



Le GENOMA
Planeur F3J de dernière génération pour tous
Construction de l'aile

Construction du planeur de F3J le GENOMA

3^{ème} partie : L'aile, ses plans et son longeron



Le GENOMA F3J



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Sommaire :

Dessin de l'aile	3
Le longeron	4
Dimensionnement.....	4
Construction	5
Construction de l'âme.	7
Découpe des semelles.....	10
Assemblage des longerons	11
Construction des clés d'ailes	13



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Dessin de l'aile

L'aile est un peu plus compliquée que le stabilisateur en terme de construction. C'est qu'il faut intégrer les volets et les ailerons.

Tout comme le stabilisateur, il faut absorber les efforts de flexion et de torsion. Mais là, les efforts de torsion sont plus importants à cause des parties mobiles. Il faut donc rajouter un longeron arrière, qui, tout en étant léger, participa bien à la torsion de l'ensemble.

De même, on s'aperçoit vite que les ailerons et volets ne sont pas épais. Il va donc falloir les rigidifier en torsion par un D box du même type que pour la partie mobile de la dérive.

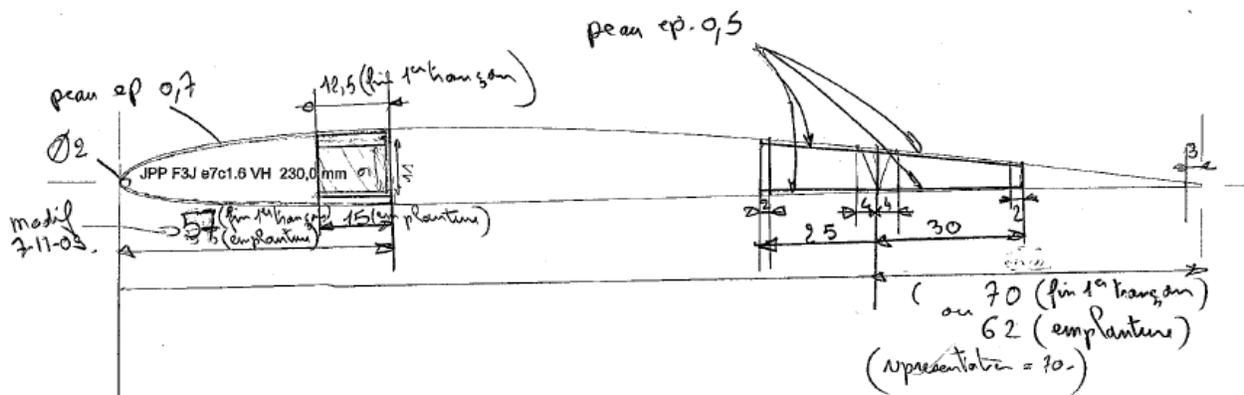
L'aile sera donc constituée :

- d'un D-Box à l'avant dont la peau est constituée de 3 couches :
 - 100gr Carbone pour la raideur
 - 60gr Kevlar pour la résistance aux chocs
 - 40gr Verre pour l'état de surface

Les nervures seront en Balsa de 2mm pour avoir une bonne surface de collage et une bonne résistance. Elles seront espacées de 2cm pour le D-Box avant et de 4cm pour les autres parties. Le bord d'attaque sera renforcé d'un jonc carbone de 2mm pour mieux résister aux collisions en vol ou pour les atterrissages dans les arbres...

Le longeron sera calculé pour résister à des vitesses de 200 km/h. Les efforts à l'emplanture seront de l'ordre de 120 kg. Cela correspond à résister à une accélération de 47G.

- De nervures de liaison entre le D-box et le longeron arrière. Elles sont aussi en balsa de 2mm et chapeautées Carbone.
- D'un Longeron arrière en forme de D-box avec des nervures tous les 2cm. La peau de ce D-box sera en Kevlar / Carbone de 60gr. Il y sera intégré sur la peau supérieure un tissu d'arrachage pour faire l'articulation des gouvernes.
- Des volets ou des ailerons qui sont couverts sur la moitié de leur profondeur par un D-Box et qui se terminent par un jonc carbone de 3*0.8mm en guise de bord de fuite.



La coupe de l'aile permet de bien comprendre sa constitution. Attention ! Quelques modifications seront apportées par la suite.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Le longeron

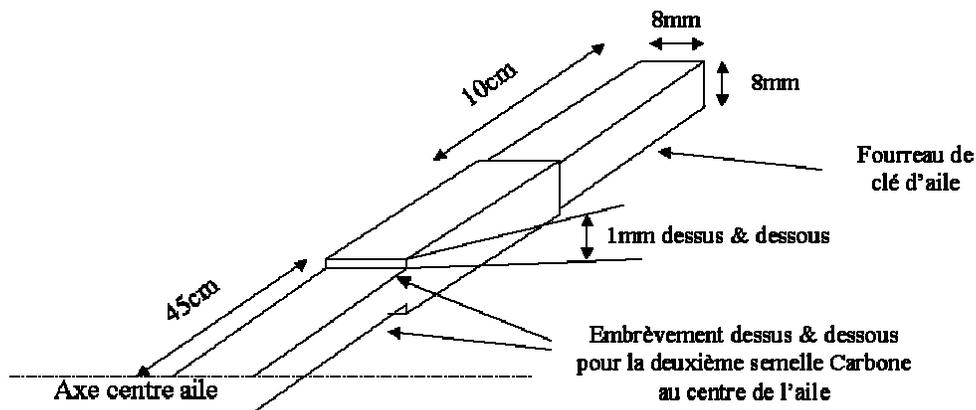
Dimensionnement

Le dimensionnement du longeron fait appel aux règles classiques de la Résistance des Matériaux. La difficulté vient du composite qui demande quelques coefficients de sécurité particuliers. Heureusement, nos aînés se sont penchés sur la question. J'ai retrouvé un travail qui date de 1980 sur le sujet appliqué à nos modèles, et qui donne toute satisfaction. J'ai ainsi pu calculer tous mes modèles et même réaliser des essais en vraie grandeur jusqu'à la rupture. C'est assez fiable.



"longeron GENOMA
structure.xls"

D'après les calculs, il faut donc un longeron dont les semelles font 15mm de large et 2mm d'épaisseur au centre. Au bout de 45cm, la semelle peut être d'1mm d'épaisseur seulement. La peau sera un plus en terme de résistance en flexion. Elle n'est donc pas comptée dans le calcul. Il faut toujours se retrouver du bon côté des choses et être un peu pessimiste que l'inverse.



Longeron central, vue d'un seul côté

*La forme un peu tordue du longeron central afin de loger deux épaisseurs de semelle carbone de 1mm sur 30cm d'envergure, et 1 seule épaisseur au-delà. Aux extrémités du longeron, l'âme en balsa est ajustée pour former un parallélépipède de 8*8mm sur 10cm de long.*

De même, peut-on calculer la clé d'aile pour les panneaux extérieurs.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

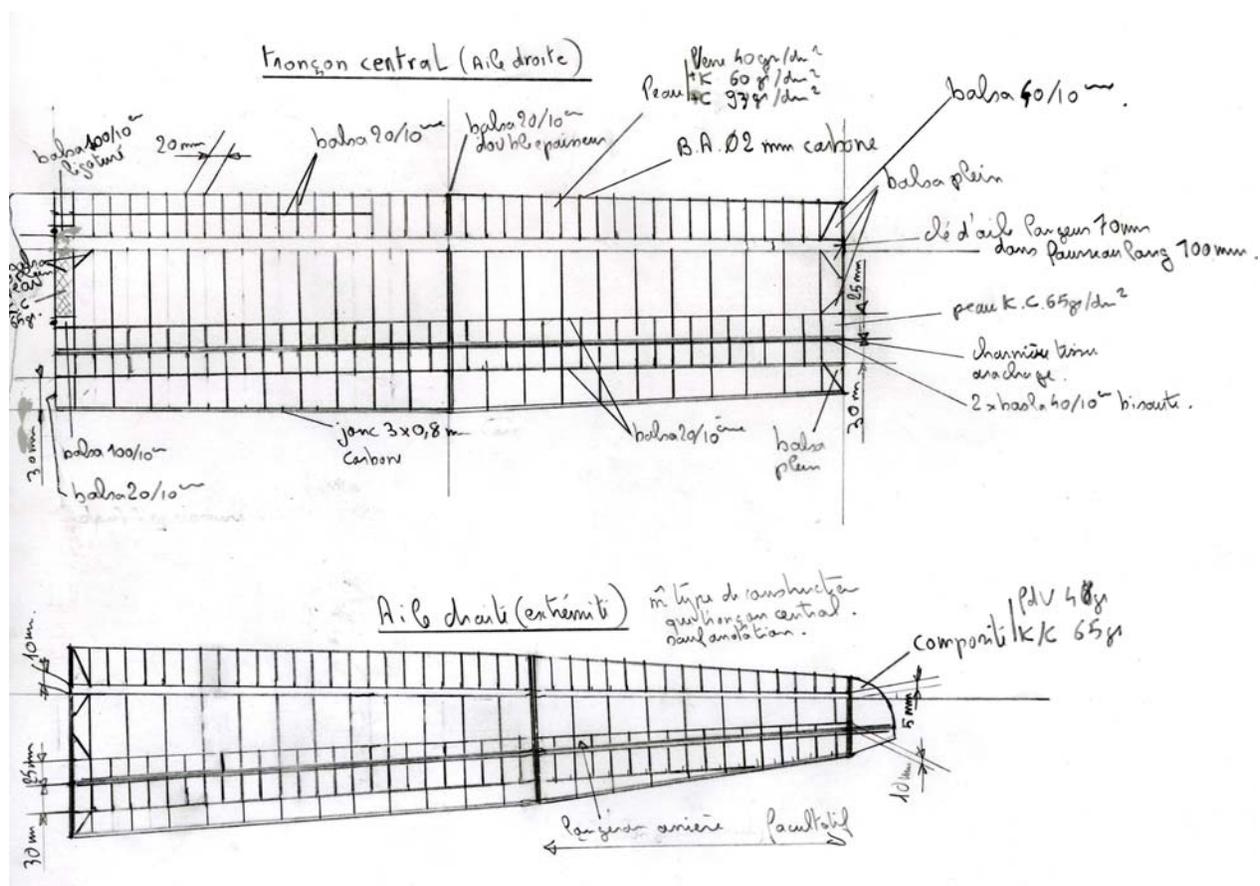
Construction de l'aile



"longeron cle
genoma.xls"

Là encore, d'après les calculs, il faut une clé dans les semelles font 9*2 mm. On peut donc faire des clés creuses ou pleines et avoir une marge de sécurité. Les clés seront carrées de 8*8mm sur 7cm de long et seront en carbone plein.

Afin d'avoir un longeron droit tout le long de l'envergure tout en ayant une forme d'aile harmonieuse ainsi que des gouvernes aux bonnes proportions en deux parties, il a fallu un peu tricher quant à la position du longeron en profondeur de la corde par rapport au bord d'attaque. De 57mm (24.7%) en emplanture et au bout du premier panneau, on est à 50mm (22.7%) en bout de l'aile centrale, puis à 42 mm (26.5%) au 4^{ème} panneau et 20 mm (22.2%) au 5^{ème} panneau. On voit donc que le panneau 4 fait exception à la décroissance voulue. Ce n'est pas bien grave.



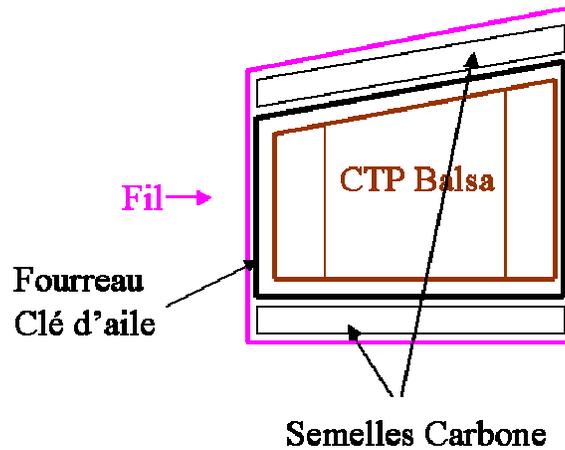
Dessin de l'aile. Attention ! Quelques modifications seront apportées. Voir ci-après.

Construction

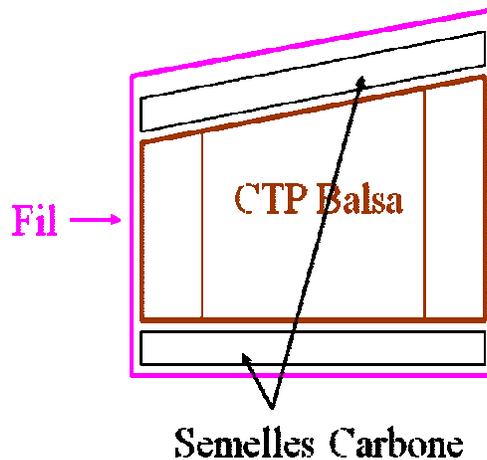


Le GENOMA Planeur F3J de dernière génération pour tous Construction de l'aile

Le longeron est en trois parties (un tronçon central et deux tronçons d'extrémités). Il est constitué d'une âme en balsa mis à une cote assez précise, qui est habillée par les semelles et les fourreaux de clé d'aile dans ses extrémités. Le tronçon central intègre un dièdre de 2° par aile et les clés d'ailes intègrent le dièdre de 5° entre le panneau central et chaque extrémité.



Constitution du longeron au niveau des clés d'ailes.



Constitution du longeron en dehors du fourreau de clé d'aile. L'épaisseur des semelles est de 2mm au centre de l'aile, et 1mm au-delà de 30cm d'envergure.

L'assemblage de ses éléments se fait par collage époxy et l'ensemble est entouré de fil « de pêche tressé » de 24 kg (0.3mm d'épaisseur). Cet enroulement plus ou moins espacé, assure la résistance au flambage et à l'éclatement du longeron. Certains mettent du fil de kevlar, mais le fil de pêche fait parfaitement l'affaire. Il faut juste veiller à ce qu'il ne soit pas trop empesé. Cela se voit au toucher.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Pour l'âme, vous avez le choix entre la tirer d'une planche de balsa de 150/10^{ème} (les fils du bois sont dans le sens de la longueur), ou de réaliser un contre-plaqué 3 plis de balsa 30/10^{ème} fibre verticale (couches extérieures) / balsa fibre longitudinales (couche interne).

Il est clair que la deuxième méthode est préférable pour une version 50G. Pour une version plus sport, la première méthode suffit largement.

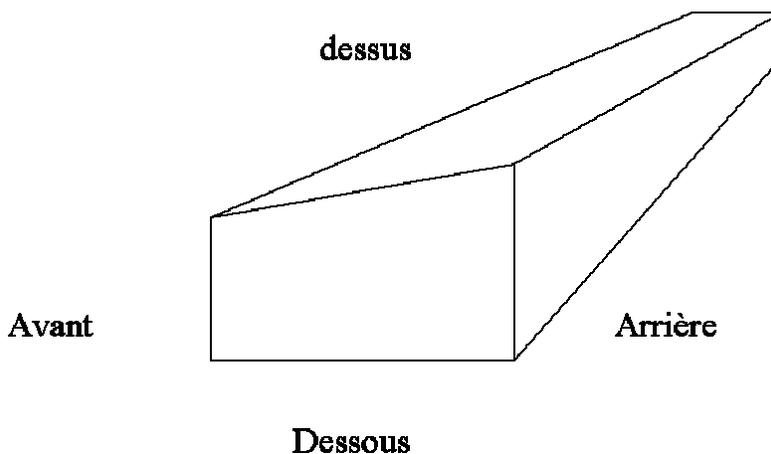
La méthode qui consisterait à ne mettre que du balsa avec des fibres verticales est aussi à considérer, mais je préfère le contre plaqué afin d'avoir une âme qui résiste bien en compression, tout en ayant une certaine résistance / tenue en traction. Le côté solidité du longeron pendant les manipulations d'assemblage est aussi à considérer et milite fortement en faveur de cette solution.

Construction de l'âme.

Le longeron n'est pas carré. Si l'on regarde son implantation vue en coupe sur une section, on s'aperçoit que :

- Sa partie inférieure est perpendiculaire aux flancs
- Sa partie supérieure est inclinée de 0.5 à 1 mm en moins sur l'avant suivant les différentes sections considérées.

Vu du dessus, le longeron est dégressif de 15mm de large à l'emplanture à 5mm en extrémité.



La forme du longeron est assez complexe et demande de bien repérer les différents côtés.

Il faut donc réaliser des moules pour obtenir les bonnes formes.

Les écarts dimensionnels étant faibles, il faut impérativement repérer le longeron droit du gauche ainsi que l'avant de l'arrière.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Le moule pour calibrer l'âme en Balsa. Remarquez le repérage.

La découpe de l'âme demande une règle métallique de 1m de longueur et une ponceuse vibrante.
On découpe d'abord l'âme dans sa vue « de dessus » car la découpe est droite.
On ajuste cette découpe afin que la découpe rentre dans le moule.

Ensuite, on ponce / coupe pour obtenir une âme aux bonnes formes.

Ne pas oublier de bien repérer chaque face de l'âme (dessus / dessous, devant / derrière, aile droite / gauche). C'est très important car il est assez difficile de voir les différences de cote sur de grandes longueurs.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Ponçage de l'âme pour mise à la cote. Bien repérer l'âme.

Assembler le longeron central à la cyanoacrylate en lui donnant le bon dièdre. Pour cela un deuxième moule est nécessaire.

Réaliser les embrèvements nécessaires pour :

- Insérer la deuxième épaisseur de 1mm de la semelle pour obtenir les 2mm d'épaisseur à l'emplanture (encastrement sur 30cm de part et d'autre). L'embrèvement est à réaliser dessus et dessous.
- Implanter les fourreaux de clé sur 10cm de longueur et 1mm d'épaisseur sur tout le pourtour afin d'obtenir un parallélépipède de 8*8mm. Bien mesurer la matière restante qui doit être à la cote de la clé d'aile plus 0.1 à 0.2 mm. Vérifier aussi la rectitude des formes. Si la travaille est précis, le résultat sera à la hauteur, et vous disposerez d'un ajustement fourreau / clé d'aile sans jeu.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Réalisation des embrèvements pour les fourreaux de clé (à gauche) et le doublement de l'épaisseur de semelle (à droite). Etre précis dans les cotes.

Découpe des semelles

Les semelles sont tirées dans une plaque Carbone d'unidirectionnel de 50*1*2000 mm. On trouve cela sans problèmes.

La découpe se fait au cutter et à la règle métallique :

- Immobiliser au scotch la règle sur la plaque
- Passer deux fois en appuyant sur le trait pour initier la découpe sur une longueur de 50cm environ.
- Casser la lame (balles neuves comme on dit au Tennis)
- Continuer ainsi de suite
- A la main finir de casser grossièrement le carbone
- Repasser au Cutter pour couper les quelques fibres qui lient les deux morceaux.

C'est tout. C'est donc très rapide.

Attention ! Cette méthode fait des échardes. Attention donc dans les manipulations.

Une fois les semelles collées sur l'âme et le tout entouré de son fil, elles auront disparues. Il n'est donc pas forcément utile de les poncer. C'est comme vous voulez.

Pour ma part, je suis partisan du moindre effort de temps en temps...

Comme il n'est pas possible de réaliser un longeron complet dans un profilé de 5cm de large (on ne peut tirer la deuxième épaisseur centrale), je l'ai réalisé dans de l'unidirectionnel de 15 mm de large en mettant le nombre de couches nécessaires pour obtenir une épaisseur de 1mm. Je trouve l'épaisseur d'une couche en mesurant au pied à coulisse une tresse. Dans mon cas, il en a fallu 5.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Assemblage des longerons

Il faut poser les différents renforts tissus (semelle interne et fourreaux).

Afin de les faire tenir, utiliser des pinces puis les entourer de fil tressé. On obtient quelque chose de très propre.

Afin de ne pas avoir de collage fourreau / âme, l'âme est entourée d'un film d'emballage alimentaire. Il sera alors plus facile d'enlever le balsa pour faire le logement de la clé d'aile.



Pose du film alimentaire de protection et de la gaine carbone du fourreau. Le fil permet de bien immobiliser l'ensemble et apporte un peu de solidité à l'éclatement.



Pour immobiliser 5 couches d'unidirectionnel, c'est simple. Utiliser des pinces puis du fil.

Poncer les deux faces des semelles pour enlever toute trace de démoulant et déglacer les surfaces.

Coller à l'époxy les semelles. Les faire tenir avec des pinces.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile

Entourer de film alimentaire l'ensemble afin d'obtenir un assemblage correct (bien tendre le film).

Faire polymériser l'ensemble en veillant à garder le bon dièdre ou la bonne rectitude.

Attention à ce que les moules soient bien posés à plat. Il en va de leur rectitude...



Le longeron dans son moule.

Si cela vous dit, mettre sous vide pour parfaire les collages. Mais les pinces vont très bien.

Enlever le film rétractable et Grater / poncer les excédents de résine qui n'auront pas manqué d'apparaître afin d'avoir une surface de collage des peaux déglacées et des flancs bien propres et à la bonne cote.

Ne pas oublier de casser les angles des semelles, afin que le fil ne se soit pas sectionné sous les efforts.

Entourer de fil le longeron avec des spires assez jointives à l'emplanture et du côté des clés d'ailes, et de plus en plus espacées vers les extrémités (C'est pour gagner quelques grammes en bout d'aile).



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Le longeron avec son fil. Remarquez au centre l'espacement plus faible coïncidant avec le centre de l'aile.

Avec un pinceau, enduire les fils de résine sur les flancs du longeron uniquement. Les faces « dessus et dessous » le seront lors du collage des peaux du D-box. Cette opération pourra être effectuée lors de la pose du D-Box avant.

Evider les fourreaux sur 7cm avec une perceuse. Le film a empêché la résine d'imprégner l'âme en balsa. L'évidement est alors facile et se termine par l'enlèvement dudit film. Il reste alors une empreinte propre.

Le longeron maintenant central est fini.

Reste à faire de même pour les parties externes.

Construction des clés d'ailes

La clé d'aile a été réalisée dans un moule en médium usiné aux cotes de la clé. Y a été introduit le dièdre de 4°. L'usinage a été réalisé avec une fraise sphérique afin d'avoir 2 des 4 angles arrondis brut de moulage.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Le moule de clé d'aile. Remarquez le film étirable posé pour faciliter le démoulage.

La stratification est simple. Il suffit de mesurer l'épaisseur d'un ruban de carbone unidirectionnel et de calculer le nombre de couches nécessaire pour obtenir le remplissage complet. Tenir compte de la largeur du ruban.

Par exemple, un ruban de 25mm de large permettra de faire 3 couches de 8mm de large. Si l'épaisseur du ruban déplié est de 0.4 mm, chaque lé de ruban fera 1.2mm d'épaisseur. Il faudra donc 7 lés pour réaliser la clé de 8*8 mm.

Placer un film étirable dans le moule et résiner. Il faut être méticuleux pour faire en sorte que les lés s'étalent bien dans le moule et occupent toute la place disponible.

Il est inutile de trop imprégner le carbone. Au contraire, être assez avare de résine et bien tasser les couches entre elles.

Une fois terminé, rabattre le film et fermer le moule avec une planche et des serre-joints.



Le GENOMA

Planeur F3J de dernière génération pour tous

Construction de l'aile



Juste avant de fermer le moule. Il faut déjà bien tasser pour que tout rentre.

Démouler, mettre à longueur, ébavurer. C'est fini.



Les deux clés d'aile finies