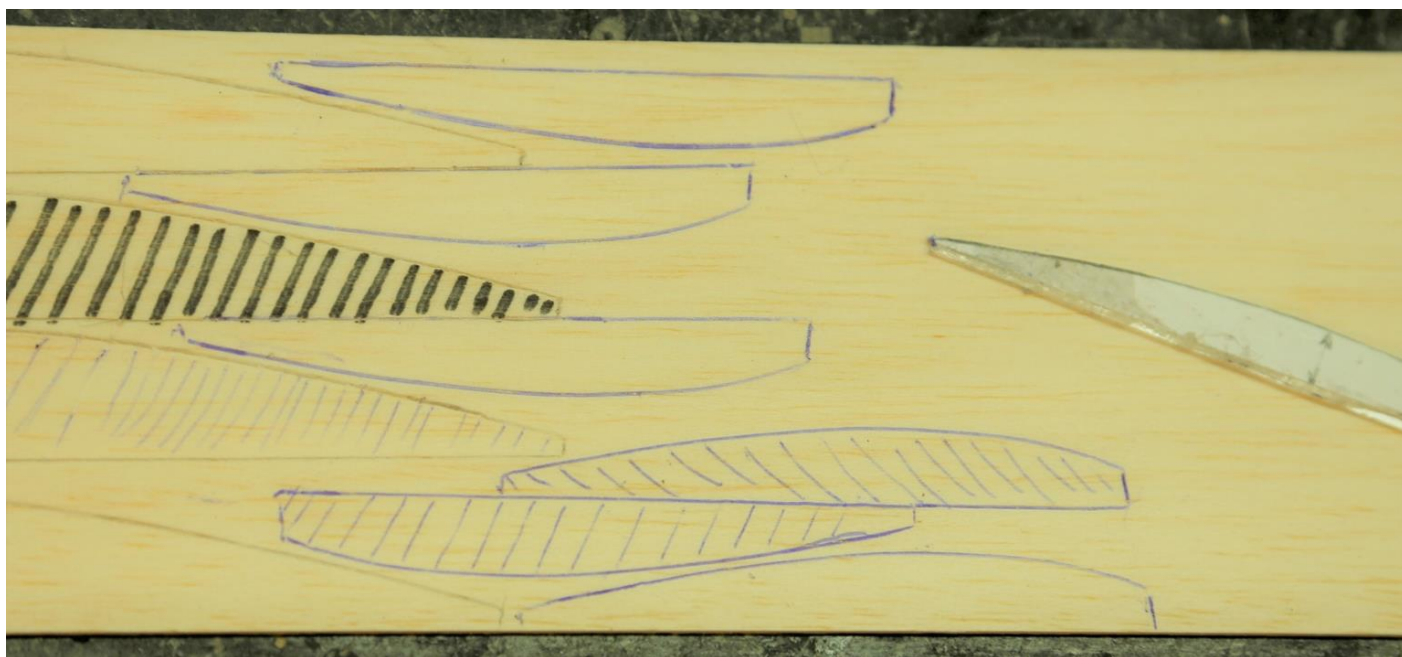
Un pistolet de traçage (appelé aussi perroquet) serait d'une grande aide



Coller la découpe sur le restant de la feuille de plastique dur ou autre matière.



Reporter le gabarit sur le balsa de 1,5 mm à la suite des nervures précédentes et en respectant toujours l'imbrication. Nous avons déterminé qu'il fallait 6 nervures.



A ce stade toutes nos nervures sont tracées.



Le reste de la planche va nous servir pour la réalisation du stab et de la dérive.



Avant de procéder à la découpe des nervures, nous allons préparer l'aile composée d'une partie de la planche de 6mm et l'autre planche de 1.5mm

L'avant de l'aile est constitué de la planche de 6 mm découpée à 55 mm de largeur.



Toujours tenir le cutter bien perpendiculaire à la planche ; si vous tenez mal le cutter, vous aurez des problèmes à la jonction des collages.



Une règle ou une latte de plus d'un mètre facilitera la découpe.



Encoller le chant de l'autre planche de balsa de 1,5 mm sur toute la longueur.



Assembler la planche de 6 mm prédécoupée et celle de 1,5 mm

Avant cela vous aurez recouvert le plan de travail d'une feuille de film alimentaire pour empêcher la colle de prendre sur le plan de travail.



L'usage de poids s'avère intéressant pour maintenir l'une contre l'autre les deux planches et éviter les défauts de jonction.

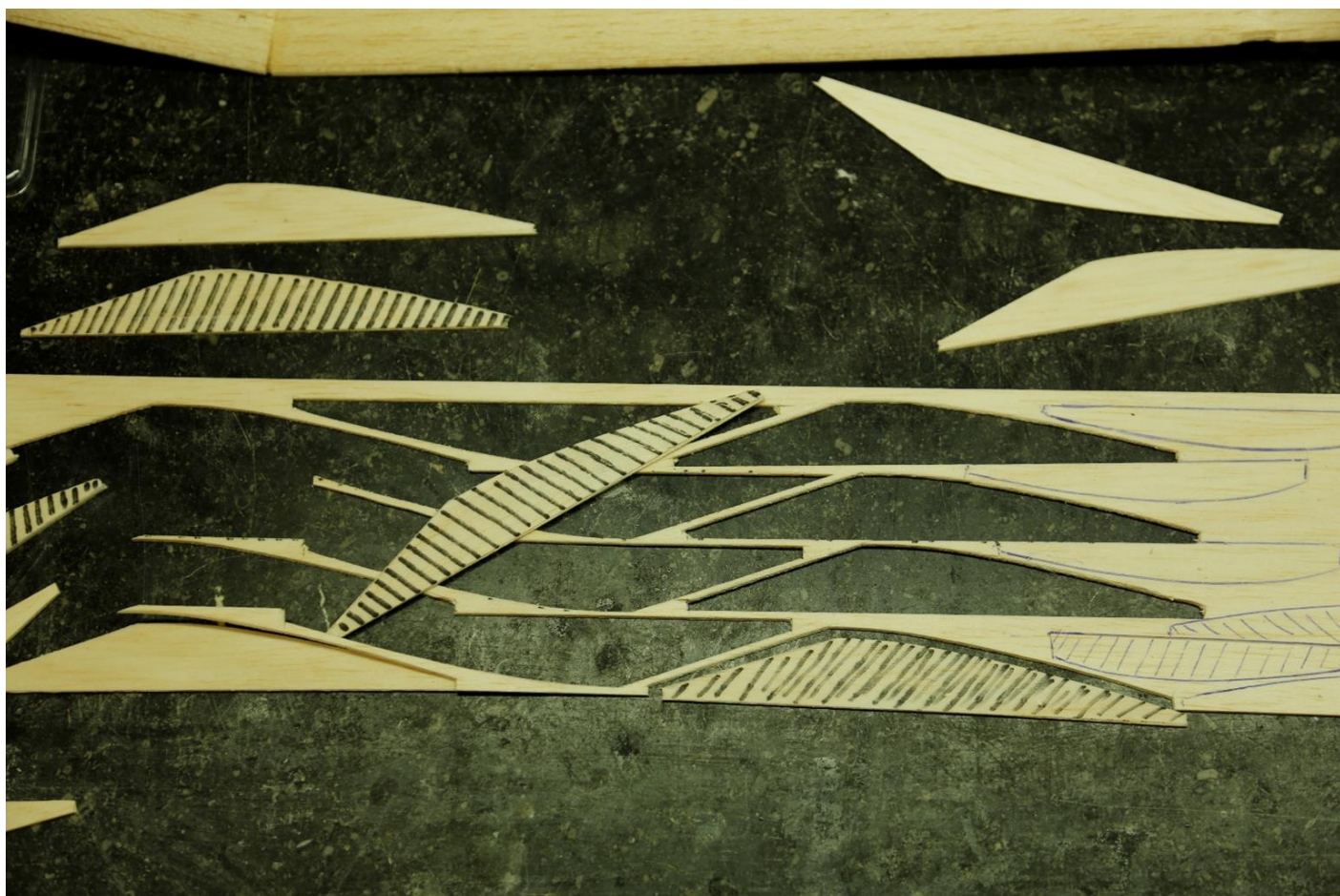


Pendant que l'ensemble sèche, nous reprenons la découpe des nervures en ne perdant pas de vue que notre cutter doit rester perpendiculaire à la planche. Bien respecter le sens des nervures avec le fil du bois.

Toutes les découpes rectilignes se feront à l'aide d'une règle.



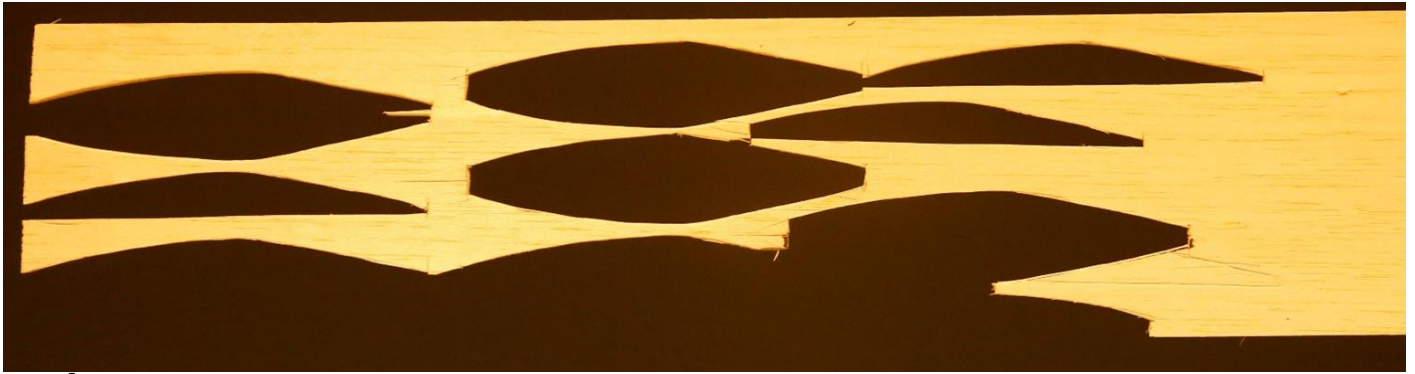
Découper les parties courbes à main levée ou en vous aidant de votre gabarit s'il est suffisamment rigide.



Les nervures sont découpées



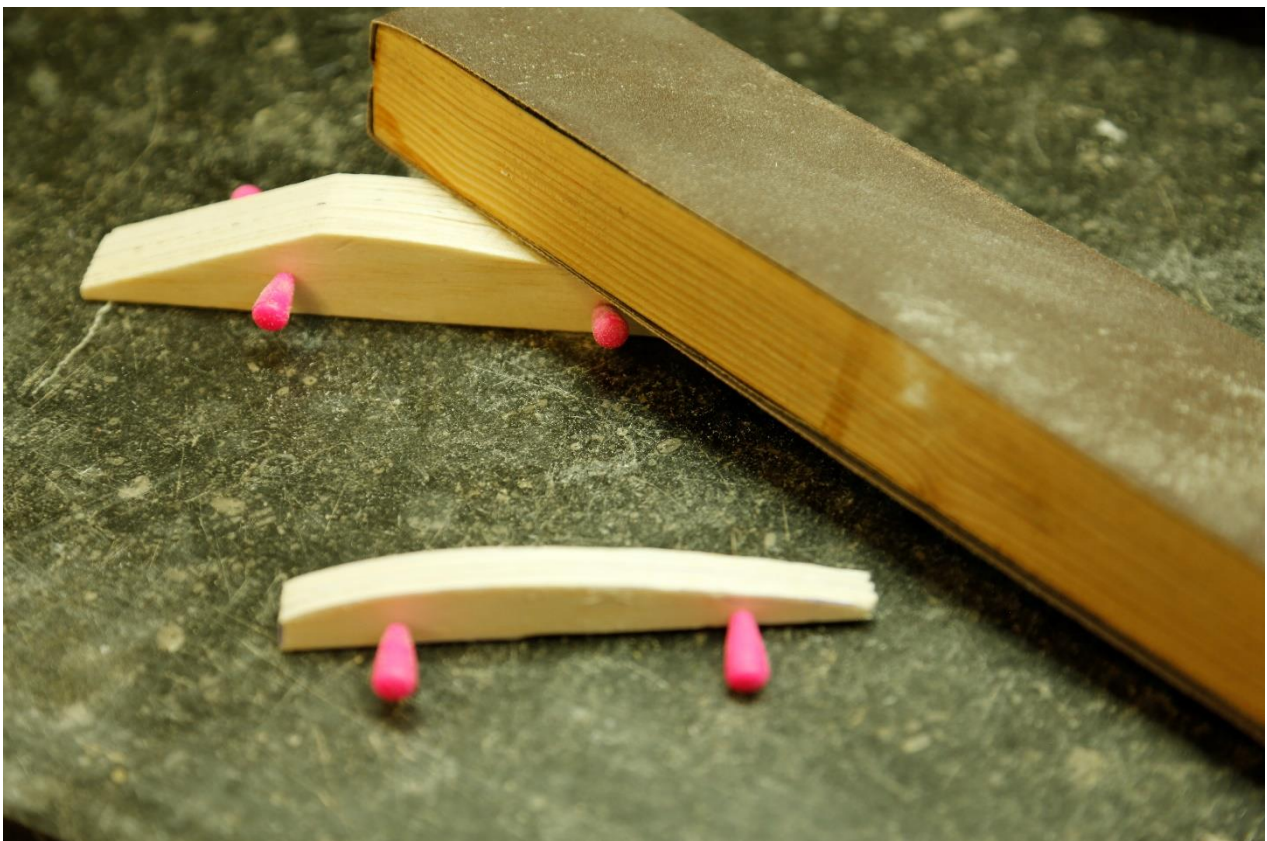
Assembler les nervures en bloc pour les ajuster ensemble



TRÈS MAUVAIS EXEMPLES D'IMBRICATION



Procéder à l'ajustage par un ponçage délicat (papier à l'émeri de grain 250)



Découper le stabilisateur dans le restant de la planche de 1,5 mm.



Tracer l'emplacement des nervures sur le stab ; au centre nous en mettrons deux, distantes de 6 mm Cela correspond à l'épaisseur de notre fuselage.

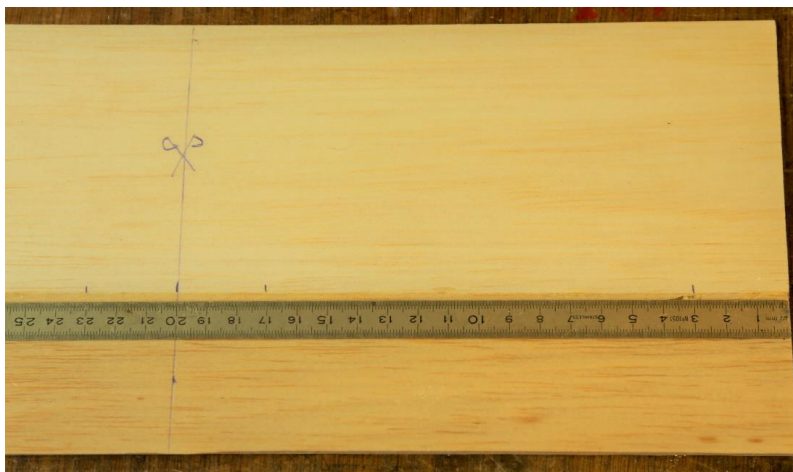
Pour que les traits soient bien perpendiculaires, nous nous aiderons d'une équerre.



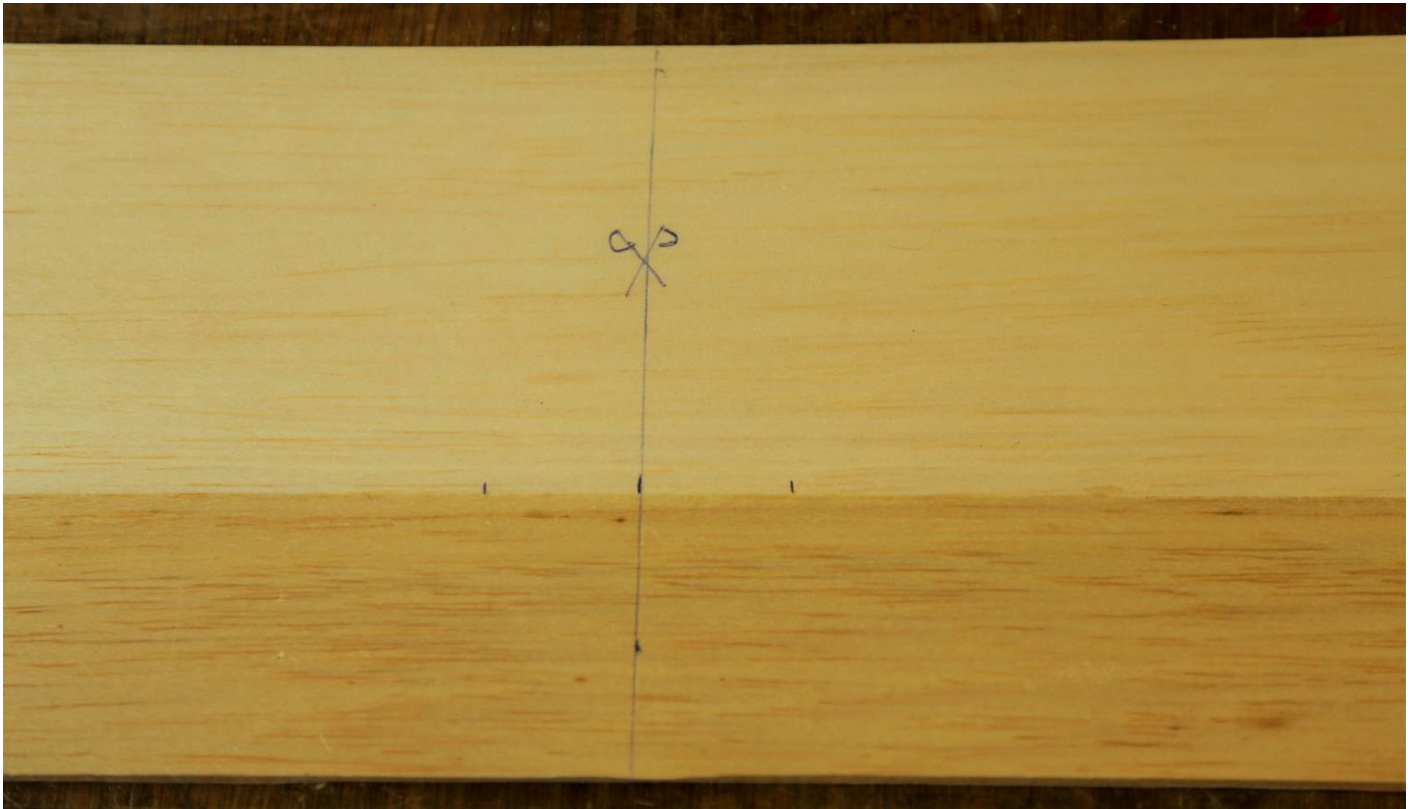
Nous reprenons l'aile qui a eu le temps de sécher.

Nous allons tracer l'emplacement des nervures d'aile.

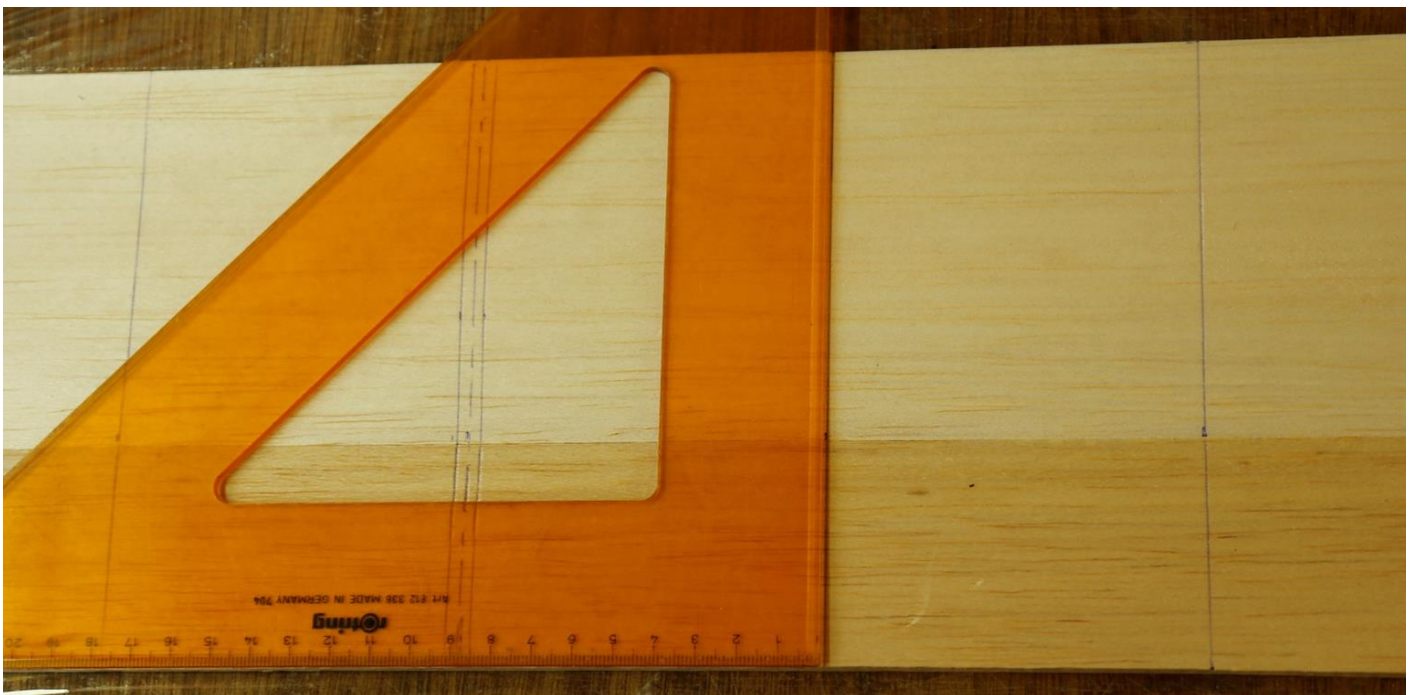
A 20 cm des bords de chaque côté nous allons tracer un trait de coupe ; c'est à cette endroit que nous couperons l'aile pour réaliser le dièdre. Pour le moment nous



indiquons l'emplacement par le symbole de coupe. (Symbole universel)



A 3 cm de part et d'autre du trait de coupe ainsi que du bord extérieur de l'aile, nous traçons un repaire pour l'emplacement des nervures.



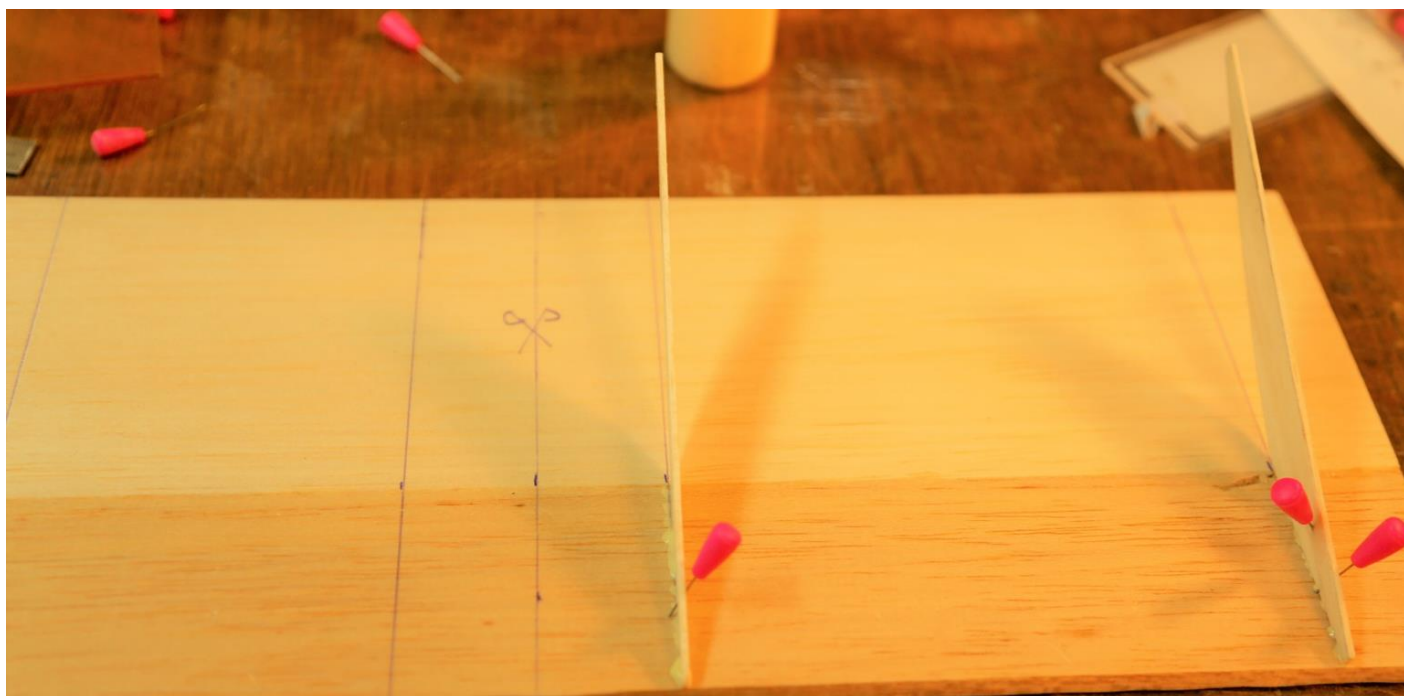
Au centre, nous traçons deux traits distants de 6 mm (épaisseur du fuselage) ; il y aura une double nervure à cet endroit, le reste étant divisé en parties égales.



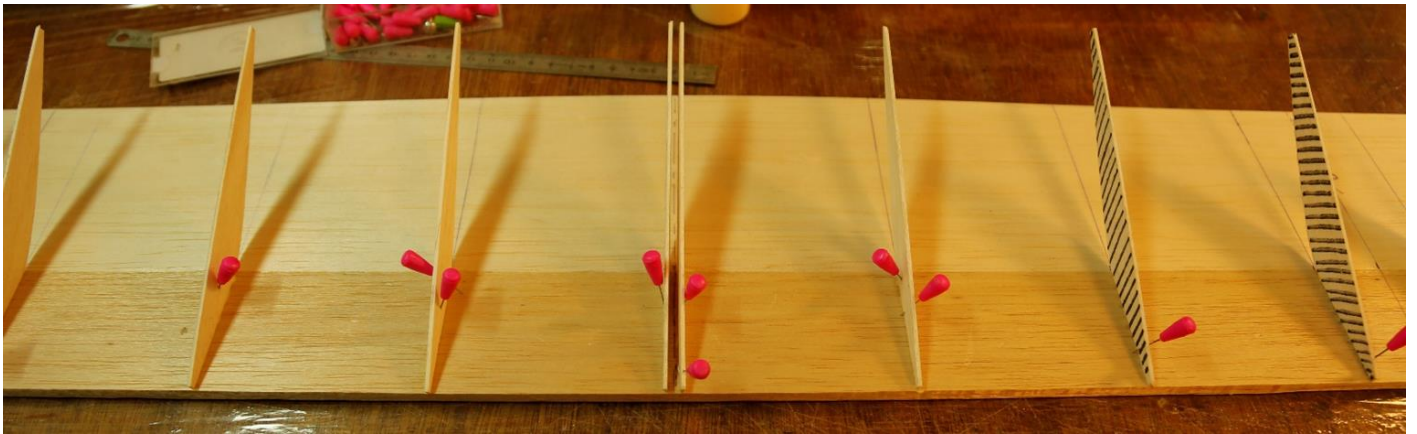
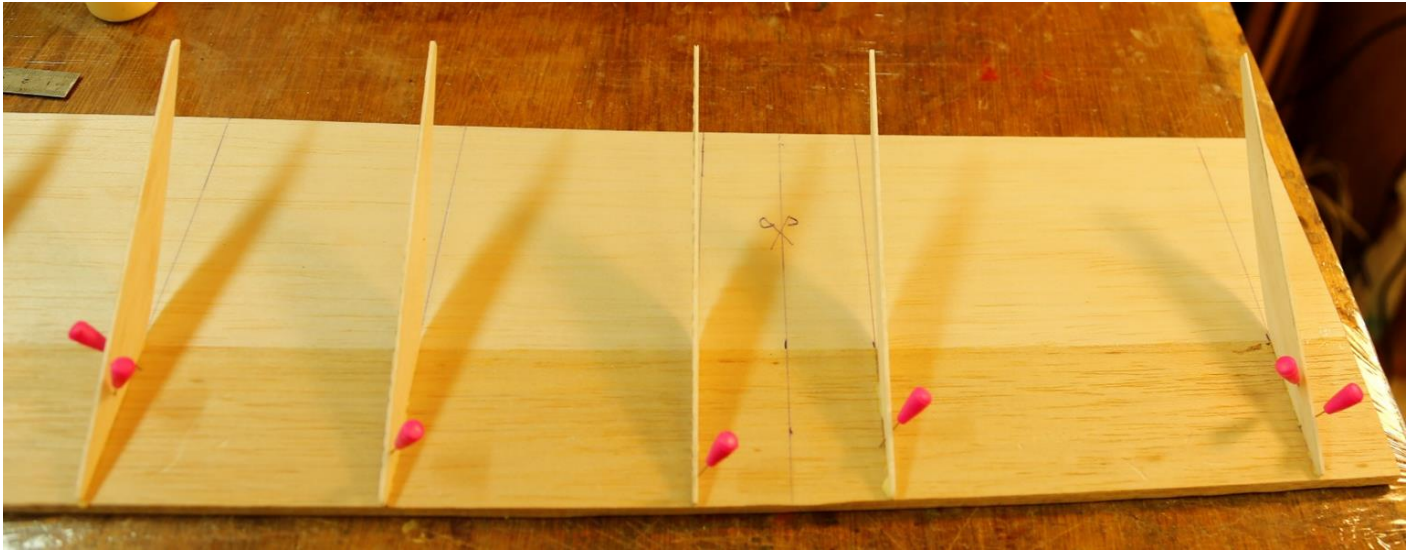
Prendre une nervure, encoller la partie rectiligne qui va être collée sur la partie de 6 mm de l'aile.



Bien positionner les nervures dans le prolongement des traits.
Ne pas oublier de les bloquer avec des épingles pour éviter qu'elles bougent.

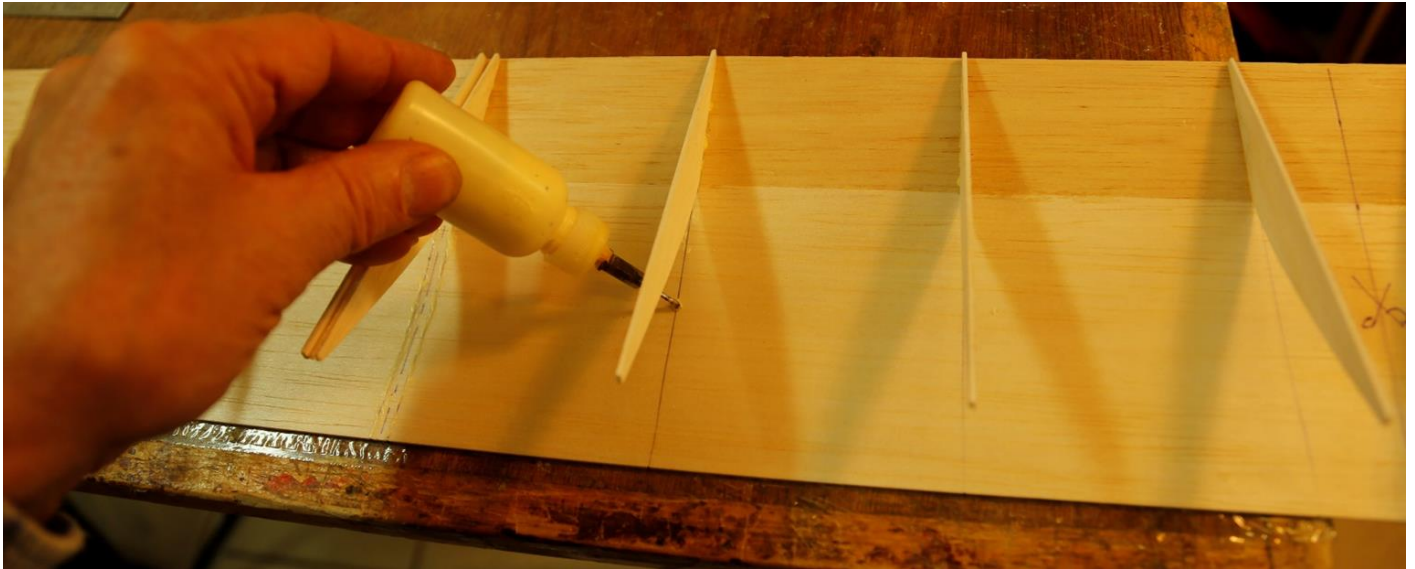




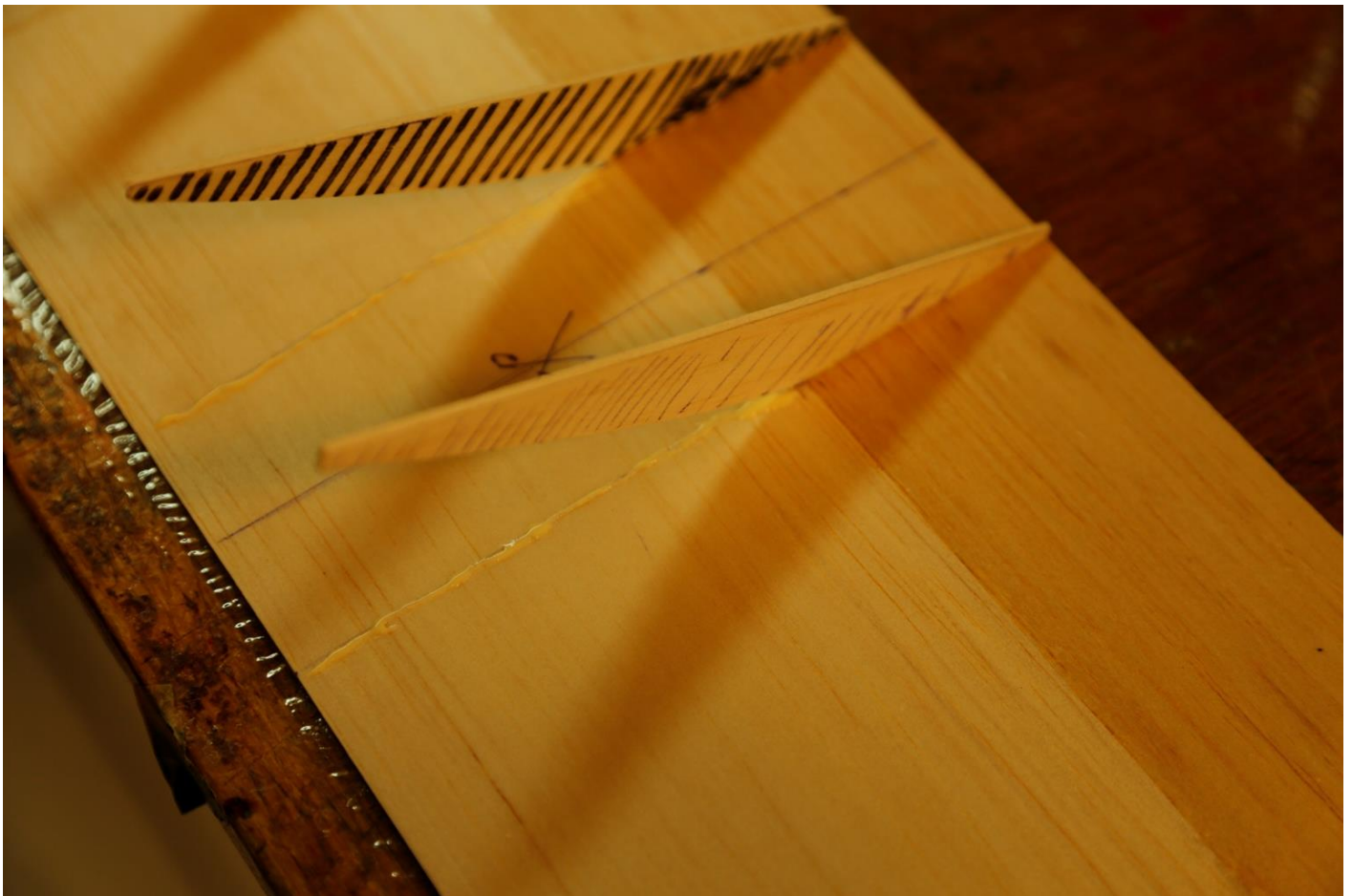


Quand la colle aura fait sa prise sur les nervures ; retourner le tout et reporter les emplacements des nervures sur le chant inférieur (le chant supérieur étant collé sur la planche de 6mm) pour bien repositionner les nervures au collage final.

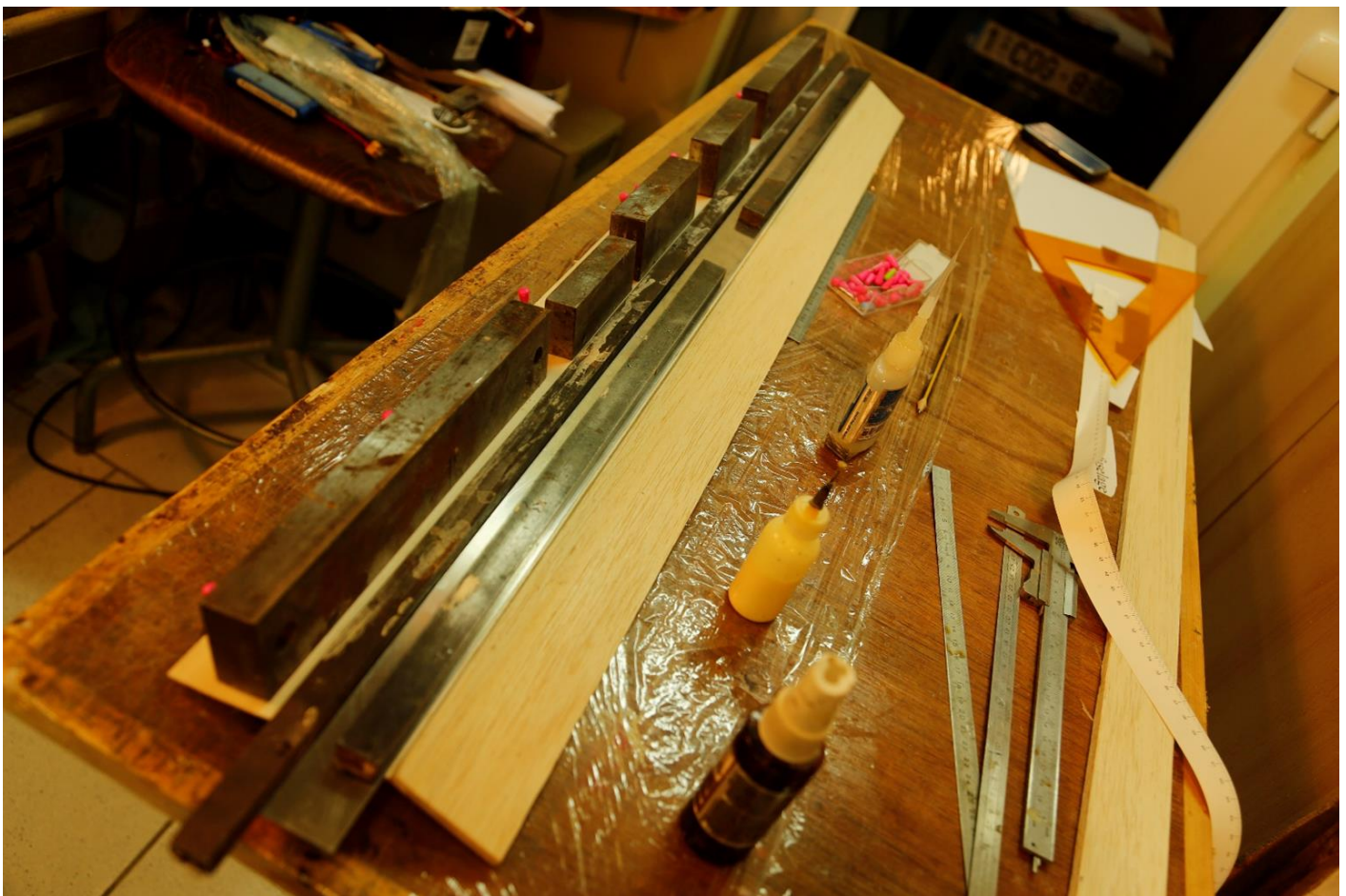




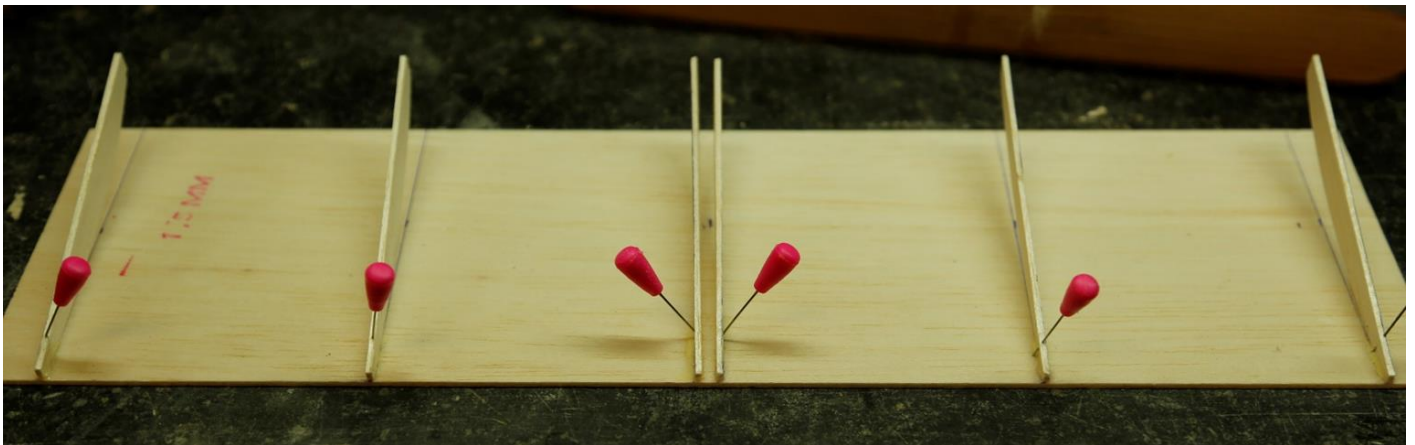
Mettre de la colle sur les traits des nervures ; il faut aller assez vite pour ne pas que la colle sèche avant d'avoir assemblé les nervures.



Ajuster les nervures sur les petits traits que vous avez faits sur le chant inférieur de l'aile, placer une épingle sur chaque nervure. A ce stade il vous faut des poids pour que la planche de 1.5 mm épouse bien la forme du profil.



Pendant le séchage de l'aile, nous allons commencer à coller les nervures du stabilisateur. Les positions de nervures sont reportées et tracées sur la planchette.



Pour le stabilisateur, nous commençons par coller le bord de fuite sur 1 cm. (cela permet d'avoir une plus grande surface de contact avec la planche)
Maintenir les nervures avec des épingles.
Lorsque la colle a séché, enlever les épingles, faire un trait sur le chant côté bord d'attaque qui servira à positionner au bon endroit la nervure.

Ensuite encoller les traits d'emplacement des nervures, retourner le tout.



Placer quelques poids pour que la planche épouse bien la forme des nervures du stabilisateur.

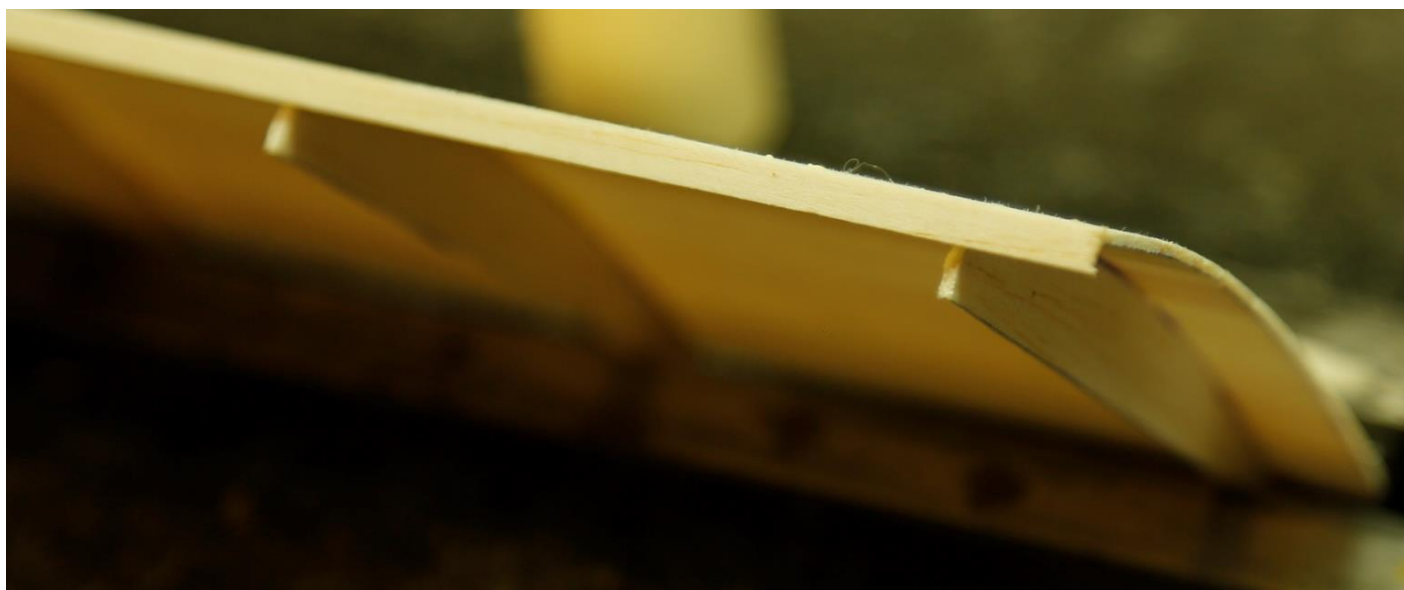


Le collage terminé, ajuster le bord d'attaque avec les nervures.

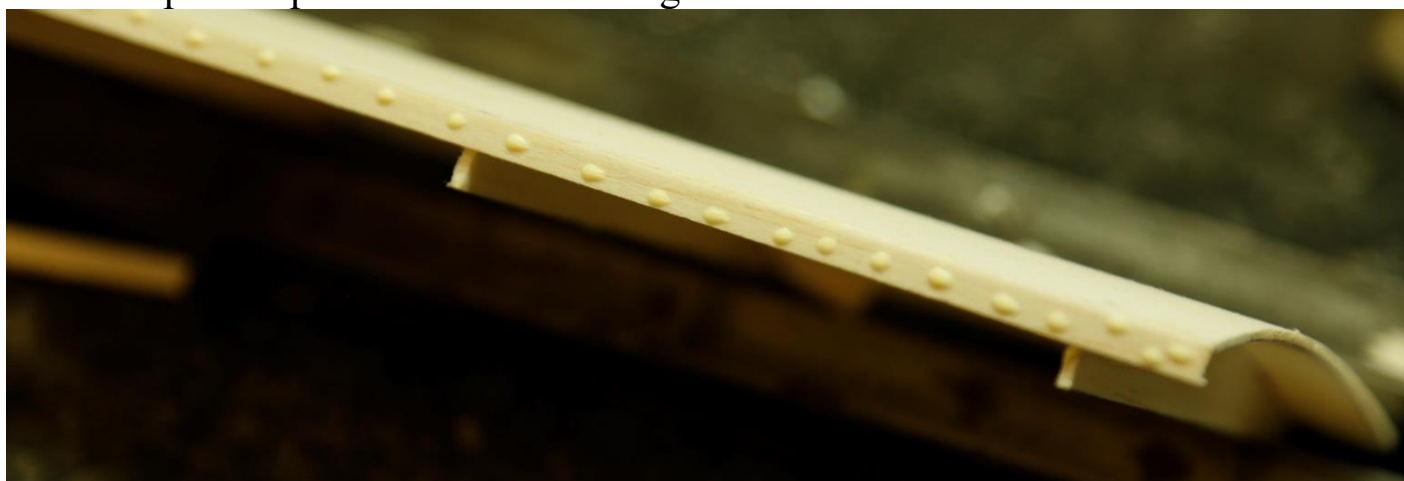


Encoller une languette de balsa 1,5 mm qui va constituer le bord d'attaque ; dessus on place une seconde languette.





Encoller pour la pose de la seconde languette.



Ajuster le bord de fuite en arrondi à l'aide d'une cale à poncer (papier émeri grain 50). Toujours poncer perpendiculairement au fil du bois.



Nous reprenons l'aile qui a eu le temps de sécher.

Coller un ruban scotch (type Tesa) entre la planche de 6 mm et celle de 1,5 mm. Pendant le ponçage ou le rabotage, il ne faut surtout pas entamer la planche de 1,5 mm. Le ruban sert de protection pour ne pas descendre trop bas ou avoir la main lourde sur la cale à poncer.



Tracer la forme du profil sur le côté.



Poncer perpendiculairement au fil du bois. On pourra terminer le ponçage dans le sens du fil pour éliminer les petites bosses et avoir un profil régulier.



Si vous disposez d'un rabot type « david » cela prendra moins de temps. Voici le lien-



RABOT DAVID - outils de shape- VIRAL Surf for shapers (viral-surf.com)

Poncer au plus près du ruban adhésif sans l'entamer, ensuite l'enlever et terminer délicatement pour affleurer le 6 mm avec le 1,5 mm.



Procéder de même pour le bord d'attaque.



Au toucher il ne faut plus sentir de rebord. (Notre sensibilité au toucher est de moins du dixième de mm !)



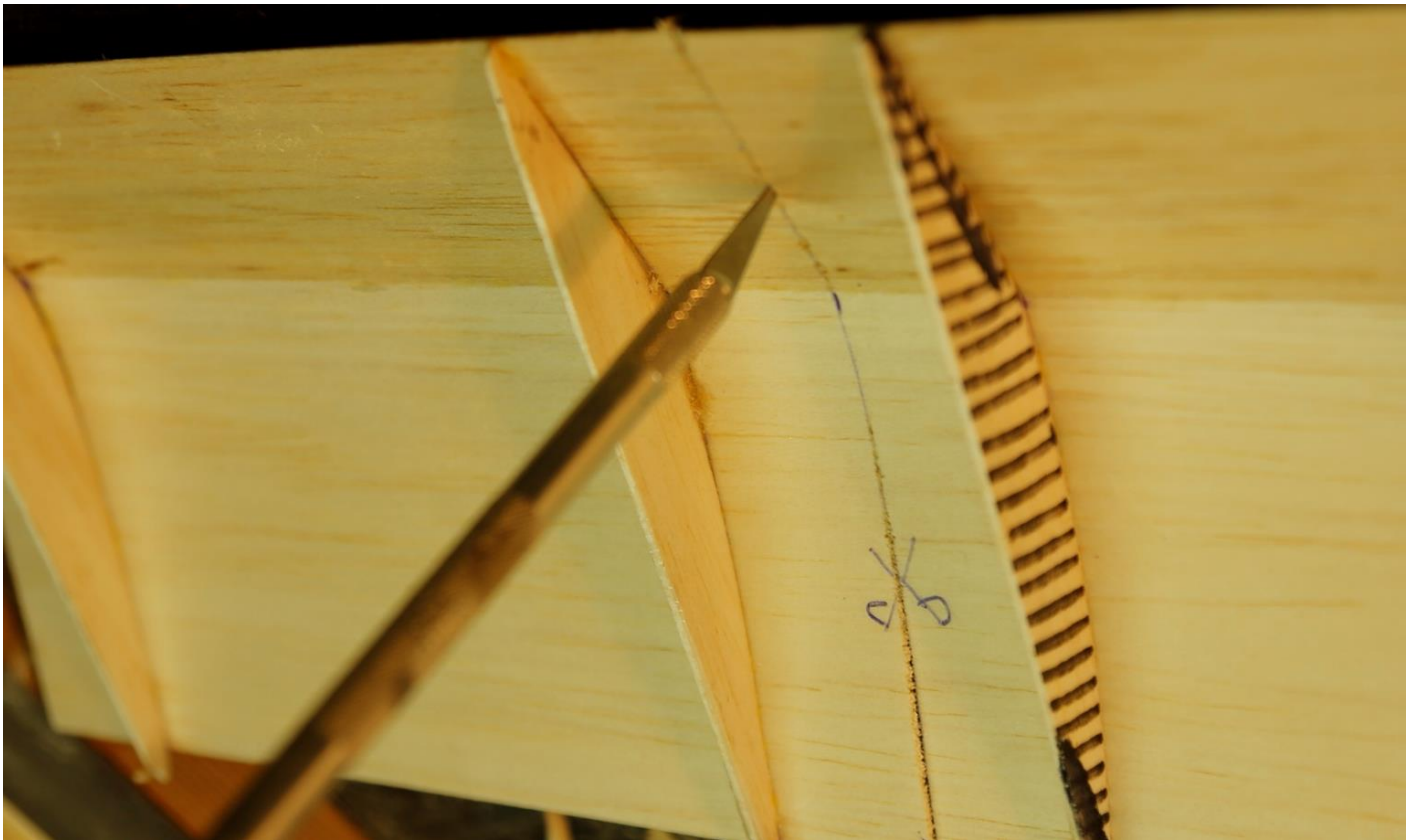
Terminer en ponçant dans le sens du fil du bois pour avoir un profil régulier.





Retourner l'aile et couper, de préférence avec une petite scie à bois, sur le symbole de coupe qui se trouve de part et d'autre de l'aile ; bien répertorier les deux morceaux, ils retournent à la même place pour former le dièdre.





Si vous coupez au cutter, être toujours bien perpendiculaire.



Réalisation du dièdre.

Nous mettrons un dièdre de 8 cm en bout d'aile. Il n'est pas nécessaire d'avoir un dièdre important, notre planeur va évoluer dans un espace calme sans perturbation.



Le plan de jonction présente un certain jour, cela est normal. C'est l'interpénétration de deux cylindres.

Nous allons ajuster l'angle de contact des deux portions d'ailes à l'aide d'une cale à poncer en enlevant la même quantité de matière sur les deux parties. On s'y prend en plusieurs fois en y allant graduellement jusqu'à la jonction parfaite.



Le plan de contact étant parfait, procéder à l'encollage et contrôler le respect de la hauteur de dièdre. S'aider d'une cale qui sera reportée de l'autre côté

Nous procédons de la même manière à l'autre bout d'aile avec ajustage et ponçage. On s'y prend en plusieurs fois en y allant graduellement jusqu'à la jonction parfaite et une parfaite symétrie des deux extrémités.



Nous obtenons ainsi notre aile avec les dièdres en bout d'aile.



Nous reprenons le restant de planche de 6 mm et 4,5 cm de largeur.
Elle va servir à la réalisation du fuselage.



Nous allons tracer l'emplacement du stabilisateur qui fait 10 cm de large.

Nous traçons ensuite un trait à 30 cm (deux fois la corde de l'aile) qui s'appelle « bras de levier arrière » et nous traçons deux traits pour l'emplacement de l'aile, qui fait 15 cm de corde.





La partie avant du fuselage s'appelle « bras de levier avant » ; nous allons considérer que 20 cm seront suffisants pour compenser la masse arrière en sachant que le fuselage comportera plus de matière à l'avant qu'à l'arrière.



Commencer à ébaucher la forme du fuselage.
Pour avoir une belle forme harmonieuse, on s'aidera de préférence d'un pistolet de traçage (perroquet). Traçons l'arrière du fuselage.



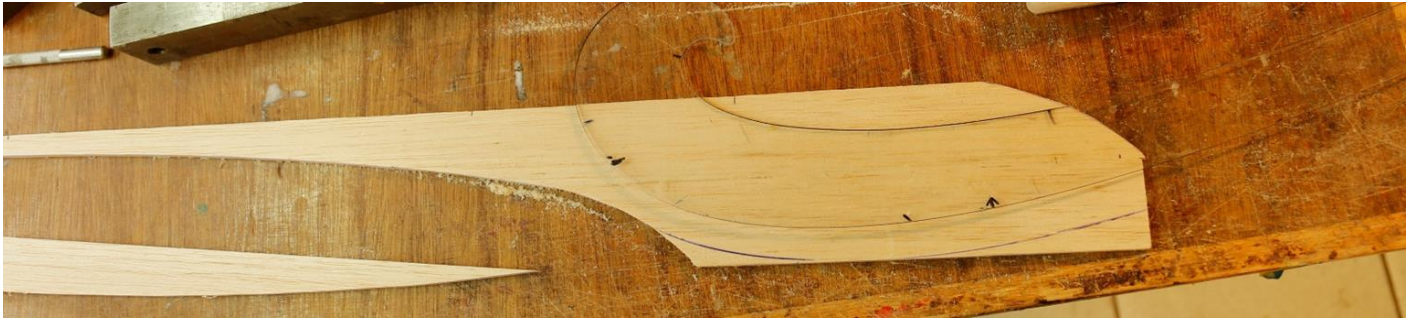
Tracer ensuite l'avant du fuselage. Une bonne représentation mentale de la forme finale est importante.



Procéder à la découpe en tenant bien le cutter perpendiculaire à la planche,



Les deux morceaux de la découpe vont nous servir à donner la forme finale de l'avant du fuselage. Nous allons les encoller contre la partie principale, d'où l'importance d'avoir une belle coupe perpendiculaire pour une jonction parfaite.



Sur le dernier morceau de 6 mm nous allons découper la pièce qui va nous donner l'angle de calage de l'aile. Dans notre cas nous avons choisi un angle de 3° qui nous donne une bonne portance pour une faible traînée ; C'est un bon compromis.



Nous poursuivons ensuite la finalisation de notre fuselage en récupérant les derniers morceaux de 6 mm et nous les ajustons avec l'aile pour obtenir la forme désirée





Un trait de marqueur pour évoquer le cockpit.

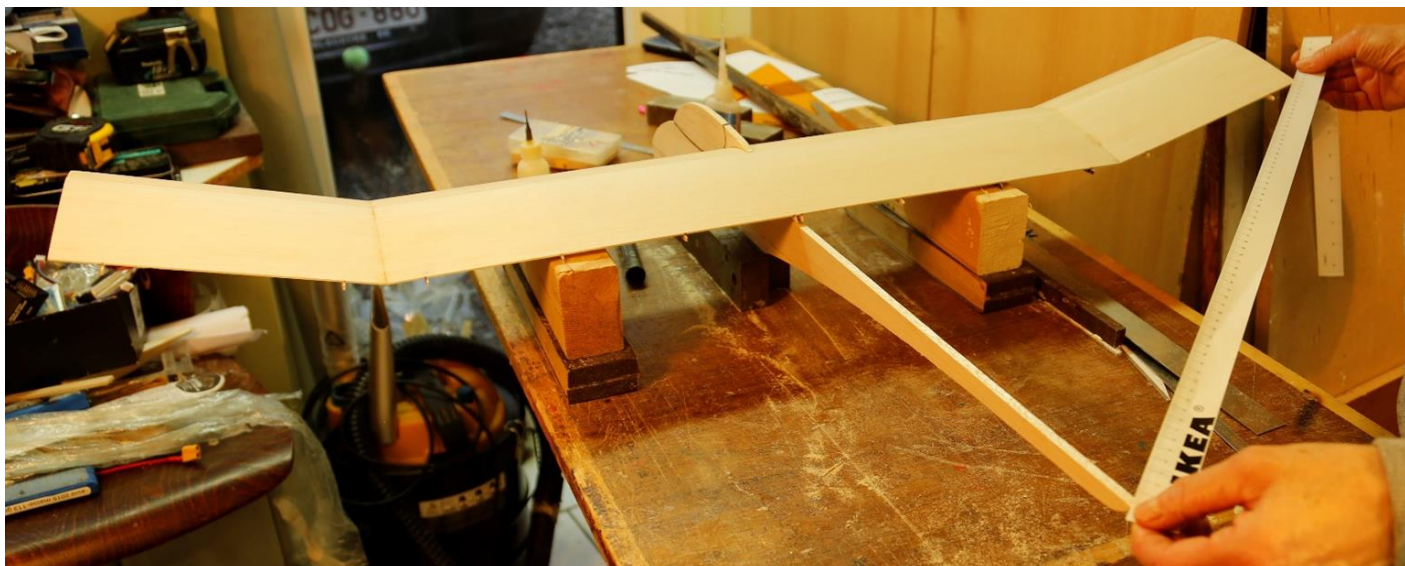


Nous allons arrondir la queue pour encore gagner quelques grammes. À ce stade de la construction, le stabilisateur, l'aile et le fuselage sont prêts. Nous terminerons par la dérive.

Nous allons procéder au mariage des surfaces portantes avec le fuselage, cela s'appelle « **la mise en croix** ». Les pièces doivent être positionnées bien perpendiculairement les unes par rapport aux autres. Faire un essai à blanc sans collage (quelques épingles peuvent suffire) pour être bien préparé.

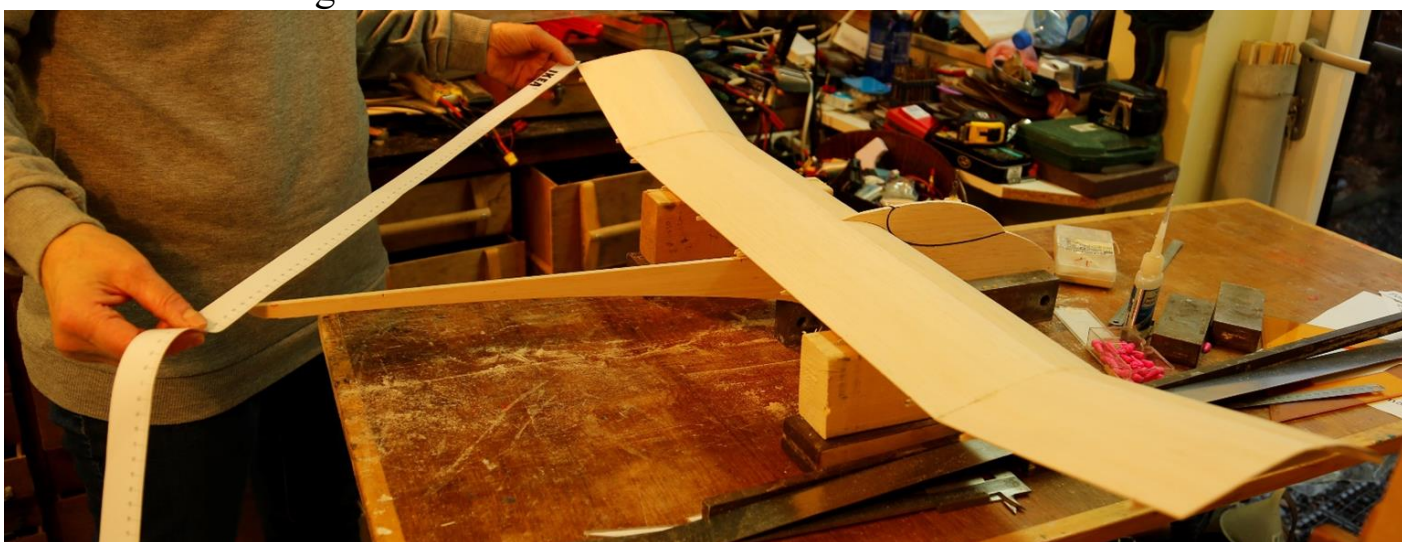
Quand on se sent prêt, on encolle les surfaces de contact et on assemble le tout en respectant bien les mesures de croisement comme sur la photo.





Les deux mesures doivent être égales.

Sous les ailes nous placerons des cales pour être perpendiculaire au fuselage qui sera enserré entre deux autres cales. Cela simplifie énormément la perpendicularité des ailes avec le fuselage.



Recommencer la même opération avec le stabilisateur, une première fois à blanc, ensuite encoller et reprendre les mesures par croisement.





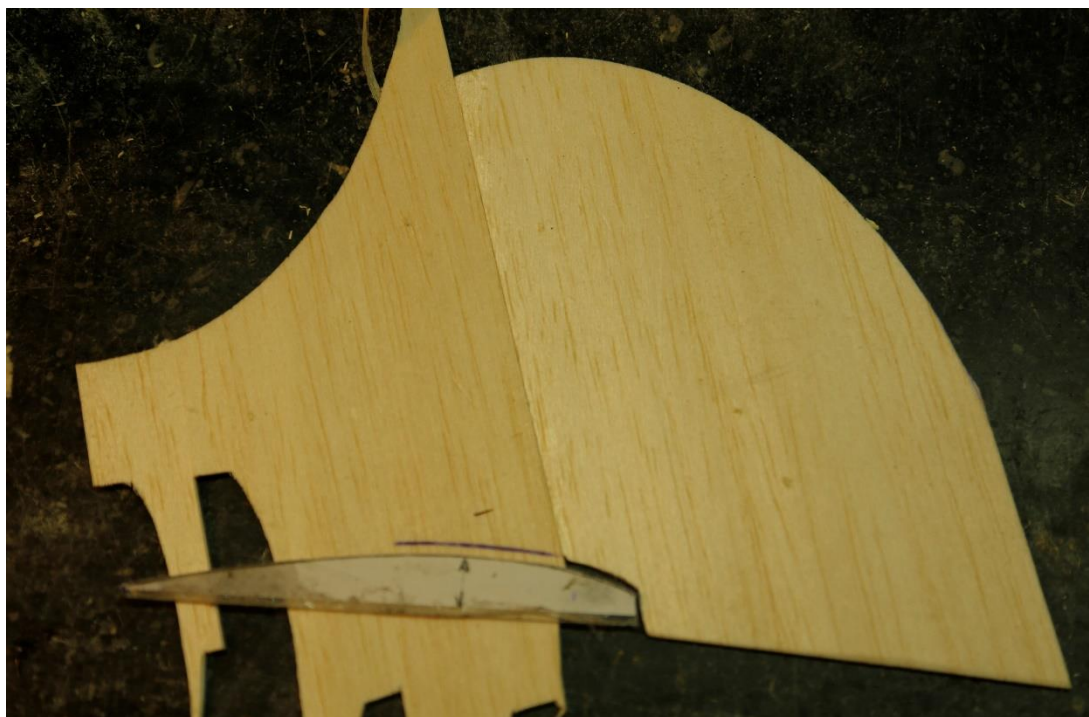
Pour réduire l'effet bras de levier arrière trop important par la masse de la dérive, nous allons la placer devant le stabilisateur. Pour avoir une bonne rigidité, nous ferons une entaille pour encastrer la dérive dans le fuselage.



C'est en utilisant le dernier morceau de planche de 1,5 mm que nous réalisons la dérive. Nous y apportons notre touche d'esthétique personnelle. La forme de la dérive a moins d'importance que sa surface.



En s'aidant du gabarit de forme du stab, nous ajustons l'assemblage.



Nous encollons la dérive et nous la plaçons dans l'encoche du fuselage en respectant la perpendicularité avec le stab.



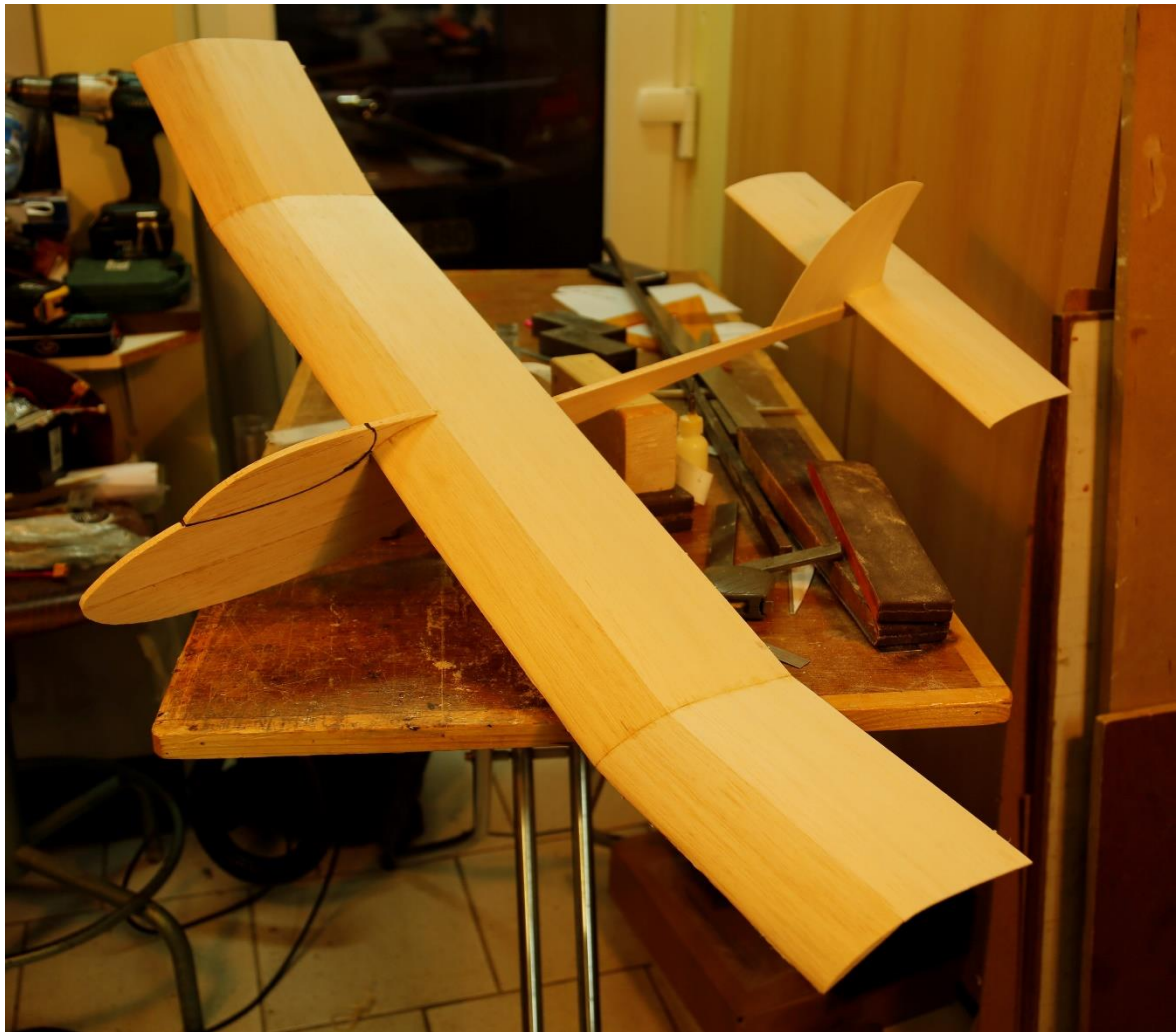
Nous passons sur la balance, pour le verdict final.



Le contrat est rempli, nous sommes sous les 100 g. Le planeur assemblé est posé verticalement sur le nez et maintenu légèrement dans cette position entre deux doigts.

La touche finale est « l'équilibrage des ailes ». Pourquoi ? le bois n'a pas une densité constante ; une aile peut être plus lourde que l'autre. Il se peut aussi qu'il y ait un peu plus de colle d'un côté que de l'autre. La technique d'équilibrage est illustrée par la photo suivante. Mettre le planeur à l'envers et en équilibre sur une latte par la queue. Il doit rester en équilibre. S'il penche d'un côté, c'est que cette demi-aile est plus lourde, on commencera par enlever de la matière en bout d'aile du côté intérieur. Si cela ne suffit pas, placer un petit plomb à l'extrémité de l'aile la plus légère, c'est de l'ordre de 1 à 1,5 g rarement plus.





Le planeur est terminé ! Il reste à placer le centre de gravité à environ 50 à 65 % du bord d'attaque de l'aile. Les essais en vol nous confirmeront le bon centrage. Si le planeur pique du nez c'est qu'il est centré trop avant, on reculera par petites touches en enlevant de la matière à l'avant du fuselage.

Avant de vous présenter au concours de l'ULiège, vous devez au moins avoir procédé à une centaine de lancers, de manière à acquérir un automatisme dans le geste.

Le temps de construction prend environ 8 h, suivant la complexité du modèle.

En se servant des bases de ce modèle, il est possible de concevoir d'autres formes, par exemple choisir un empennage en V (le stab et la dérive sont remplacés par deux surfaces identiques implantées en forme de V à 40 ou 45 degrés sur l'horizontale) ou un empennage en T (le stab est installé au sommet de la dérive).

Pour l'aile, il est possible de choisir un simple dièdre ou un dièdre plus complexe, ou encore réaliser une aile en flèche.

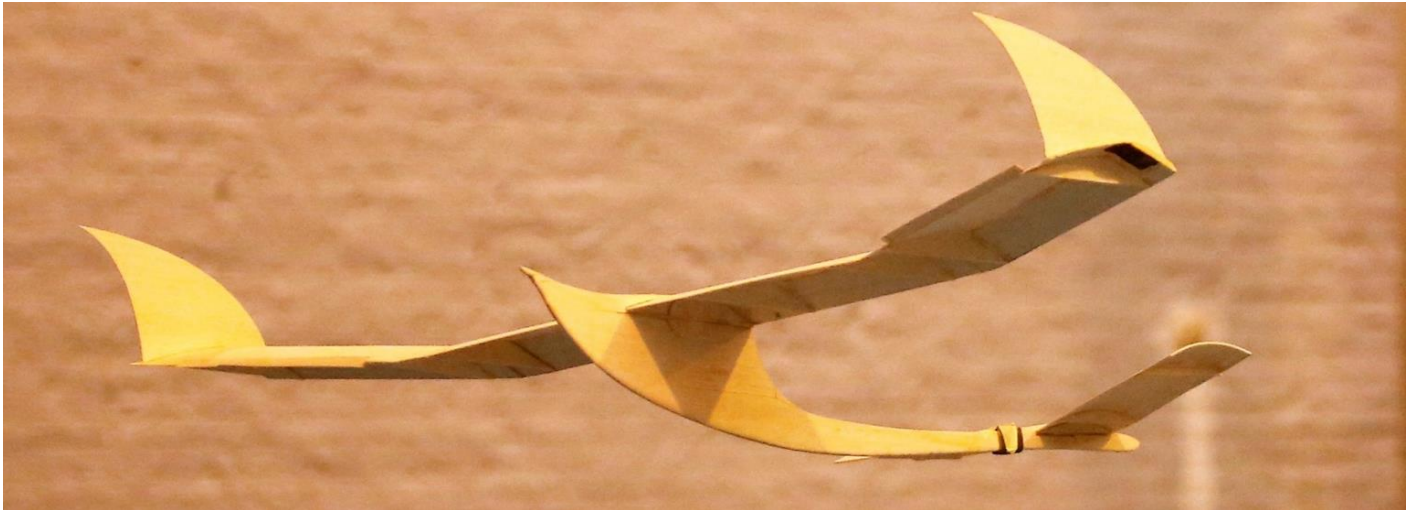
Dans l'absolu et en considérant le lieu du concours, on peut supprimer la dérive et dire que le fuselage fait office de dérive induite. On peut aussi ne pas mettre de dièdre à l'aile, vu que le vol ne sera pas perturbé par des mouvements d'air ou le vent.

On peut aussi réaliser un planeur avimorphe (aux formes d'un oiseau).



Voici quelques exemples
Planeur type canard (le stabilisateur est installé à l'avant du fuselage - très difficile à régler)





Un canard plus contemporain. Les deux lignes noires sont les liens qui tiennent le plomb.



Les ailes possèdent des winglets et on voit la petite masse de plomb sous l'aile droite.

Je rappelle que les avions canards sont très difficiles à régler (la théorie est disponible)



Empennage en T (Prix du rapport technique 2019 - St Barth Liège)

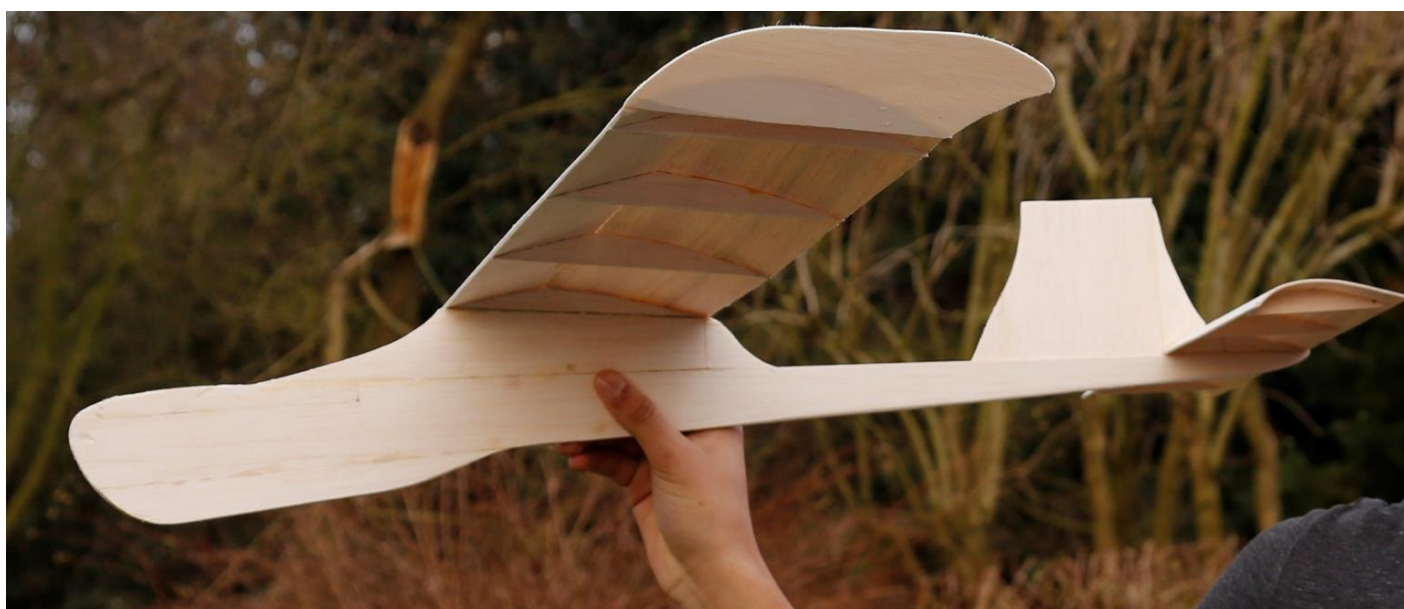


Simple dièdre (prix d'esthétique 2019) (St Barthélemy - Liège)





Stabilisateur en T. Second en longueur 2018. Prix du jury (St Barthélemy -Liège)



Forme originale Prix du rapport technique 2018 (St Barthélemy - Liège)



Aile équipée de bec hypersustentateur.



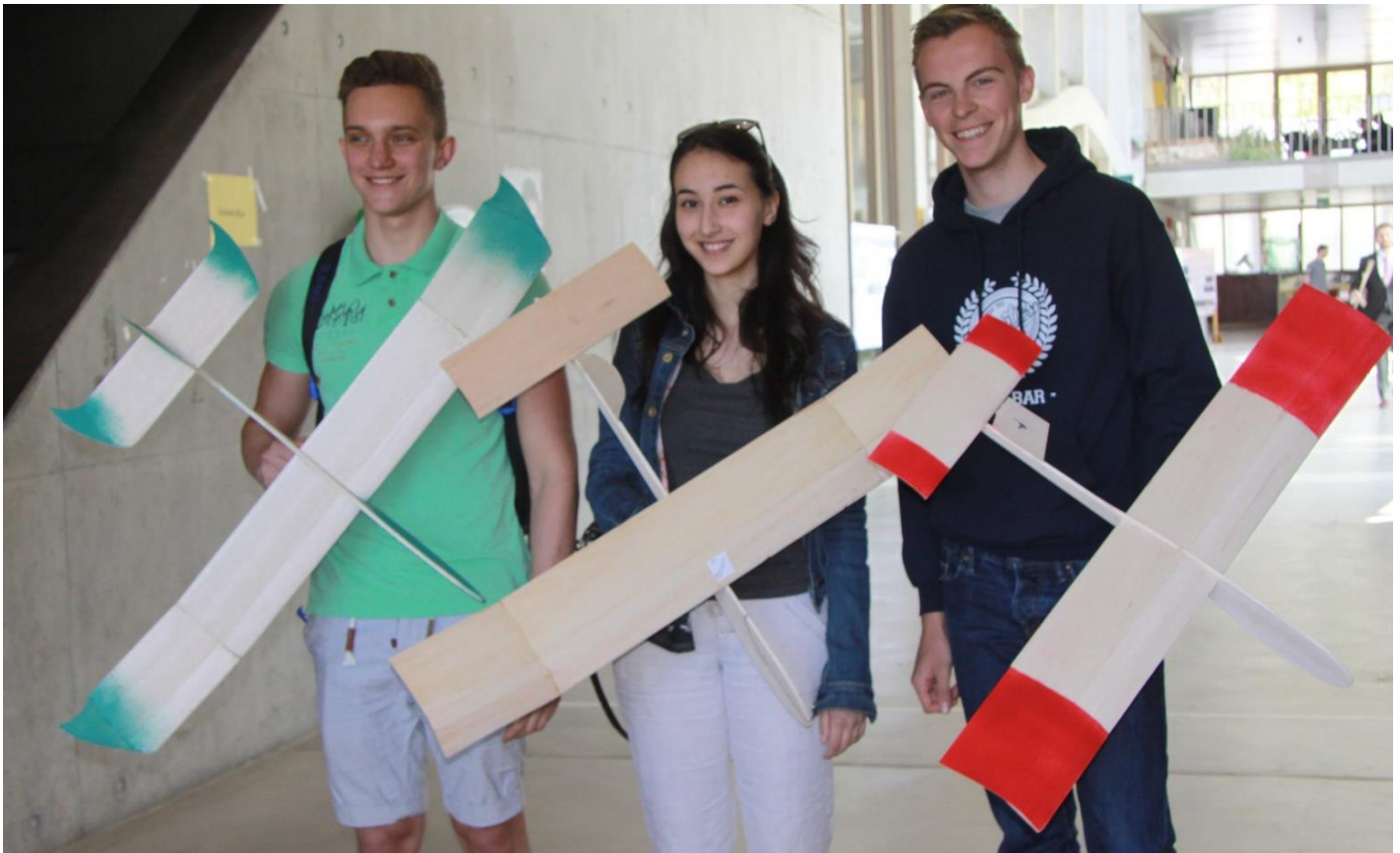
Stabilisateur en V. Ailes sans dièdre avec becs.



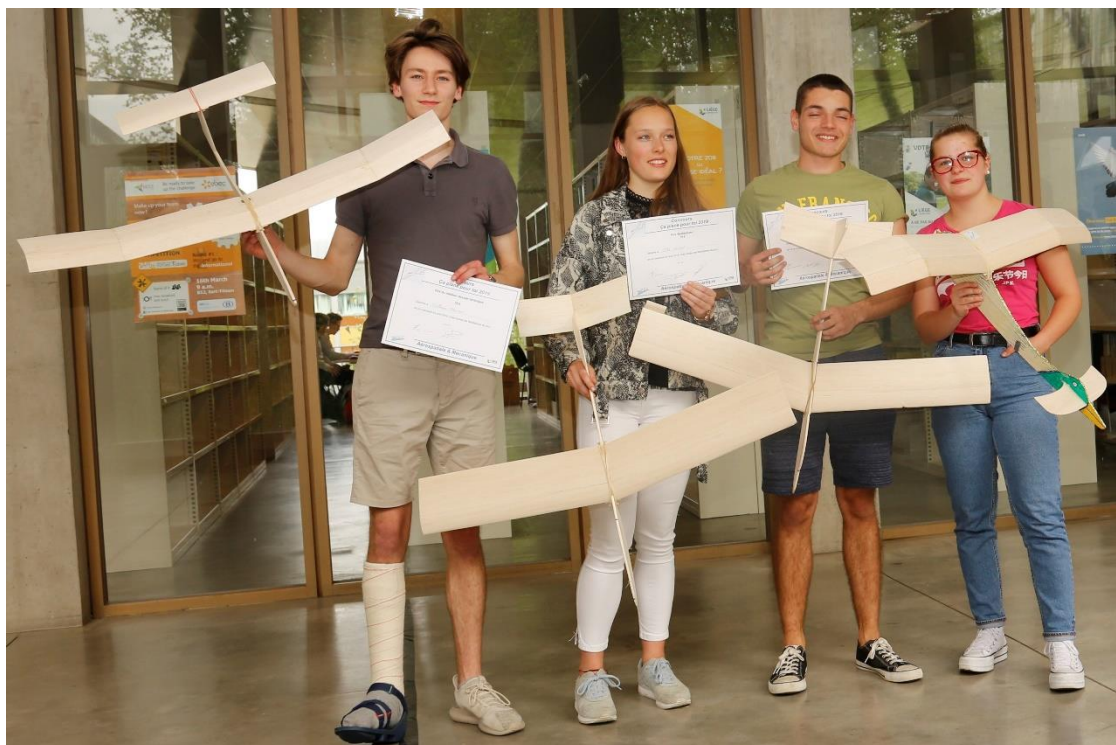
Prix de l'esthétique 2016 (St Barthélemy - Liège)



Aile et stabilisateur en flèche. Second et Prix du jury 2019 (St Barthélemy - Liège)



De g. à dr. : Prix esthétique - Prix du rapport technique - Prix du vol le plus long.
(2015 -St Barth -Liège)



De g. à dr. : Prix du rapport technique - Prix de l'esthétique - Prix du jury-(St
Barthélemy -Liège - 2019)



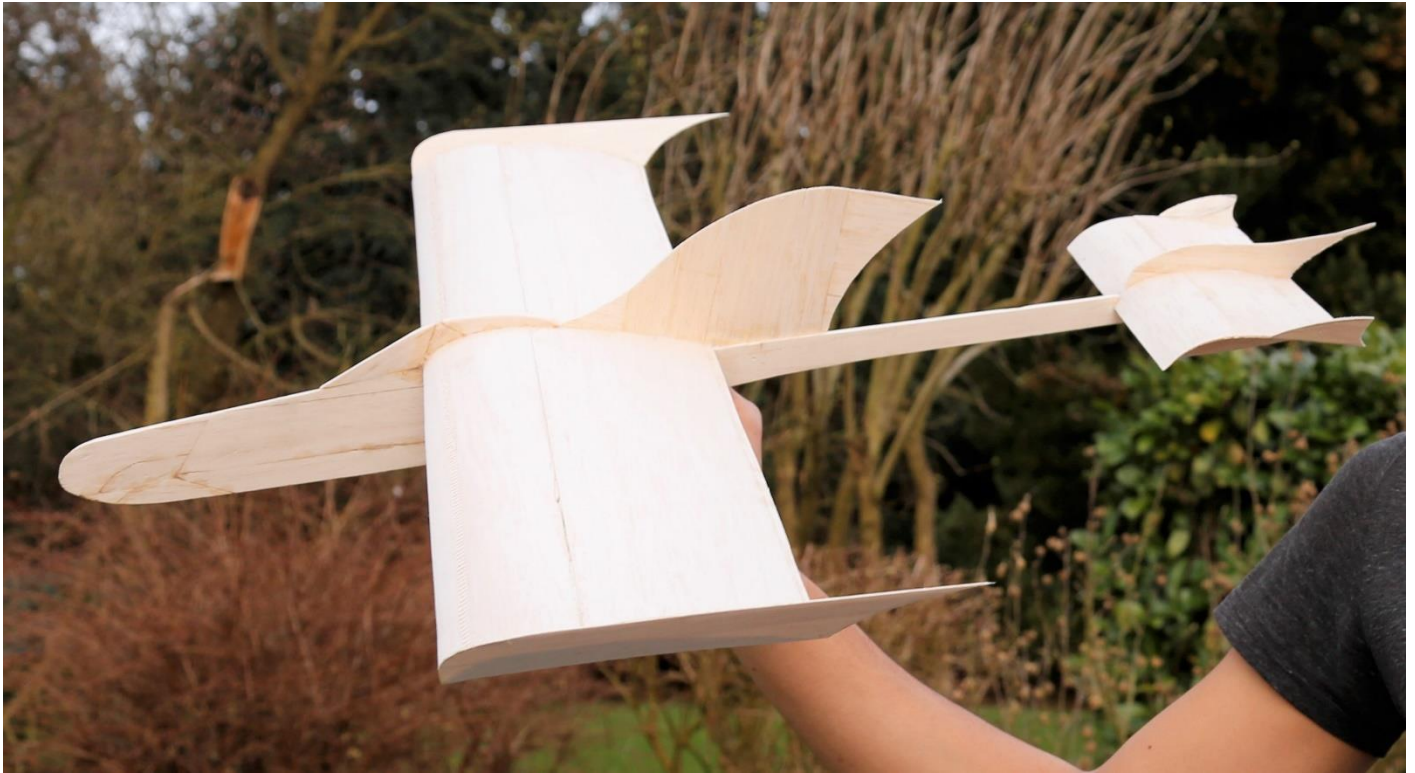
Prix du vol le plus long 2019 (H.E.P.H.-Condorcet-Charleroi)



Modèle classique Prix du vol le plus long 2015 (St Barthélemy-Liège)

Mauvais exemples.





Prix du rapport technique 2016 (St Barthélemy)

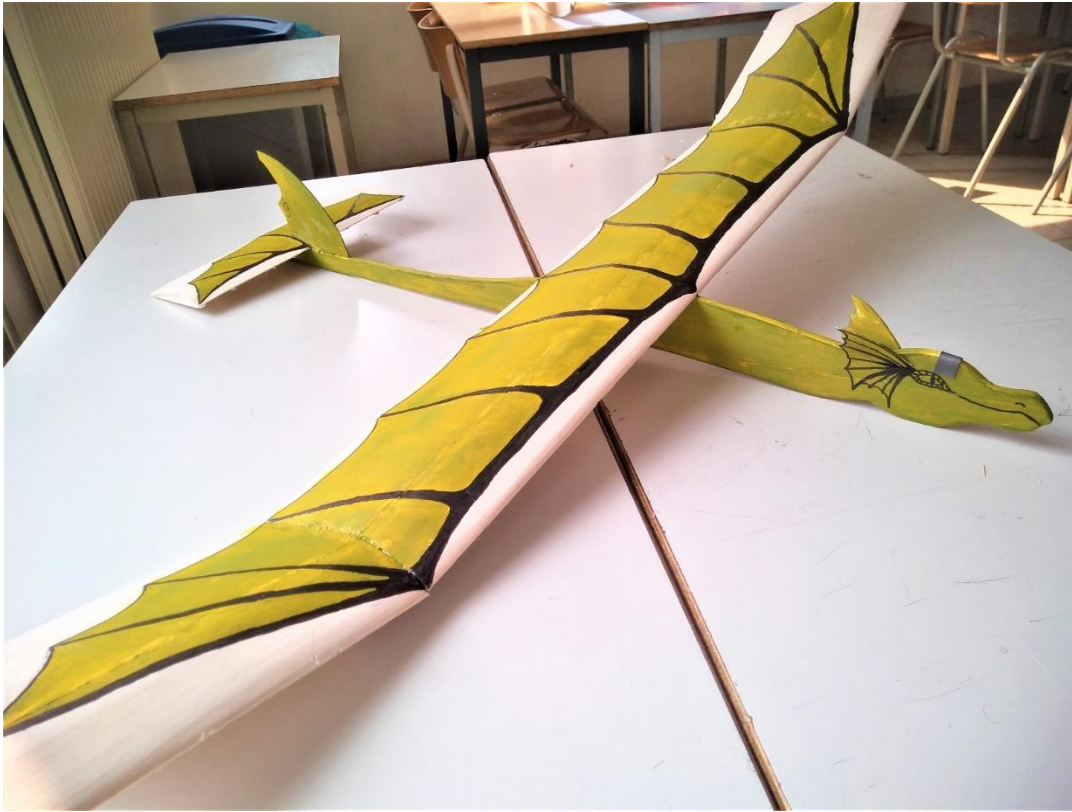
Modèle expérimental (H.E.P.H.-Condorcet 1^{ère} ing - Charleroi)2019



Modèle expérimental 5H.E.PH- Condorcet -Charleroi (2019)



Iron. man --Institut Sainte Marie de Namur (2021)



Prix de l'esthétique 2021 (Ptérodactyle) Institut Sainte Marie de Namur



Prix du vol le plus long 2022 --37.50m -Sainte Marie de Namur