

RCM

radio commande magazine

SHIFTS

**CONSTRUCTION
PLASTIQUE**

*Tout savoir sur
le moulage des fuselages,
des verrières des capots,
et des ailes!*

M 3330 - 3 H - 35,00 F - RD



3793330035008 00035



Robbe France, avenue du Général-Patton, 57730 FOLSCHVILLER

POUR VOLER EN LIBERTE

Élégant et superbe, le modèle original, dont l'esthétique et les performances donnent une nouvelle dimension au vol à voile, ont inspiré la réalisation de cette magnifique maquette de l'« ASW 24 » de ROBBE. Une technique parfaite et une préfa-

brication poussée, ont permis à ROBBE d'offrir aux modélistes, même peu chevronnés, un modèle facile à monter. L'ASW 24 de ROBBE, grâce à son réalisme et à ses qualités de vol, vous permettra de « briller » sur tous les terrains.



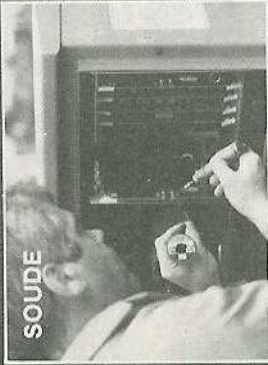
 **Robbe**
LE LOISIR DE L'AVENIR

Disponible chez votre détaillant

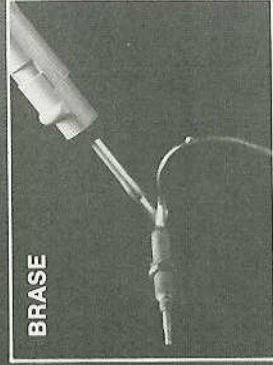
Portasol
PROFESSIONAL

**FER A SOLDER A GAZ
ENTIEREMENT AUTONOME
ET PORTATIF**

Pas de courant de fuite, combustion à catalyse sans flamme. Puissance réglable de 10 à 60 W. Auto-nomie 90 mn. Rechargeable en quelques secondes avec du gaz pour briquet. Nombreux modèles de pannes disponibles.



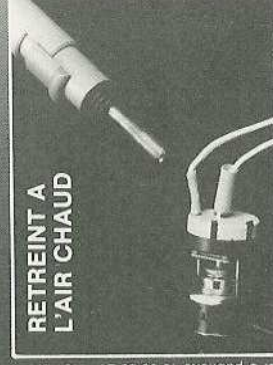
SOUDE



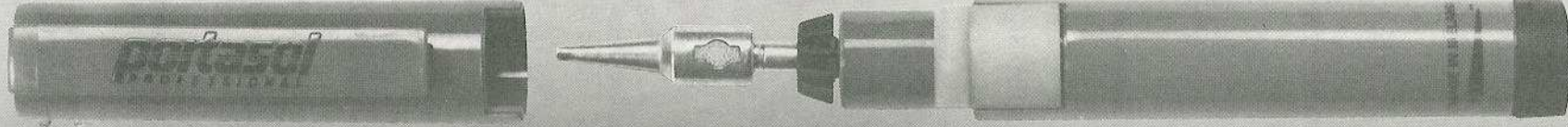
BRASE



**COUPE
LES PLASTIQUES**



**RETREINT A
L'AIR CHAUD**



ON VOUS ATTEND!



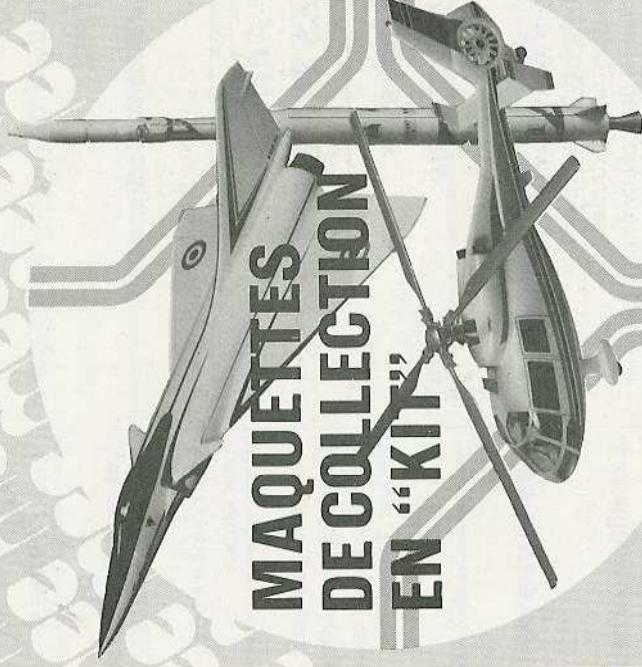
**La
FFAM
c'est**

- 450 clubs disséminés dans toute la France
- De nombreuses compétitions
- La défense des aéromodélistes face aux pouvoirs publics

N'hésitez pas à vous renseigner sur le club le plus proche de votre domicile au 47.20.52.32 pour vous y inscrire.

**Fédération Française d'Aéro Modélisme
52, rue Gaillière 75008 PARIS**

**MAQUETTES
DE COLLECTION
EN "KIT"**



catalogue et tarif sur demande
**MAQUETTE D'ETUDE
et D'EXPOSITION**

9, RUE QUENTIN - 93300 AUBERVILLIERS - TÉL 4834.09.19

robur

Documentation sur demande :

AGI s.a.
75, rue Saint-Denis - 93300 AUBERVILLIERS
Tél. (1) 48.34.91.99 - Téléc 670473

Directeur de publication :
Philippe Loellat
Rédacteur en Chef :
Laurent Micheli
Mise en page :
Joël Leroux
Ventes :
C.D.P.
Directeur de Publicité :
Bruno Sarrot
Assistent :
Félix Desrosiers
Comptabilité :
Claudine
Secrétariat :
Roséline
Administration, Rédaction, Publicité :
20, rue du Marquis de Raes, 91723 EVRY CEDEX
Tel. 60 78 27 28
Radio Commande Magazine est une publication des
Editions Loisirs Techniques S.A.R.L.
R.C. B 322 438 00019
Photocomposition : Creagraphic
Impression NIMFI
N° Commission paritaire : 63630
Dépôt légal à parution - Distribution NMPP

RCM

radio commande magazine

SOMMAIRE

Toutes reproductions interdites sans autorisation préalable de la rédaction. La rédaction n'est pas responsable des articles ou engagements, la seule responsabilité de leurs auteurs. Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

**HORS
SERIE**

N° 93 bis
35 F - 250 FB - 9,50 FS
7,50 \$ Canada

“LA CONSTRUCTION TOUJOURS EN PLASTIQUE DE A à Z”

Par J.C. BOSQUET

Dessins: J.C. GIRARD

Introduction

page 6

Et les Modèles réduits, alors ?

1° PARTIE: LES MATERIAUX

**Les mousses
de polystyrène**

page 7

Les différents types de mousses
Les polystyrènes expansés
Les polystyrènes extrudés
Les défauts des polystyrènes expansés

**Conclusion sur les mousses de
polystyrène**

**Les plastiques
stratifiés**

page 9

Les résines

page 9

Les résines polyester
Leur emploi

Les résines époxy
Leur emploi

Conseils généraux
Les précautions d'emploi d'abord !
Dernier point sur ces résines: Où peut-on les
trouver ?

Les fibres de verre

page 12

Les différentes natures de fibres

Les différents genres de fil
Les fils discontinus d'abord
Passons aux fils continus

Les différents tissages

Le grammage des tissus

Où trouver ces tissus

**Les autres produits
pour les stratifiés**

page 16

Les gel-coats

Le micro-ballon

Le gel de silice

Le fibre coupée

Les agents de démoulage

2° PARTIE: LES OUTILLAGES

Pourquoi le vide ?

page 18

Le sac à vide

La pompe à vide

**Les accessoires
du vide** page 22

**Une machine automatique
pour découper le
polystyrène** page 23

Une base solide

Les gabarits
Traçages

Fixation des gabarits

L'arc de découpe
Tension du fil de découpe

Le fil de découpe

Alimentation électrique
Réglage de la température de chauffe

Système d'entraînement automatique

Géométrie de la découpe automatique

Machine à découper automatique

**La découpe
des noyaux** page 28

Problèmes possibles

Four à verrières page 30

**Les pinces à feuilles
plastique** page 32

3° PARTIE: LE FUSELAGE

Le modèle page 33

Le moule page 38

Mouler le fuselage page 42

4° PARTIE: LA VERRIERE

Principe page 47

Le poinçon page 47

La matière page 47

Thermoformons page 48

5° PARTIE: LES AILES

**La méthode
est simple** page 52

**Et les français
alors ?** page 54

**Une aile en plastique
et sans moule** page 54

Préparons le noyau page 55

La fixation de l'aile au fuselage
La fixation par clé ronde
La fixation par clé plate

Les aérofreins

Les tringleries de commande

Le bord d'attaque

Le saumon

Le longeron
Le longeron poutre

La lame métallique
Comment dimensionner le longeron ?

Le bord de fuite

**Le coffrage de l'aile
sous vide** page 60

La finition page 62

Le bord d'attaque et le saumon

l'aérofrein

Le bord de fuite

Raccorder les ailes

L'aileron

Aller, vite en vol !

Toujours plus fort page 63

Moule perdu page 63

**Le bord d'attaque
des ailes** page 64

**Des fuselages
sans bulles** page 64

**Des ailerons
intégrés** page 65

Annexes page 71

ENCART ABCD ENCARTÉ
ENTRE
LES PAGES 10 ET 11
ET 74-75

INTRODUCTION

Au commencement du vol à voile grandeur étaient le bois et la toile : c'est ainsi que la quasi-totalité des planeurs étaient construits. Plus tard, vinrent des fuselages en treillis de tubes soudés puis ... entoilés comme par exemple le Bijave ou l'ASK 13. Vinrent aussi, pratiquement à la même époque, des structures en "sandwich" contre-plaqué et mousse de polyuréthane dont les BREGUET 901 et 904 ou le SIREN " EDELWEISS " sont les fleurons. Cette technique a permis un excellent respect des formes, pour l'époque, et assuré à ces ingénieurs constructeurs français un succès remarquable.

Mais une nouveauté, provenant d'outre-Rhin, allait complètement bouleverser cette hiérarchie : les plastiques stratifiés !

Aujourd'hui, pratiquement tout planeur de compétition est construit entièrement en plastique ainsi que la plupart des planeurs d'entraînement récents . Les " vieux " planeurs entoilés, même les meilleurs, sont abandonnés aux débutants qui les " achèvent " assez rapidement d'ailleurs ! Même les débutants ne veulent plus de ces " vieux trucs " (!) tant l'amélioration des performances due au plastique a vraiment été spectaculaire.

Et les modèles réduits alors ?

Je ne surprendrai personne en disant qu'ils suivent une évolution à peu près similaire mais avec quelques années de retard ! Au commencement était donc le bois de cagot et le papier japon ou la soie . Vint le balsa puis les films thermorétractables d'entoilage qui simplifièrent la construction sans apporter de progrès notable dans le domaine des performances.

Puis vint la grande époque, dont nous ne sommes pas encore sortis, des fuselages en plastique stratifié et des ailes en sandwich bois - polystyrène expansé . L'intérêt de cette technique est indiscutable . D'une part, les fuselages ont acquis la perfection des formes et de la surface indispensable à la performance ; d'autre part le sandwich des ailes a permis un meilleur respect des formes : plus de déformation due à la présence de nervures ou autres discontinuités disgracieuses. De plus, l'ensemble a une solidité qui permet de résister à nos " atterrissages " qui pulvérisaient un planeur grandeur au moins une fois sur deux ! On peut faire le parallèle entre cette technique de fabrication des ailes et celle des BREGUET et autre SIREN grandeur.

Il était donc inéluctable de voir naître un modèle réduit entièrement construit en plastique et non plus seulement le fuselage. Et ce fut la " bombe " provenant d'Autriche. Une petite équipe d'acharnés mit au point une technique de construction remarquable grâce à laquelle il fut possible d'obtenir une perfection des formes et de la finition inégalée. En particulier, les ailes en sandwich Kevlar / époxy - polystyrène extrudé, magnifiques de précision et de finition, restent un modèle du genre. Le résultat ne se fit pas attendre : record du monde de vitesse pulvérisé à tel point que plus personne n'ose rêver faire mieux, innombrables succès en compétition F3B. Seule la technique de construction de ces Autrichiens était révolutionnaire, le dessin aérodynamique de leur planeur étant somme toute relativement classique. Les compétiteurs de l'époque qui copièrent le dessin du planeur sans adopter sa technique de construction (ils furent très nombreux !) n'obtinrent jamais les performances de l'original, et pour cause !!!

Aujourd'hui, de très nombreux concurrents en compétition F3f savent construire leurs ailes en plastique et connaissent bien l'amélioration des performances que cette technique apporte. Ils utilisent une technique de construction excellente, basée sur la fabrication d'un moule. Ils ont déjà décrit leur technique dans des publications diverses et je n'y reviendrai pas. L'ennui de cette technique, c'est le moule ! C'est probablement pour cette raison qu'on ne voit finalement pas beaucoup de planeurs " tout plastique " sur les terrains et les pentes : fabriquer un moule, c'est très long et relativement cher. Il faut vraiment " en vouloir " pour se lancer dans une telle opération ! D'autant plus qu'on n'est jamais à l'abri d'une erreur de conception donnant un planeur " veau " et qu'un moule donnera toujours le même planeur, par exemple un " gratteur " ou un " voltigeur " ; si on veut un planeur de chaque type, il faut un jeu de moules pour chaque type ! Bonjour le travail !!!

C'est pourquoi, ne reculant devant aucun effort, RCM a décidé de promouvoir une autre technique de fabrication des ailes en plastique qui a été mise au point, laborieusement (!), il y a déjà quelques années par quelques mordus issus du club parisien " LES ALBATROS " et dont je fais partie ! Le principal intérêt de cette technique apparaît de suite : il n'y a pas besoin de moule !!! Bien sur, le résultat final ne sera peut-être pas aussi parfait que ce qu'on peut faire avec un moule, bien que... Autre intérêt essentiel : la fabrication des ailes par cette technique n'est ni plus longue ni plus difficile que la technique classique polystyrène / bois. Elle demande seulement un peu plus de soin et un peu d'outillage que le modeliste moyen pourra se procurer ou se bricoler sans la moindre difficulté.

Voilà maintenant plusieurs années que je construis tous mes planeurs et même mes avions remorqueurs en " tout plastique " par cette technique que je considère à présent comme " au point " et fiable. Les ailes obtenues sont d'une finition quasi-parfaite, d'une solidité à toute épreuve et d'un poids tout à fait comparable à celui des ailes construites par d'autres techniques.

Mais RCM ne pouvait pas en rester là !! Voulant constituer la " bible " de la construction en plastique et des techniques qui s'y rapporte, le groupe des rédacteurs vous propose dans ce numéro hors série " toute une série d'articles traitant tous ces aspects. Ainsi nous commencerons par la base, c'est à dire par l'étude des différents matériaux que nous serons amenés à employer. Ensuite, nous verrons comment s'équiper en machines et outillages : le minimum indispensable. Puis nous apprendrons à utiliser le moins mal possible ces outils et matériaux. Enfin seulement nous construirons notre planeur ou notre avion, rapidement et facilement !

J'insiste lourdement sur le fait que toutes ces techniques sont éprouvées et à la portée du modeliste moyen. En particulier tout modeliste sachant se construire ses ailes en polystyrène coffré balsa saura facilement se construire ses ailes en plastique.

J'insiste aussi sur l'existence d'autres techniques, tout aussi valables, peut-être même meilleures parfois ! Simplement ce sont des techniques que l'équipe de rédacteurs n'emploie pas parce qu'elle ne les aime pas ou, simplement, ne les connaît pas

!!! Sachez que les colonnes de RCM sont grandes ouvertes aux bricoleurs de génie et si les artiques techniques sont plutôt rares en ce moment, ce n'est pas une volonté délibérée mais un singulier manque de matière.

1^{ère} PARTIE

LES MATÉRIEAUX LES MOUSSSES DE POLYSTYRÈNE

Vous les connaissez sûrement déjà : il y a longtemps qu'elles sont employées dans notre hobby. Mais savez - vous quels en sont les différents types, les avantages et les inconvénients de chaque, les défauts de fabrication qu'on peut rencontrer, etc... Bref, savez - vous choisir le matériau exact dont vous avez besoin, le découper parfaitement ?

Pour faire une aile en plastique, le paramaniement de ces mousses prend une importance primordiale ; voilà pourquoi la connaissance de certaines particularités de ces matériaux pourra vous être très utile.

Les différents types de mousse

Il existe une "foultitude" de mousses utilisables dans la construction de nos modèles ; hélas, la plupart est difficile, voire impossible, à se procurer, du moins en quantité et à un prix raisonnable. C'est pourquoi nous nous limiterons ici volontairement à l'étude des mousses de polystyrène. On en trouve deux catégories :

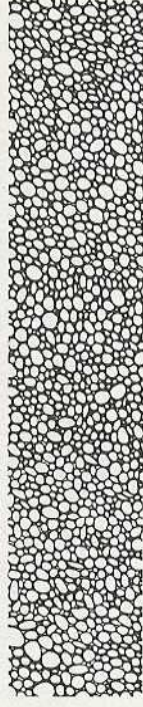
- Les polystyrènes expansés
- Les polystyrènes extrudés

Ils se distinguent aisément par leur couleur et leur grain.

Les polystyrènes expansés

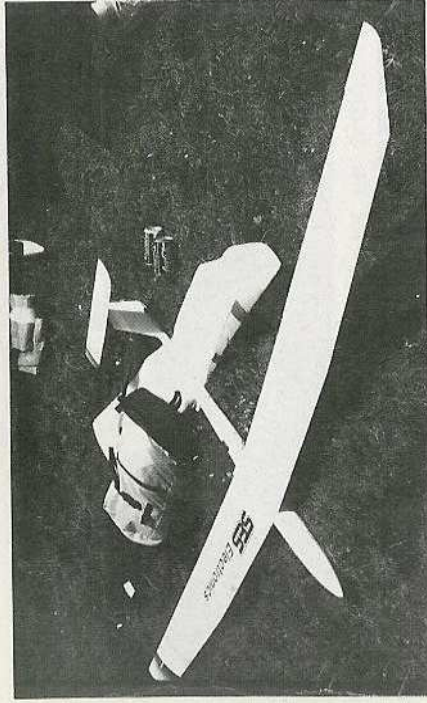
Ils sont généralement blancs, avec parfois quelques grains localisés de couleur destinés à permettre de distinguer du premier coup d'oeil les différentes qualités. Ce serait très bien s'il était possible d'en connaître le code !!!

Cette mousse est formée de nombreuses petites billes adhérentes les unes aux autres. Chaque bille est à peu près ronde et contient davantage d'air que de matière solide ; de plus, la surface extérieure de chaque bille est une sorte de "peau" qui la rend relativement étanche.



La dimension des billes varie suivant la qualité du polystyrène. En gros, disons que leur diamètre va de 2 à 5 mm. En général, mais il y a des exceptions, plus les billes sont grosses, plus le polystyrène est léger. Je parle d'exceptions car j'ai eu la chance de pouvoir utiliser du polystyrène à très petites billes, pourtant très léger, qui se découpait merveilleusement bien et résistait bien à l'écrasement. Hélas, ma source est tarie !!!

Parlons un peu chiffres. La densité du polystyrène blanc varie de 14 à 40 Kg par mètre cube environ. On trouve tous les intermédiaires possibles et imaginables. Les qualités allant de 14 à 20 Kg/m³ sont utilisées dans le bâtiment comme isolant thermique pour les murs. C'est ce qu'on trouve le plus facilement chez les vendeurs de matériaux de construction. C'est parfait pour construire une aile d'avion ou de planeur de faible allongement coffrée bois. Les qualités allant de 25 à 35 Kg/m³ servent aussi à l'isolation thermique, mais des sois cette fois. On peut aussi trouver des qualités de 30 à 40 Kg/m³, voire plus, destinées à l'emballage. Ces qualités conviennent à la fabrication d'ailes de planeur de grand allongement. Mais des que la densité du polystyrène atteint environ 35 Kg/m³, il est nettement préférable de choisir plutôt du polystyrène extrudé.



Les polystyrènes extrudés

Autrefois systématiquement bleus ou verts, ce qui était bien pratique pour les identifier, ils sont aujourd'hui de n'importe quelle couleur. On les distingue facilement des expansés car ils sont homogènes : on ne distingue pas cette structure caractéristique des expansés formés de billes à peu près rondes accolées les unes aux autres.

On peut les trouver aussi chez les marchands de matériaux de construction. D'habitude, ils servent aussi à l'isolation thermique des sols. Quelque soit la marque, donc la couleur de ces matériaux, on trouve toujours à peu près la même qualité. La densité varie peu : de 35 à 40 Kg/m³ ce qui est déjà assez lourd. L'intérêt des extrudés réside dans leur homogénéité d'où découle leurs deux principales qualités : ils résistent assez bien à l'écrasement et se découpent remarquablement bien.

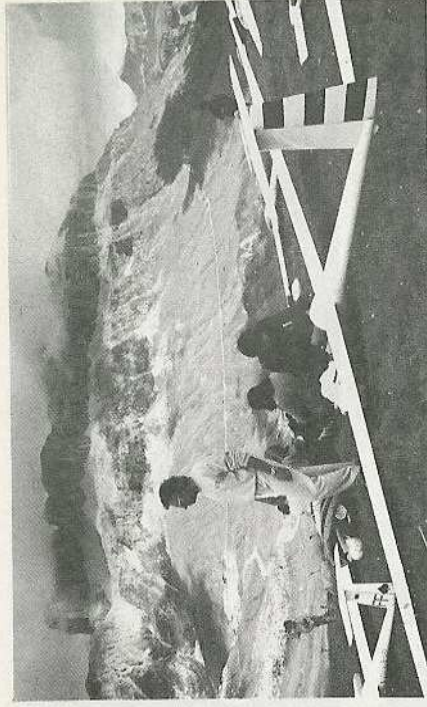
Les défauts des polystyrènes expansés

Nous, modélistes, nous moquons éperdument des facultés d'isolation thermique des expansés. Ce qui nous intéresse, c'est la possibilité de les découper à l'aide d'un fil chaud, ce dont les utilisateurs habituels se moquent éperdument... Ainsi, parfois la découpe se fait parfaitement, parfois rien à faire ! Pourquoi ? Il y a deux causes possibles, toutes deux dues à l'approvisionnement de ce matériau.

Voyons d'abord le matériau par lui-même. Fabricants et distributeurs vendent indifféremment deux qualités pourtant très différentes pour nous. La première (la bonne !) est un expansé formé de billes utilisées dans ce but pour la première fois. Chaque bille est donc la soeur jumelle de ses voisines et réagit de la même façon au fil chaud. Cet expansé se découpe bien. La seconde qualité (la mauvaise !) est ce que j'appelle un polystyrène " régénéré ". Cela signifie que le fabricant a enfoncé dans sa machine non seulement des billes " neuves " mais aussi tout ce qui traîne comme chutes en tout genre dans son atelier ! On trouve donc dans ce polystyrène de nombreux grains, ou croûtes de grains, qui ne fondent pas de la même manière que les autres au contact du fil chaud, ce qui donne une surface irrégulière, souvent inutilisable. On n'y trouve d'ailleurs pas que des grains durs mais parfois des bouts de bois, des vieux clous rouillés, des bouts de papier, des cailloux, des chutes de ciment, etc, etc ... Allez donc construire un engin volant avec ça !!!

Il est donc indispensable de ne pas se faire refiler cette qualité, mais comment savoir ? La plupart du temps, le distributeur qui vous le vendra ignore totalement cette particularité des expansés, d'ailleurs sans importance pour l'utilisation normale, quoique... je serais curieux de savoir si le coefficient d'isolation des expansés " trafiqués " est bien celui annoncé... j'en doute !!! Certains fabricants sont plus rigoureux que d'autres. Certaines qualités sont parfois plus régulières. Mais je ne connais pas de marque ni de référence sûre à 100% ... la crise aidant ... J'ajouterai insidieusement qu'on peut écrire n'importe quoi sur une plaque de polystyrène ou sur son emballage... Méfiez-vous des imitations !

Le plus sûr, à mon avis, est de "demander" un échantillon, d'essayer de le découper et, si ça marche, de courir acheter ce stock avant qu'un autre client l'ait emporté !



Reste la deuxième cause d'ennui possible : l'humidité. La fabrication du polystyrène expansé se fait sous haute pression et température, ces deux éléments provenant la plupart du temps de vapeur d'eau. Cette eau imprègne tout le polystyrène sous forme d'humidité, qui ne peut pas s'évaporer facilement du fait de l'étanchéité relative de ce matériau. L'évaporation est souvent encore ralentie par l'emballage qui est souvent un plastique plus ou moins étanche. Si vous avez "trouvé" votre stock dans un chantier ou il "trainait" depuis longtemps, soumis aux intempéries, il est fort probable qu'il en aille de même !

Cette eau incluse dans le polystyrène change complètement les caractéristiques du matériau vis à vis de la découpe. La parade est simple et ne demande qu'un peu d'organisation : il suffit d'acheter le polystyrène au moins 15 jours à l'avance et de le stocker, de préférence déjà débité, dans un endroit sec, en séparant bien les différents morceaux pour faciliter la circulation d'air autour de chacun.

Conclusion sur les mousses de polystyrène

Je n'ai jamais rencontré, avec les extrudés, les problèmes que j'ai cités au sujet des expansés. La découpe des extrudés, pour peu qu'on sache s'y prendre, est pratiquement toujours parfaite. C'est pourquoi je les préfère ! De plus, leur caractéristique de résistance à l'écrasement rend leur emploi impératif pour la fabrication des ailes en plastique. Cela ne veut pas dire qu'il faut fuir les expansés comme la peste... Les extrudés restent au moins deux fois plus lourds que les expansés les plus légers ce qui n'est pas négligeable. Les expansés restent donc irremplaçables pour fabriquer des voilures de faible allongement et coffrées bois.

Encore faut-il savoir les découper parfaitement. Quelque soit le matériau et sa qualité, ce n'est pas toujours évident. Je céderai la parole à François Cahour qui vous expliquera comment y parvenir. Dans la partie "outillage", il vous décrira, les quelques bricolages indispensables, et dans la partie "construction" il vous décrira les trucs et astuces qu'il emploie avec succès.

Dernière découverte !! RCM vous donne tous ses trucs même s'ils sont tous récents. Au moment de mettre sous presse, nous apprenons qu'il est possible de trouver un nouveau matériau qui convient encore mieux à nos besoins. Il s'agit toujours d'un polystyrène extrudé, il en a la structure fine, il se découpe au fil chaud et il se fait dissoudre par la résine polyester. Il est moins lourd que l'extrudé que nous connaissons depuis longtemps (32 Kg/m³) et résiste beaucoup mieux à l'écrasement, tout au moins dans le sens de l'épaisseur de la planche ... c'est à dire dans le sens qui nous intéresse. Ce produit miracle s'appelle " S FOAM " et est importé en France par la société SICOMIN, usine à 13220 CHATEAUNEUF-les-MARTIGUES tel 42.81.51.51, dépôt et service commercial à Paris, tel (1) 48.20.02.28. Cette mousse sert ordinairement à la fabrication de planches à voiles et est souvent distribuée par certains commerçants spécialisés dans ce domaine ou par des marchands d'articles de sport. Son seul inconvénient est son conditionnement : en gros bloc qu'il va falloir transporter et débiter en planches d'épaisseur raisonnable pour nos besoins ce qui n'est pas insoluble. Ce matériau semble bien représenter ce qu'il nous faut.

LES PLASTIQUES STRATIFIÉS

Ils sont au centre de la fabrication des engins volants dits "tout plastique". Ils sont employés depuis longtemps dans la fabrication des fuselages mais beaucoup trop rarement en ce qui concerne les ailes. Pour en tirer les meilleurs résultats, il est nécessaire d'en connaître les caractéristiques essentielles, ce qui permettra de bien choisir les matériaux en fonction des résultats à obtenir.

Comme leur nom l'indique, les stratifiés sont composés de "strates" ou couches superposées. Chaque couche est formée d'un tissu enduit d'une résine qui le "mouille" complètement puis

durcit. Séparément, chacun des produits composant le stratifié n'a pratiquement aucune résistance. Le tissu, qu'il soit de verre, de kevlar ou de carbone, n'a pas plus de rigidité que l'étoffe des vêtements que nous portons tous. La résine est au départ un liquide, plus ou moins visqueux, et même si elle durcit, sa résistance propre est lamentable : un fuselage composé uniquement de résine casserait au premier atterrissage!! C'est la conjonction de ces deux produits qui donne au stratifié son extraordinaire résistance. Mais les résultats peuvent être très différents suivant la qualité et la mise en œuvre de ces produits. Nous allons donc les étudier de près.

LES RESINES

Il en existe pas mal de catégories différentes. Mais une grande part des résines nécessitent des moyens de mise en œuvre hors de portée d'un amateur même éclairé. Nous nous limiterons donc à l'étude des deux types de résine les plus courants et les plus utilisés : polyester et epoxy.

Bien que s'utilisant à peu près de la même manière, ces deux produits n'ont pas du tout les mêmes caractéristiques et donc pas le même emploi. De plus, chacune d'elle réserve des surprises aux utilisateurs débutants. Nous allons donc passer en revue ces caractéristiques et essayer de vous éviter quelques déboires.

Les résines polyester

Commençons par leurs inconvénients : elles sont cassantes, elles ont beaucoup de retrait, elles sentent très mauvais, elles posent des problèmes de collage, et, pire que tout, elles dissolvent le polystyrène. Mais, heureusement, elle sont quelques avantages qui rendent leur utilisation possible et même souhaitable dans certains cas : elles ne sont pas chères, elles sont faciles à utiliser et elles peuvent s'employer avec pratiquement tous les tissus.

Voyons donc dans quels cas on pourra utiliser une résine polyester.

Pour construire les ailes ou empennages de nos modèles ? Surement pas! A moins de construire entièrement en bois, nos ailes contiennent du polystyrène qui serait dissous par ce type de résine. Le fuselage alors ? Vu la mauvaise tenue aux chocs et le collage médiocre de ces résines, je déconseille formellement leur emploi pour cet élément bien que certains fabricants ne s'en privent pas. Que reste-t-il alors ? Peu de choses, en vérité ! On peut s'en servir pour de petits éléments qui ne sont pas soumis à de gros efforts ou à des chocs : par exemple des capots moteur ou des carénages divers. Nous n'utiliserons donc que très peu les résines polyester sur nos modèles réduits, tout au moins directement.

En effet, ces résines conviendront parfaitement à la réalisation de moules ou divers outillages car sur ces matériels, on se moque pas mal du poids ou de la résistance aux chocs et ils ne contiennent pas de polystyrène que la résine pourrait dissoudre... De plus, ces outils demandent pas mal de résine et on

appréciera leur faible prix. Enfin, on pourra y liquider toutes les chutes de tissus sans se préoccuper de leur nature exacte!!

Leur emploi

Les résines polyester se présentent normalement sous la forme de trois produits : le pot de résine proprement dite et deux petits flacons contenant l'accélérateur et le catalyseur. Il arrive assez souvent que la résine soit vendue déjà accélérée : dans ce cas, bien sûr, il n'y a pas de flacon d'accélérateur, mais il vaut mieux s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un simple oubli...

Les dosages exacts dépendent, bien sûr, de la référence exacte de la résine utilisée, mais il est possible de donner des ordres de grandeur qui sont valables dans la majorité des cas. Il faut commencer par accélérer la résine. Employer l'accélérateur qui est le produit violet. On en met normalement environ 1 à 2 pour mille ce qui est très peu : 1 à 2 grammes par kilo de résine. L'accélérateur donne une couleur rosée très pâle à la résine. On peut préparer ainsi une quantité importante de résine car elle se conserve très bien un ou deux mois, voire plus si elle est à l'abri de la lumière. Ensuite, il suffit d'y ajouter le catalyseur au fur et à mesure des besoins. Le catalyseur est le liquide translucide. Il en faut entre 1 et 4 pour cent environ suivant le temps de travail dont on désire disposer. Le mélange ainsi réalisé peut s'utiliser pendant environ 10 à 60 minutes suivant les dosages réalisés, la résine employée... à condition de ne pas s'être trompé!!! Dès que la résine commence à gélifier, vous avez environ 30 secondes pour nettoyer votre pinceau préféré : après, il sera trop tard! Il se nettoie ainsi que tout autre instrument, sauf la peau, à l'acétone. Entendez par là : "avant que la résine n'ait pris". Après, c'est trop tard... y compris pour votre pantalon!

Dernier détail, la résine polyester sent mauvais, très mauvais! Une odeur forte, pénétrante, persistante et qui s'infiltré partout. Pas question de l'utiliser dans votre salle de séjour : vous déclencheriez la révolution non seulement dans votre famille, mais dans tout l'immeuble!! Par contre, cette résine n'est pratiquement pas nocive, tout au moins tant qu'on ne l'utilise pas sans arrêt.

Par contre, un grave danger :

NE JAMAIS MELANGER SEPARÉMENT ACCELERATEUR ET CATALYSEUR



Ce serait un excellent moyen pour allumer un superbe incendie très difficile à éteindre ! Toujours commencer par mélanger l'accélérateur à la résine puis y ajouter ensuite le catalyseur. J'ajouterai même qu'il ne faut jamais conserver ces deux produits l'un près de l'autre : un faux mouvement pourrait avoir des conséquences plutôt chaudes...

Voilà, j'en ai fini avec les éléments de base concernant les résines polyester. Elles pourront vous être très utiles. Mais évitez de les utiliser pour construire les éléments principaux de vos modèles : préférez-leur les résines époxy dont je vais vous parler maintenant.

Les résines époxy

Reprenons point par point ce que je reprochais aux résines polyester : nous constaterons une nette amélioration. Bien sûr, ces résines ne représentent pas une sorte de panacée universelle ni la perfection, mais elles correspondent beaucoup mieux à ce dont nous avons besoin pour construire nos modèles réduits. Elles ont une bonne résilience, ce qui signifie qu'elles résistent assez bien aux chocs et en tout cas bien mieux que les résines polyester. Les collages sont faciles et fiables, surtout du fait que nous utilisons la plupart du temps des colles époxy comme l'araldite ou les UHU PLUS ou autres " epoxy rapides ". Elles n'ont que très peu de retrait (environ 10 fois moins que les polyesters) ce qui garantit une bonne stabilité des formes dans le temps. Leur faible odeur est tout à fait supportable et s'élimine rapidement ce qui rend leur emploi possible dans un appartement moyennant une aération énergique. Enfin, et surtout, les résines époxy ne dissolvent pas le polystyrène et le collent fort bien.

Toute médaille a son revers et les résines époxy n'échappent pas à cette règle ! Elles ont donc des inconvénients, et de taille. D'abord, elles ne sont pas aussi bonnes pour la santé que le miel... ni même que les résines polyester. Il faut absolument s'en méfier comme de la peste et respecter les consignes d'emploi indiquées par les fabricants. J'y reviendrai. Ensuite, elles sont relativement délicates à employer : il faut, là aussi, respecter à la lettre les indications de dosage, de conservation et de durcissement indiquées par les fabricants. Si les dosages des résines polyester peuvent faire l'objet "d'improvisations" sans grandes conséquences, il n'en va pas du tout de même des résines époxy, et toute divergence ou imprécision risque d'avoir des répercussions catastrophiques sur le résultat final. Enfin, les résines époxy sont assez chères, environ 3 à 4 fois plus que les polyesters. Et comme, pour couronner le tout, il leur faut absolument des tissus de verre préparés spécialement et qui,

bien sûr, coûtent plus cher, le prix de revient du kilo de stratifié époxy n'a rien à voir avec celui du stratifié polyester !

C'est surtout pour cette dernière raison que je déconseille l'emploi de résine époxy pour faire un moule. C'est un peu aussi parce qu'il est assez difficile de trouver des gel-coats époxy convenables pour un moule. Autrement, les résines époxy conviennent parfaitement à nos besoins, pour toutes les pièces de nos drôles de petits engins volants : fuselages, ailes, capots, carénages, empennages, etc... etc... ! Et que les amateurs de modèles réduits roulants ou flottants se rassurent : ils peuvent employer ces produits sans réserve, en respectant les indications générales que je vais donner, même si certaines techniques décrites ici ne les concerne pas directement.

Leur emploi.

Les résines époxy se présentent sous la forme de deux liquides plus ou moins visqueux : la résine et le durcisseur. Comment les distinguer ? Et bien... lisez les étiquettes ! Autrement, c'est pratiquement impossible étant donné la variété des marques différentes qui ont très souvent des colorations, des odeurs, des viscosités différentes.

Le dosage indiqué par le fabricant doit impérativement être respecté scrupuleusement. Un conseil : notez-le de façon indélébile sur l'étiquette ou directement sur le pot contenant les produits ; ne vous fiez pas trop à votre mémoire. Ces dosages sont pratiquement toujours donnés en "pp" ce qui signifie : "Parties Ponderales". Je n'expliquerai plus clairement à partir d'un exemple. Supposons que le fabricant indique :

dosage : résine 100 PP
durcisseur 34 PP

ou, plus succinctement : "dosage : 100:34" ce qui veut dire exactement la même chose. Ne cherchez pas les complications, cela signifie qu'il suffit de peser 100 grammes de résine, d'y ajouter 34 grammes de durcisseur et de mélanger le tout. Cela donnera 134 grammes de résine mélangée. Il ne s'agit pas de pourcentage : inutile de vous fatiguer à calculer, par exemple combien il faudrait de durcisseur pour arriver à 100 grammes de résine mélangée ce qui ne pourrait que fausser le dosage. Ce dosage doit être respecté à 2% près, ce qui signifie que pour doser 100 grammes de résine, il faut être précis à 2 grammes près ! Voilà qui devrait vous inciter à nettoyer votre balance et à vérifier sa précision...

Il n'est pas question de "jouer" sur la quantité de durcisseur pour faire varier la rapidité de "prise" (je devrais dire "polymérisation") de la résine : ça n'aurait pratiquement aucun effet et ne ferait

que réduire les qualités mécaniques de la résine durcie. Si ça va trop vite, changer de résine, ou en préparer moins à la fois ! On peut aussi mélanger la résine dans un pot plus large où elle s'étalera en une couche mince et sera donc mieux refroidie par le simple contact de l'air ce qui évitera la prise en masse. Il faut bien comprendre que le temps durant lequel on peut utiliser la résine mélangée est une caractéristique physique du produit que vous achetez et que vous ne pourrez pratiquement pas faire varier. Les fabricants désignent ce temps sous le vocable "durée de vie en pot" (en anglais "potlife").

De plus, les résines ayant une durée de vie en pot assez longue ont souvent besoin de température pour durcir à fond, surtout lorsque les pièces réalisées sont peu épaisses ce qui est toujours le cas de nos modèles. C'est aussi une des caractéristiques de la résine que le fabricant indique, normalement. Exemple :

Polymérisation : 24 heures à l'ambient plus 15 heures à 40°C ou 1 heure à 80°C.

On obtient facilement plus de 40°C au-dessus d'un radiateur, en hiver, ou bien dans une voiture fermée en plein soleil, l'été. Il est donc facile de suivre ces prescriptions. A défaut, on n'obtiendra les pleines caractéristiques de la résine que longtemps après : il vaudra mieux attendre quelques jours avant de démouler et la solidité maximale ne sera obtenue que beaucoup plus tard. Seules les résines ayant une durée de vie en pot très courte, de l'ordre de 10 à 20 minutes, polymérisent complètement en 12 à 24 heures, mais il faut utiliser le mélange si vite qu'il vaut mieux réserver ce genre de résine aux réparations ou aux petites pièces. Dès que la durée de vie en pot indiquée par le fabricant est dépassée, on s'en rend compte car la résine devient épaisse. Il vaut mieux ne plus s'en servir car elle n'imprégnerait pas le tissu convenablement : préparer un nouveau mélange de résine " fraîche "

Parlons un peu de viscosité. Certaines résines époxy sont aussi épaisses que la colle Araldite que nous connaissons tous. Il est difficile, voire impossible, d'imprégner convenablement des tissus de verre avec ce genre de " pâte ". Il est possible de fluidifier un peu une résine en la réchauffant, par exemple vers 25 à 30°. C'est une bonne solution, mais cela réduit la durée de vie en pot du mélange... Autre méthode nettement meilleure : chauffer le moule lui-même, sans chauffer le pot contenant le mélange. Ainsi, la durée de vie en pot du mélange n'est pas modifiée et on obtient un bon mouillage des tissus car la résine se réchauffe au contact du moule. Mais ce n'est pas toujours possible. Certains modélistes ont trouvé une " astuce " apparemment géniale : diluer la résine avec du méthanol ou de l'alcool à brûler, voire même de l'acétone. Horreur !! Si on ajoute plus de 2% de produits chimiquement actifs dans la résine époxy, on détruit définitivement ses caractéristiques mécaniques. Seule son aptitude au collage ne souffrira pas trop, et encore ! Donc si votre résine est trop épaisse, trouvez-en une autre plus fluide.

Conseils généraux

Pour finir ce chapitre sur les résines, voici quelques conseils qui s'appliquent aussi bien aux résines polyester qu'aux résines époxy.

Les précautions d'emploi d'abord.

Bien que relativement peu nocives, les résines ne valent pas le miel ! Il faut donc respecter quelques principes élémentaires même s'ils peuvent sembler contraignants.

D'abord le local. Il doit être très bien aéré. Il doit aussi y faire chaud, disons 18 à 20°C, sinon les résines seront trop visqueuses. Evidemment, chaud et aéré, c'est plutôt incompatible en hiver... mais très facile en été : ouvrir un maximum de fenêtres ! Si possible, évitez de vous installer dans la cuisine ou la salle à manger, même si vous parvenez à travailler ces produits sans faire de saleté... ce qui métonnerait ! Je l'ai déjà écrit mais je le répète : ne pas employer de résine polyester dans un immeuble ; sinon, vous verrez arriver la camionnette " secours GDF " à toute pompe : vos voisins seront convaincus d'une énorme fuite

de gaz. L'expérience (vécue par un de mes amis) peut être amusante si pompiers et police ne s'en mêlent pas...

Ensuite, le modéliste et sa santé. Les résines polyester ne sont pas dangereuses, du moins pas pour un amateur qui ne s'en sert pas tous les jours et toute la journée. Evitez quand même d'en beurrer vos tartines ! Evitez même de vous en mettre sur la peau. Par contre, les résines époxy sont souvent mauvaises. Elles peuvent provoquer deux types de dégâts : le cancer (rien que ça !) et des allergies. Ce sont les vapeurs qu'elles dégagent qui sont cancérogènes d'où la nécessité de bien aérer le local où on travaille. Notez que ce sont des vapeurs lourdes, qui se concentrent au sol : il faut donc soigner la ventilation basse. Pas d'affolement : le risque de cancer est déjà très faible pour les professionnels qui s'en servent toute la journée, il est donc négligeable pour l'utilisateur occasionnel. Sous cet angle là, une cigarette est bien plus dangereuse.

Le risque d'allergie, lui, est beaucoup plus sérieux. Ses premières manifestations sont des petits boutons sur la peau des mains et des avant bras. Ça peut empirer jusqu'à de véritables plaques purulentes sur toutes les parties du corps exposées, et devenir très grave. Les médecins ne connaissent qu'un seul remède efficace : ne plus jamais toucher à ces produits, pas même à un tube d'araldite. Certaines personnes sont très sensibles à ces allergies, d'autres pas du tout. Le mieux est encore de ne pas risquer une sensibilisation à ces produits en évitant tout contact avec la peau, aussi bien pour la résine que pour la vapeur qui s'en dégage. Donc, encore une fois, aérer le local où on travaille et porter des gants.

Les gants, c'est gênant, c'est sur. Mais on s'y habitue. On finit même par ne plus pouvoir s'en passer. Si, Si. En tout cas, c'est moins gênant que de voir ses mains transformées en moignons sanguinolents ! Choisir, de préférence, des gants en caoutchouc doublés à l'intérieur d'un tissu qui absorbera la transpiration et évitera le ramollissement de la peau. C'est ce qui semble le plus efficace. Les gants très fins en latex, genre gants de chirurgie, font beaucoup transpirer et semblent perméables à certaines vapeurs. C'est quand même mieux que rien !

Ne jamais se laver les mains avec de l'acétone ou un autre diluant : cela aiderait ces saletés à pénétrer la peau, ce qui ne serait pas très malin ! L'eau chaude et le savon sont les seuls produits acceptables pour se nettoyer la peau.

Dernier point sur ces résines : où peut-on les trouver ?

On commence à en trouver dans les grandes quincailleries et les super marchés du bricolage, généralement vendus pour réparer les carrosseries qui tombent en ruine (les ailes arrière de R5 ça ne vous dit rien ?). On peut aussi en trouver chez certains détaillants en modélisme. Mieux, certains fournisseurs pour modélisme en ont fait une spécialité et pourront en plus vous donner de précieux conseils : GV System ou Multitechnic par exemple. Consultez les publicités de votre RCM favori !

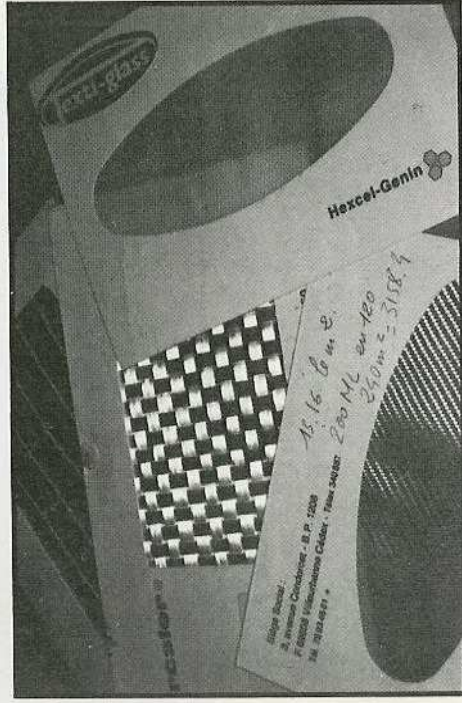
Si vous avez besoin de grandes quantités et que vous recherchez des prix plus en rapport avec ces quantités, vous pouvez essayer directement les grossistes et importateurs : HEX-CELL-FRANCE, ZI des Béthunes, rue de l'Equerre 95310 St OUEN L'AUMONE ; SOLOPLAST, 38100 St EGREVES ; SIVEM, 8 rue Carnot, 78210 St CYR L'ECOLE. Il y en a d'autres, mais je ne crois pas qu'ils vendent en direct à des particuliers. Je ne suis d'ailleurs pas sûr que ces trois là le fassent.

Vous pouvez aussi vous adresser aux fournisseurs de matière première pour modelers mécaniciens : tous à vos minifels ! Dernière source d'approvisionnement, récente : les vendeurs de planches à voile ou de fournitures pour se les construire. On y trouve des résines de marque SICOMIN qui sont parfaites pour nos besoins : très fluides et très dures, bien que peut être un peu cassantes (voir les adresses de SICOMIN dans le chapitre sur les mousses).

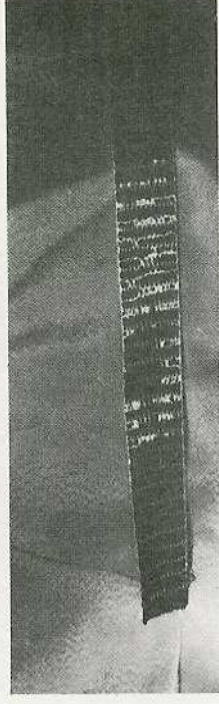
Voilà pour les résines. Souvenez vous de ce conseil très général qui vous évitera bien des déboires : lorsque vous achetez une résine, exigez en même temps son mode d'emploi et respectez le.

LES FIBRES DE VERRE

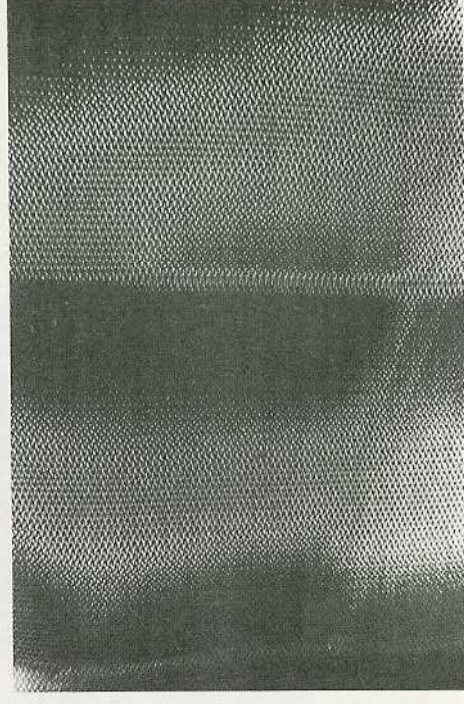
sont deux types de fibres très différentes. Le verre E est ce qu'on trouve le plus souvent et qui présente le meilleur rapport qualité / prix. Il existe d'autres fibres de verre, certaines plus performantes comme le verre R ou S.



Le secret des fuselages légers et solides : Ce taffetas de sililone de 330 g/dm² tissé très lâche pour épouser toutes les formes.



Renforcer les ailes? Ce ruban de carbone et ce taffetas de roving de 100 g/dm² feront l'affaire.



Le satin de sililone unidirectionnel 8/1 de 140 g/dm² qui sert à faire les ailes.

Pour ceux que les chiffres rebutent, voyons ce qu'ils signifient. La densité nous donne une comparaison du poids de chaque fibre. On constate que le Kevlar est le plus léger, presque deux fois mieux que le verre. Ceci explique en partie le succès de cette fibre.

En partie seulement car les valeurs de résistance à la traction et le module d'élasticité nous donnent d'autres informations. Le module d'élasticité définira le fléchissement sous charge du stratifié, c'est à dire sa raideur. Vous vous en doutez, c'est le

Malgré leur apparente fragilité, les fibres de verre sont fondamentales dans la résistance finale du stratifié. Il faut donc mettre la bonne fibre au bon endroit pour optimiser le résultat. Mais la variété exceptionnelle des matériaux qu'on peut trouver rend ce choix particulièrement difficile. C'est pour vous y aider que nous allons passer en revue les différents types de fibres.

Mais d'abord, je vais commencer par un avertissement afin que, si la lecture de tout ce qui suit vous lasse prématurément, vous ayez au moins lu l'indispensable. N'utilisez pas n'importe quel tissu avec les résines époxy. En effet, les résines époxy ne peuvent pas mouler convenablement les tissus qui n'ont pas été préparés spécialement pour elles. Il leur faut absolument des tissus traités pour leur convenir.

Maintenant, si vous désirez savoir pourquoi, et bien d'autres choses, suivez moi dans la passionnante histoire de leur élaboration.

Les différentes natures de fibre

Fibre de verre, Kevlar, carbone, bore, tout modeliste a déjà entendu parler de ces différentes matières. Extérieurement, à part la couleur, ces produits se ressemblent. On les trouve sous la forme de tissus ayant à peu près la même souplesse et il est difficile d'imaginer qu'ils peuvent donner des résultats très différents. Le tableau ci-dessous vous donnera une idée de leur caractéristiques. Il s'agit de chiffres moyens.

| CARACTERISTIQUE | VERRE E | KEVLAR 49 | CARBONE HR | CARBONE HM |
|------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| Couleur | blanc | jaune | noir | noir |
| Densité | 2,5 | 1,45 | 1,78 | 1,80 |
| Diamètre d'un filament | 3 à 30 µ | 12 µ | 8 µ | 8 µ |
| Rupture en traction | 3400 MPa | 3100 MPa | 2800 MPa | 2200 MPa |
| Module d'élasticité | 73000 MPa | 130000 MPa | 200000 MPa | 400000 MPa |
| Comparaison de prix | [*] | [12] | [30] | [60] |

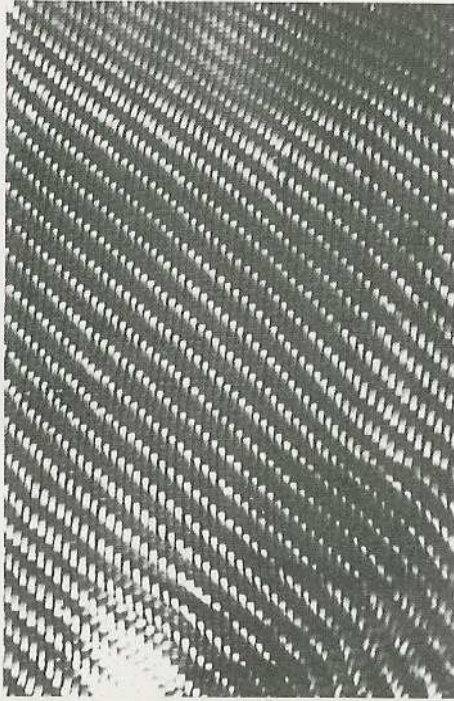
D'après document SETIM

Il existe d'autres sortes de fibres, parfois moins performantes, parfois plus. Pour le carbone, HR signifie Haute Résistance (à la rupture en traction) et HM : Haut Module (d'élasticité). Ce

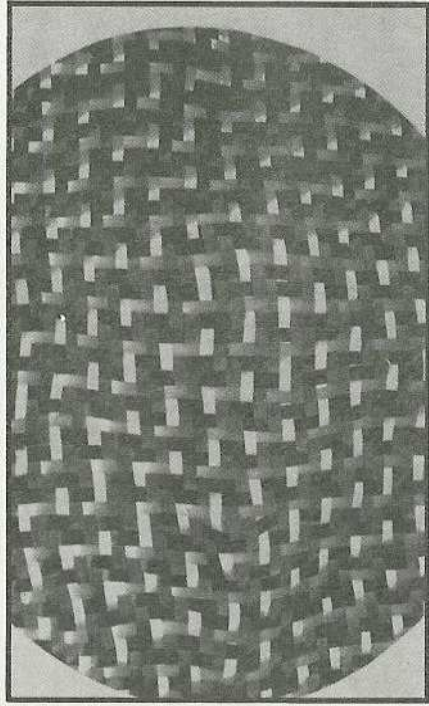
carbone qui tient la palme, mais le Kevlar n'est pas mal non plus ! La résistance à la rupture représente, en gros, le poids qu'on peut accrocher à un fil sans qu'il casse. A diamètre de fil égal, c'est le verre qui l'emporte ; mais il y a relativement peu de différences d'une fibre à l'autre dans ce domaine.

La comparaison de prix peut sembler impressionnante, mais il faut savoir que le prix de la fibre de base intervient relativement peu dans le prix d'un tissu : c'est le tissage qui coûte le plus cher ce qui tempère les écarts.

Il existe une autre caractéristique essentielle qui n'est pas présente dans ce tableau : la résistance aux chocs. Dans ce domaine le Kevlar est de loin le meilleur : ce n'est pas un hasard s'il est employé pour faire des gilets pare-balles ! Le carbone est très fragile, beaucoup plus que le verre, et doit soigneusement être évité chaque fois qu'on peut redouter des chocs.



Tissu de verre : un superbe sergé de silione de 280 g/dm² très pratique pour fabriquer un fuselage.



Le nec plus ultra en matière de tissus de stratification: un roving associant des fibres de carbone et de Kevlar. Le prix est malheureusement à la hauteur de la qualité du produit.

On voit que les caractéristiques de ces matériaux sont très différentes, et qu'il ne faudra pas mettre n'importe quelle fibre n'importe où. Par exemple, un fuselage en carbone risque de casser au premier atterrissage "un peu" dur : gros prix pour un médiocre résultat. Le Kevlar s'impose pour cet emploi si on veut absolument ce qui se fait de mieux. Par contre, le carbone s'impose pour les longerons d'ailes qui ne supportent pas de chocs... dans les conditions normales d'utilisation !

Le Kevlar est très difficile à usiner. On s'en rend compte dès qu'on essaie d'en découper un morceau avec une paire de ciseaux : c'est pratiquement impossible si les ciseaux ne sont pas en parfait état. De même, percer un trou dans un fuselage en Kevlar relève de l'exploit : on n'obtient une sorte de bourre qui obstrue partiellement le trou. Il faut donc des outils parfaitement affûtés et maintenus dans cet état.

Le verre et le carbone ne posent pas ces problèmes. Le verre se trouve facilement et ne coûte pas cher, mais il n'est pas très performant bien que ce soit déjà suffisant pour construire un appareil excellent. Le carbone a toutes les qualités pour lui, à part sa mauvaise tenue aux chocs et... son prix !

Les différents genres de fil

Je ne vous expliquerai pas comment se fabriquent les fils de verre (ou de Kevlar ou de carbone) parce que... j'en serais bien incapable ! Je sais seulement qu'il faut beaucoup de chaleur et d'autres choses... Je sais aussi qu'il sort de la machine des filaments microscopiques, en grand nombre, qui sont réunis ensemble pour former un fil qui est ensuite enroulé sur une bobine. C'est le travail du fileur. Vient ensuite le tisseur qui utilise ces bobines de fil pour en faire des tissus organisés. Au bout de la chaîne vient, par exemple, un modéliste qui essaie de ne pas trop gâcher de tissu !

Croyez vous que ces minuscules filaments acceptent, par pure bonté, de rester sagement à leur place dans le fil qu'ils constituent ? Surement pas ! Pour mieux comprendre, que deviennent des nattes si elles ne sont pas tressées ? Une queue de cheval ! C'est à dire un ensemble flou impossible à travailler convenablement et à tisser. Pour que ces filaments restent sagement à leur place, ils sont "collés" ensemble à l'aide de produits nommés enzymes. Ces enzymes servent aussi à réduire les propriétés abrasives des fils et réduisent l'usure des métiers à tisser.

La plupart du temps, ces enzymes sont laissés sur les tissus car elles améliorent l'imprégnation des fibres par les résines polyester. Mais elles sont totalement imperméables aux résines époxy ! C'est pourquoi il faut absolument traiter les tissus après tissage pour les débarrasser de ces produits si on veut pouvoir les utiliser avec une résine époxy. On appelle ce traitement "Finish". On retrouve donc ici ma mise en garde du début : résine époxy ---> tissus spécialement préparés. On dit souvent qu'il s'agit de tissus désenzymés. Pour les résines polyester, n'importe quel tissu peut convenir... surtout si c'est pour faire un moule !

Même enzymés, les fils peuvent être très différents les uns des autres : fils continus, fils discontinus, fils plats, fils enroulés... Voyons un peu tout cela.

Les fils discontinus d'abord.

On peut les rencontrer dans les mats de verre. Il s'agit de bouts de fils, apparemment placés en vrac sans aucune orientation précise. Ils sont simplement tenus ensemble par "collage" avec une enzyme. Evidemment, puisque les différents bouts de fil n'ont pas de continuité réelle, le stratifié obtenu n'est pas très solide. De plus c'est une enzyme qui tient tout cela ensemble et il n'est pas question de l'enlever sous peine de se retrouver avec un tas de fibres éparées. Les mats de verre ne peuvent donc être utilisés qu'avec des résines polyester. Par contre, ces mats de verre ne sont pas chers puisqu'ils ne sont pas tissés. Ils conviennent donc parfaitement pour la réalisation des moules en polyester.



Un mat de verre, assemblage de fil discontinus reliés par enzymage. Résistance très très moyenne, à proscrire dans la plupart des cas nous concernant.

Les vérannes sont aussi formées de fils discontinus bien que ce soit moins évident. En effet, elles sont tissées et semblent donc être un tissu organisé normal. C'est le fil dont elles sont constituées qui est discontinu. Ce fil n'est pas constitué de filaments ininterrompus mais de petits bouts de filaments enroulés sur eux-mêmes pour qu'ils tiennent ensemble. Le diamètre apparent de ce fil varie beaucoup d'un endroit à l'autre et contient même des "bourres". Le tissu obtenu ressemble à de la toile de jute, excepté sa couleur qui est blanche... à peu près.

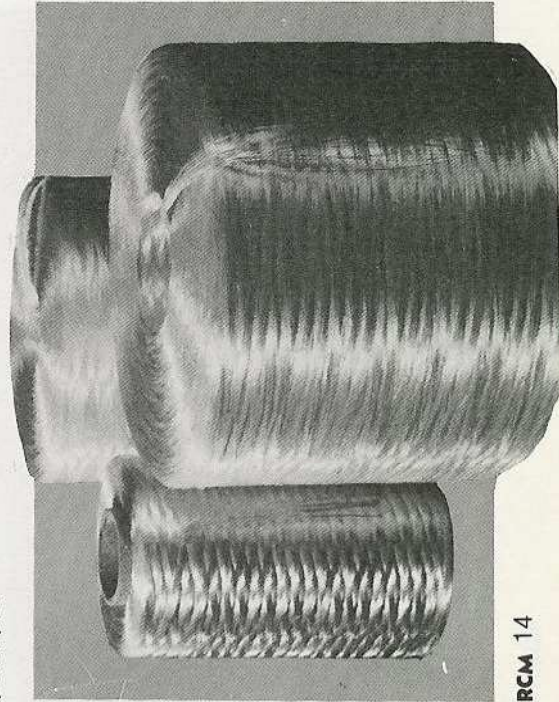


Les vérannes ont le même emploi que les mats de verre. Leur intérêt réside dans la possibilité de les désenzymiser et donc de les employer avec les résines epoxy. Elles permettront donc de réaliser des moules en époxy à un coût abordable et ne conviendront pas pour réaliser une quelconque pièce d'un modèle réduit du fait de la mauvaise résistance du stratifié obtenu.

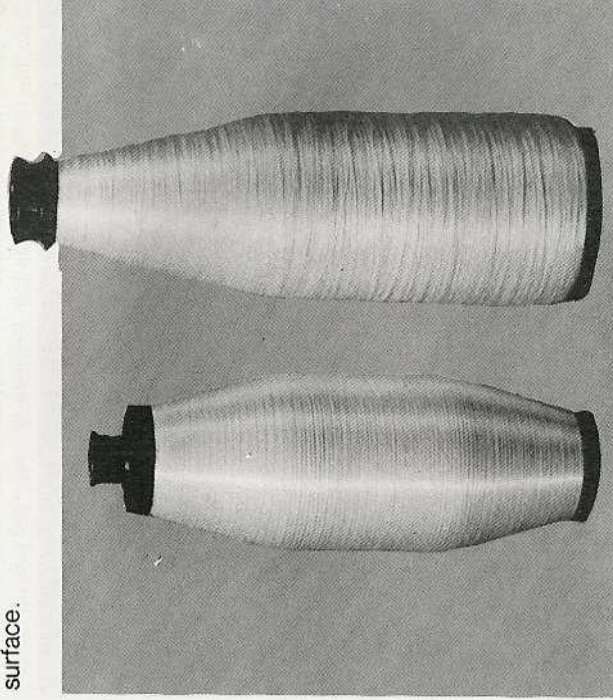
Passons aux fils continus.

Par " fils continus " je veux dire que chaque microscopique filament formant un fil est ininterrompu ou, tout au moins, a une longueur énorme par rapport aux dimensions usuelles de nos modèles. Ces filaments peuvent être accolés ensemble de différentes manières.

- Les rovings sont des fils plats, c'est à dire que les différents filaments élémentaires sont simplement placés les uns à côté des autres. Les tissus formés de rovings sont donc peu épais ce qui simplifie leur imprégnation. Mais, du fait de leur faible épaisseur, ces fils donnent un stratifié très mince, ayant une faible inertie, donc une faible rigidité et une relative mauvaise tenue en compression. Ce n'est pas l'idéal pour un fuselage, excepté pour le tissu fin de surface. Par contre, c'est parfait pour les renforts des ailes, pris en sandwich entre le polystyrène et le matériau de coffrage, surtout dans le cas d'une aile tout plastique.



- Les silionnes sont des fils dont les filaments élémentaires sont enroulés ensemble, un peu à la manière d'un toron de ficelle. Le nombre de tours d'enroulement par mètre peut varier d'un fil à l'autre dans de grandes proportions. Ces fils sont nettement plus épais que les rovings et donnent donc un stratifié beaucoup plus rigide du fait de leur meilleure inertie. Ils conviennent parfaitement pour le fuselage de nos modèles. Les silionnes ont souvent un gros défaut : le tissu qu'elles donnent possède des trous entre chaque fil et il faut faire très attention à bien "mouiller" le stratifié sous peine d'obtenir plein de petits trous en surface, à moins d'employer un roving très fin en tissu de surface.

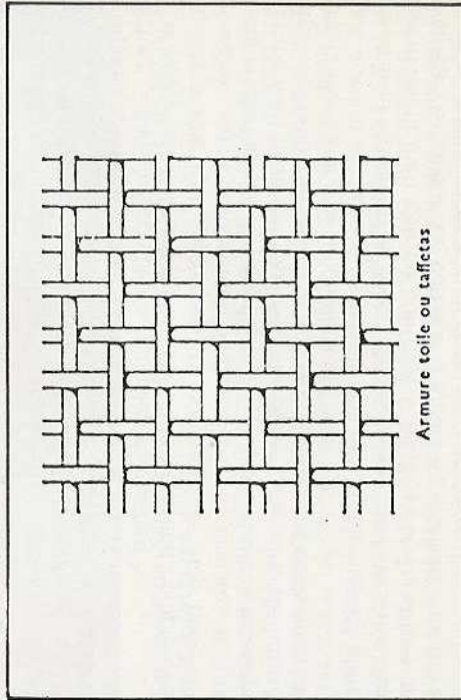


Les différents tissages

Après leur obtention, les fils sont tissés, mais pas n'importe comment, bien sur ! On va trouver une inraisemblable variété de tissages différents mélangeant tous les types de fils existant dans un sens ou un autre : mélange verre - carbone, carbone - Kevlar, verre - n'importe quoi ; silionne - roving, unidirectionnels... Soyez sûr que tout ce que vous pouvez imaginer a déjà été fait ou le sera : il suffit d'en avoir l'usage...

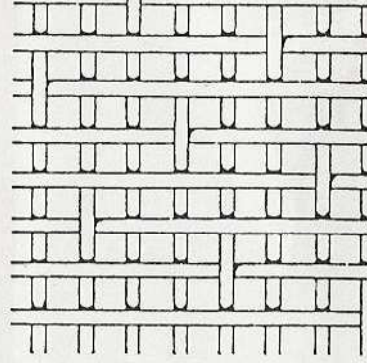
Mais il existe tout de même des grandes classes qu'il est intéressant de connaître car les caractéristiques d'utilisation des tissus obtenus sont assez différentes. Essayons d'y voir un peu plus clair.

- Les taffetas. C'est le tissage le plus simple et le plus régulier qu'on puisse imaginer : chaque fil de chaîne passe alternativement au-dessus puis au-dessous, etc... du fil de trame qu'il rencontre. Lorsque le tissage est serré, le tissu obtenu se déforme peu. Il est donc assez difficile à draper autour d'une forme biscornue.



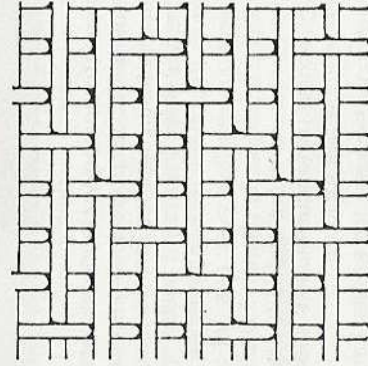
Armure toile ou taffetas

Les satins. C'est un tissage irrégulier : chaque fil de chaîne passe au-dessus de deux (ou plus) fils de trame puis au-dessous d'un seul puis à nouveau au-dessus de deux (ou plus) et au-dessous d'un seul, etc. Les tissus obtenus sont généralement très déformables. Ils se drapent donc bien autour des formes complexes. Par contre ils se " tiennent " mal et sont souvent difficiles à bien poser, surtout lorsqu'on place les fils à 45°.



Armure satin: ici satin de 8

- Les sergés. Ce sont des hybrides des deux premiers, ou encore des satins réguliers. Chaque fil de chaîne passe au-dessous de deux (ou plus) fils de trame puis au-dessus du même nombre de fils de trame, puis à nouveau au-dessous du même nombre, etc... Ce sont les tissus les plus déformables, donc ceux qui se drapent le mieux. Ce sont aussi les plus difficiles à bien poser sans plis sur de grandes surfaces, surtout à 45°.



Armure sergée

N'allez surtout pas croire que l'imagination des tisseurs s'est arrêtée là : ils ont encore pas mal de cordes à leur arc, toutes plus ou moins compliquées, mais aussi plus rares et... moins utiles pour nous !

Tous ces tissus ont le même nombre de fils dans les deux sens, chaîne et trame, mais ce n'est pas toujours le cas. On arrive alors aux satins dits " unidirectionnels ". Ils ont davantage de fils dans le sens trame que dans le sens chaîne. Ce déséquilibre peut être varié. Certains unidirectionnels ont seulement deux fois plus de fils dans un sens que dans l'autre ; certains quatre fois plus, d'autres huit fois... A la limite, on arrive aux rubans unidirectionnels qui n'ont pratiquement aucun fil de chaîne, juste un petit bout de fil, pas même de verre, tout juste suffisant pour maintenir le tout en forme. Ces unidirectionnels, en particulier les rubans, sont très pratiques pour faire des renforts locaux ou en guise de semelle de longeron.

Le grammage des tissus

C'est la dernière caractéristique qui permet de différencier les tissus. C'est aussi la plus importante. Il s'agit tout simplement du poids au mètre carré du tissu. Le plus léger qu'on puisse trouver tourne autour de 40 gr/m². Le plus lourd dépasse 1,2 kg/m². Entre ces deux extrêmes, nous aurons donc un choix très vaste. Que choisir ? Il n'y a pas de règle générale. Pour aider à se faire une idée, voyons quelques emplois type. Un tissu de 50 gr/m² peut servir de couche de surface en n'importe quel endroit d'un modèle, mais il est assez difficile à poser du fait de sa légèreté. Il peut aussi servir de couche générale sur un petit stablo tout plastique.

Un tissu de 100 gr/m² aura ma préférence pour le même emploi. Il est plus facile à poser et donnera une meilleure résistance pour un alourdissement négligeable. C'est aussi le grammage que j'emploie pour tous les renforts d'une aile, sous le revêtement.

Entre 150 et 300 gr/m², toutes ces qualités conviennent pour le moulage d'un fuselage. Plus le tissu est léger, plus il faudra mettre de couche, ce qui allonge la durée du moulage, voilà tout !

Je n'utilise pas de tissu au-delà de 400 gr/m² pour réaliser les pièces de mes modèles. Par contre, j'emploie volontiers des mats de verre ou de verannes de 600 gr/m² ou plus pour faire mes moules : ça va plus vite ! Mais bonjour la quantité de résine nécessaire pour imprégner de telles toiles! Mieux vaut ranger les pinces et sortir le balai !!

Il existe tout de même une règle générale intéressante : il vaut toujours mieux utiliser trois couches de tissu de 100 gr/m² qu'une seule de 300 gr/m². Le résultat sera plus solide et plus léger. Evidemment, la pièce sera environ trois fois plus longue à mouler : il faudra donc trouver un compromis sous peine de ne pas pouvoir finir la pièce avant que la résine n'ait durci.

Où trouver ces tissus ?

J'aurais tendance à dire : au même endroit que les résines ! Mais ce n'est pas toujours aussi simple.

Voyons d'abord les fabricants. Ils ne vendront sûrement pas au détail à un particulier. Mais ils peuvent vous donner l'adresse du plus proche revendeur.

- BROCHIER TISSUS TECHNIQUES
- HEXCELL-GENIN
- CHOMARAT
- SICOMIN (voir adresses chapitre " mousses ") planches à voiles.

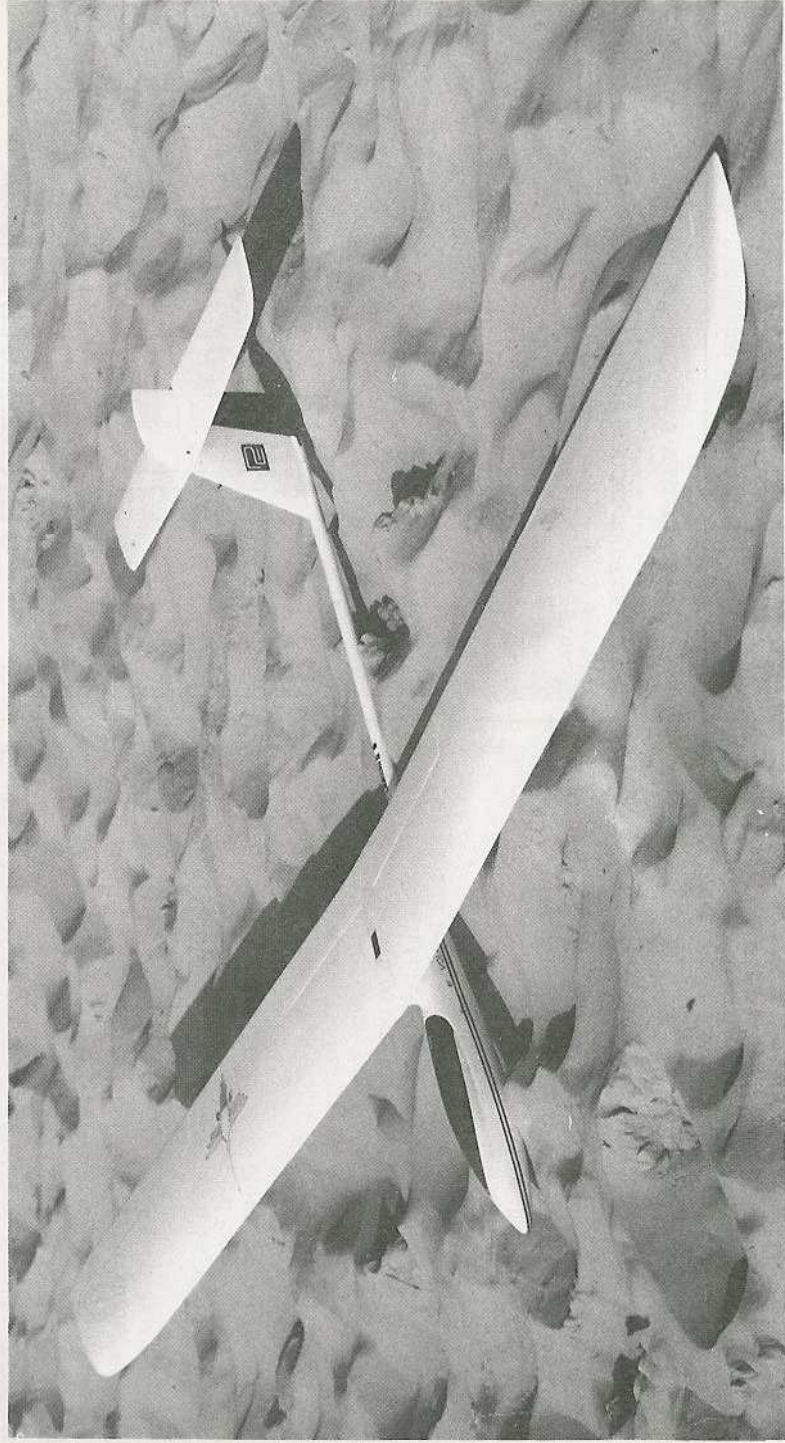
Autre source d'approvisionnement toujours possible : votre détaillant modéliste ; s'il fait cet effort, il ne faudrait pas le décevoir !

Citons aussi les fournisseurs pour modéleurs mécaniciens et les spécialistes que j'ai déjà cités dans le chapitre des résines.

Citons surtout les fournisseurs spécialistes pour modélistes et autres: GVSsystem, Multitechnic,.... Fouillez les "pubs" de votre RCM favori !

J'ajouterais un petit truc qui devrait vous aider dans vos recherches. Tout le monde connaît l'annuaire téléphonique ou le minitel. Mais personne n'y trouve quoi que ce soit... à moins de l'apprendre par coeur ! En fait, il suffit de savoir à quelle rubrique chercher. Allez donc dans l'annuaire par profession et cherchez dans les rubriques " Composites ", " matières plastique ", " plastique ", " modelage " et " modéleurs mécaniciens ". Cela vous donnera déjà un bon paquet de coups de téléphone à passer et ce serait bien le diable si dans tout cela vous ne trouvez pas quelqu'un qui vous donnera le bon tuyau ! Néanmoins, méfiez-vous des prétendus spécialistes des composites qui n'y connaissent pas grand chose et voudront faire mettre de la résine polyester sur du polystyrène expansé !!

LES AUTRES PRODUITS POUR LES STRATIFIÉS



Quelques lignes encore sur d'autres produits pour stratifiés dont vous aurez probablement besoin.

Les gel-coats

Ce sont des résines auxquelles on a ajouté des tas de trucs pour en faire des pâtes colorées plus ou moins visqueuses. Ce sont eux qui donnent le bel aspect de surface lisse et coloré des pièces fabriquées en stratifié. On les étale sur le moule soit au pinceau, soit au pistolet, soit... au rouleau. Ils s'emploient presque comme une peinture et ont presque le même rôle. On peut même parfois les remplacer par une peinture. Mais ce n'est pas tout à fait la même chose. De part leur nature, les gel-coat sont soit des polyester, soit des epoxy.

En principe, pour fabriquer une pièce en epoxy, il faudrait utiliser un gel-coat epoxy. Mais ceux-ci sont très pâteux, quasi impossibles à diluer et très peu teintés ce qui fait qu'ils ne peuvent être utilisés qu'en couche très épaisse, donc très lourde. Ils ne conviennent donc pas du tout pour la fabrication d'un modèle réduit. Par contre, ils seront indispensables pour la réalisation d'un moule en epoxy.

Les gel-coats polyester sont beaucoup plus simples à l'emploi. On les utilisera tel quel pour fabriquer des moules en polyester. On peut les diluer, soit avec de l'acétone, soit avec du styrène, soit avec un diluant spécial vendu avec. Ils sont souvent très teintés et donc couvrent très bien. On peut donc les passer, soit au pistolet, soit au rouleau et n'en mettre qu'une couche très fine qui n'alourdira pas beaucoup un modèle réduit et lui donnera un beau fini qui facilitera énormément la peinture... voire même la rendra inutile si tout s'est parfaitement passé.

Mais attention : en principe un gel-coat polyester n'est pas

compatible avec une résine epoxy. Heureusement ce n'est qu'un principe ! Certains gel-coats polyester sont étudiés spécialement pour être compatibles avec les résines epoxy... c'est bien pratique... encore faut-il les trouver en petites quantités. Peut-être les fournisseurs de matériaux pour planches à voile. En fait, on arrive à de très bons résultats avec des gel-coats polyester classiques : c'est une question de chance ! D'ailleurs quelques échecs sanglants et récents m'ont appris à être très méfiant, même avec les gel-coats prétendus étudiés spécialement pour les epoxy : ça ne marche pas toujours !

Il n'y a qu'une solution sûre : faire des essais. Fabriquez un tout petit bout de stratifié en utilisant tous les produits que vous comptez utiliser : le gel-coat que vous essayez, la résine que vous avez choisie, le nombre de couches de tissu que vous comptez y mettre. Laissez sécher cet échantillon comme vous le ferez pour votre pièce et démoulez le. Déjà, si le gel-coat reste entièrement sur l'échantillon c'est bon signe... mais insuffisant. Laissez cet échantillon exposé au moins toute une nuit au froid humide des petits matins d'automne. Grattez le gel-coat avec l'ongle : si ça tient, c'est gagné. Parfois vous constaterez que tout le film de gel-coat semble reposer sur un couche très fine de graisse : la résine n'a pas complètement polymérisé et les produits qu'elle rejette attaquent le gel-coat. Un autre gel-coat y sera peut être moins sensible ou bien une autre résine polymérisera mieux sur la faible épaisseur d'un modèle réduit.

Il est possible de se passer de gel-coat pour fabriquer un modèle réduit : les peintures ou les apprêts de carrossier font parfois l'affaire (très pratique lorsqu'ils sont vendus en bombe). Mais là aussi les incompatibilités entre produits sont fréquentes : faites des essais AVANT de vous lancer dans le moulage de votre modèle !

Le microballon

Ça ressemble à du talc, c'est une poudre très fine comme le talc, c'est souvent blanc comme le talc, mais ce n'est pas du talc ! Ce sont des billes microscopiques et creuses. La poudre obtenue est incroyablement légère et fine. Lorsque le microballon est marron, cela signifie qu'il provient d'une résine phénolique ; lorsqu'il est blanc, les micro-billes sont en verre. Il vaut mieux éviter le microballon phénolique avec les résines époxy car il provoque parfois des réactions chimiques qui altèrent les caractéristiques mécaniques de la résine. Aucun problème, par contre, avec les mélanges résine polyester / microballon phénolique. Le microballon de verre (blanc) ne pose aucun problème quelle que soit la résine.

En mélangeant cette poudre avec de la résine déjà dosée, on obtient une pâte dont on peut faire varier la consistance à volonté et qui est à la fois très résistante et très légère. On s'en sert pour boucher tous les trous provenant des erreurs de fabrication, ou même pour effectuer des remplissages divers durant la construction d'un modèle. Exemples classiques : boucher les imperfections du plan de joint d'un fuselage, retoucher un karman, bâtir une surface d'appui d'une voilure, etc...

On peut aussi s'en servir pour coller des éléments, à condition que le mélange ne soit pas trop pâteux. La pâte obtenue se ponce fort bien et remplace donc avantageusement les mastics polyester, genre sintofer, particulièrement grâce à sa légèreté.

Le gel de silice

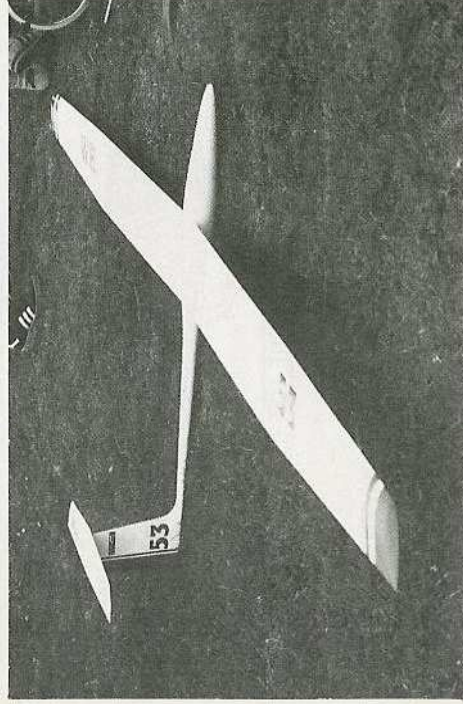
Allons bon ! Encore un produit qui ressemble à s'y méprendre à du talc ! ou à du microballon ! Mais ce n'est ni l'un ni l'autre. C'est une poudre blanche, très fine, mais relativement lourde, tout au moins par rapport au microballon. Ne me demandez pas ce que c'est exactement : je l'ignore !

On l'emploie en plâtrerie pour " tixotroper " une résine. Cela signifie que la résine n'aura pratiquement plus tendance à couler. C'est, en partie, grâce à ce produit que les gel-coats ne coulent pas le long des parties verticales d'un moule. On peut l'employer à chaque fois qu'on a peur que la résine coule le long de parties verticales et s'accumule inutilement au fond d'un moule.

A ne jamais employer à la place de microballon : le mastic obtenu serait cassant et lourd.

La fibre coupée

Ouf, enfin un produit qui ne ressemble pas à du talc. Il s'agit, comme son nom l'indique, de fibre de verre coupée en petits morceaux. La longueur de chaque morceau peut être de 3 ou 5 mm de longueur suivant sa qualité.



On s'en sert pour faire ce qu'on appelle de la "choucroute", c'est-à-dire une sorte de filasse obtenue en mélangeant de la fibre coupée avec de la résine déjà dosée. Cette "choucroute" permet de renforcer des collages variés, comme par exemple le collage d'un couple ou d'une clé d'aile dans un fuselage. Je m'en sers aussi pour réduire encore la fragilité de gros remplissages en microballon, comme un karman ou un raccord entre une aile et un fuselage, j'ajoute alors un peu de fibre coupée dans mon mélange résine / microballon.

Il faut se souvenir que la fibre coupée n'est que du fil de verre coupé en petits bouts et qu'on y retrouve, fort logiquement, les problèmes standards des fibres de verre, à commencer par l'enzymage du fil. Ainsi on va donc retrouver des fibres coupées compatibles polyester et d'autres compatibles époxy ! Le plus simple, pour se simplifier la vie, c'est de se fabriquer soi-même sa fibre coupée, en coupant en petits bouts des fils de verre provenant d'un tissu dont on connaît l'emploi.

Les agents de démoulage

Leur rôle est d'éviter que la pièce que vous allez fabriquer ne colle dans le moule. On trouve pas mal de conditionnements différents : cire en pâte, cire liquide, bombe aérosol... Leur résultat est plus ou moins satisfaisant, suivant le matériau du moule, le gel-coat, la température de polymérisation... Là comme partout, se conformer scrupuleusement au mode d'emploi du produit que vous avez acquis : j'ai dans mon souvenir une cire provenant des Etats-Unis qui donnait des résultats remarquables... à condition d'avoir la patience de respecter son mode d'emploi : 7 à 8 couches successives avec 8 heures de séchage entre chaque couche... !

Quelques conseils tout de même. Certains agents de démoulage sont des produits divers dissous dans du trichloréthylène ou perchloréthylène ou autre diluant dont le gros défaut est de dissoudre aussi certains plastiques comme les PVC par exemple... Ils risquent donc de détruire le support sur lequel vous comptez mouler : méfiance, méfiance ! Autre ennui fréquent : les agents de démoulage contenant des silicones. Ils donnent de très bons résultats, en tant que démoulants, mais posent des problèmes insolubles pour passer le gel-coat en couche fine et régulière et, plus encore, pour peindre ensuite. A n'utiliser que pour des cas bien précis.

Quelques produits se sont révélés corrects à l'usage : QZ 11 B : démoule bien mais difficile à faire briller ; QZ 13 : contient des silicones mais irremplaçable pour les pièces réputées indémoulables ; FREEKOTE 44 (ou 33 si on polymérise à très haute température) démoule bien, se repolir bien, mais pose parfois des problèmes avec l'étalement régulier des gel-coats ; SOLOPLAST et HEXCELL ont aussi des cires liquides dont je ne me souviens pas de la désignation commerciale mais qui donnent d'excellents résultats.

Gel-coats, microballons, gel de silice, fibre coupée, agents de démoulage : où trouver ces produits ? Le plus simplement du monde, au même endroit que les résines ! Disons plus précisément que les fournisseurs pour modelleur-mécanicien ou les fournisseurs spécialistes pour modélistes sont les sources les plus probables.

Voilà un petit aperçu des produits que vous serez amenés à utiliser. Il n'a pas la prétention d'être exhaustif, mais il devrait vous permettre de comprendre la plupart des ennuis qui peuvent vous arriver, voire même de les éviter. Souvenez vous de ce précepte universel : tous les produits ne sont pas toujours compatibles entre eux. Rien ne vaut un petit morceau d'essai pour s'assurer que tout se passera bien, avant de se lancer dans la réalisation d'une pièce importante. Ce "bout d'essai" doit impérativement reprendre EXACTEMENT toutes les opérations successives de la pièce réelle, y compris les démoulants, les temps de séchage entre opérations et les températures de polymérisation.

2ème PARTIE

LES OUTILLAGES

Construire un engin volant tout en plastique, cela suppose un certain nombre de connaissances, bien sûr, mais aussi un certain nombre d'outils plus ou moins spécialisés. Il n'est pas question de dresser une simple liste de tous les outils qu'il faudra acheter au super-marché du coin : ce serait à la fois trop simple et trop compliqué.

La plupart des outils courants qui pourront vous servir, je suppose que vous les possédez déjà depuis longtemps. Ce qui m'intéresse ici, c'est ce que vous ne trouverez pas au super-marché du coin et qui est pourtant indispensable. Il est

parfois possible d'acheter ces outils - de véritables machines - mais à quel prix ! Et encore, certains outils n'existent pas dans le commerce. Il va donc falloir se les fabriquer de A à Z.

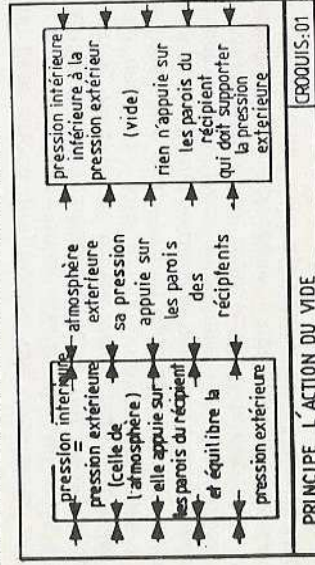
Ne partez pas en courant : les bricolages que je vous propose sont tout à fait à la portée d'un modéliste. Je peux même ajouter que, souvent, des modélistes ont construit des machines bien plus compliquées que ce qui va vous être proposé ici. Mais j'ai la certitude, basée sur une utilisation régulière depuis quelques années, que ce que je va suivre est tout à fait suffisant pour arriver à un excellent résultat.

POURQUOI DU VIDE ?

Du vide ? Pourquoi donc ? C'est quoi le vide ? Le vide ? C'est rien ! Mais, comme dirait Devos, rien c'est rien; deux fois rien, c'est pas grand-chose; mais avec trois fois rien, on peut déjà acheter quelque-chose !! Et avec du vide, on peut faire de grandes choses... Par exemple, appliquer des forces importantes et régulières très facilement. Comment ? Par quel miracle ?

La terre, notre bonne vieille planète, comporte une atmosphère dans laquelle nous vivons et que nous respirons, vous et moi, sans même y penser. Cette atmosphère a une certaine pression, qui décroît avec l'altitude d'ailleurs. Lorsqu'on enlève l'air de l'intérieur d'un récipient étanche - on fait le VIDE à l'intérieur de ce récipient - la pression de l'atmosphère va s'appliquer sur ce récipient car la pression de l'air à l'extérieur du récipient n'est plus équilibrée par celle de l'air qui était à l'intérieur.

Le petit dessin ci-dessous vous en dira plus :

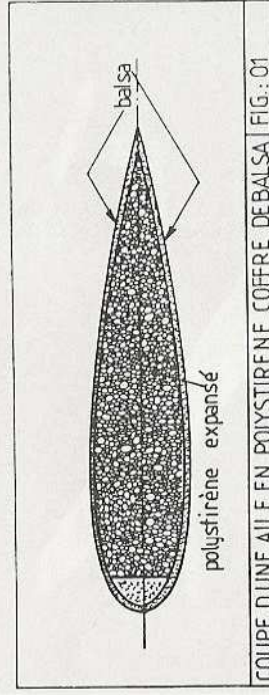


PRINCIPE L'ACTION DU VIDE

CROQUIS:01

Maintenant, si le récipient dans lequel nous allons faire le vide n'est plus rigide mais souple, comme par exemple une feuille de plastique, les parois de ce récipient ne pourront plus soutenir la force exercée par cette pression. Elles seront donc écrasées l'une contre l'autre. Si, en plus, on met quelque-chose à l'intérieur de ce récipient souple, c'est ce quelque-chose qui recevra l'intégralité de cette force. Voyons comment nous allons utiliser cette propriété très utile.

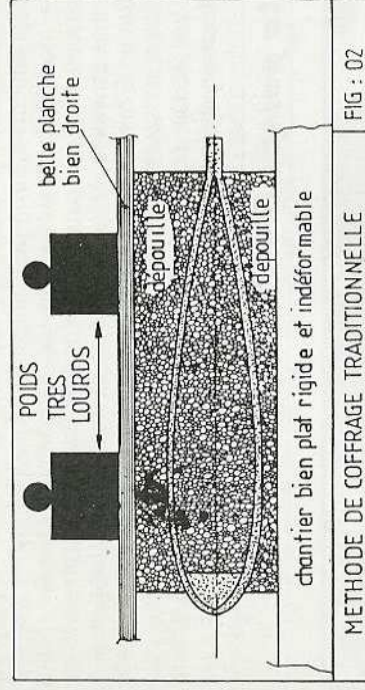
Prenons l'exemple de la fabrication d'une aile en polystyrène expansé recouverte de balsa :



COUPE D'UNE AILE EN POLYSTYRENE COFFRE DEBALSA | FIG.: 01

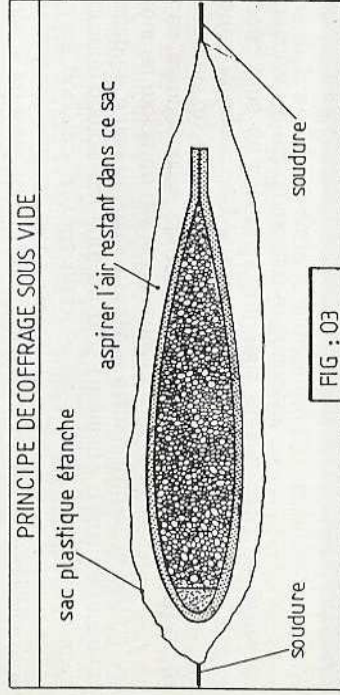
Problème: comment coller le balsa sur le polystyrène ? Supposons que la colle employée soit de la résine époxy (c'est d'ailleurs ce qu'il y a de mieux dans ce cas !). Il va falloir garder en pression le balsa et le polystyrene pendant environ 24

heures, fortement et régulièrement sur toute la surface. La méthode la plus courante consiste à mettre l'aile sous presse dans les deux dépouilles de polystyrène :



Il faut donc beaucoup de masses très lourdes, genre vieilles batteries ou parpaings, ce qui est à la fois esthétique, facile à manipuler, et très décoratif, surtout quand on travaille dans sa salle de séjour... Remarquez que dans ce dernier cas, on peut aussi utiliser la télé, la chaîne hifi, ou les oeuvres complètes de Dutour : c'est d'ailleurs leur meilleur usage !! Le pire, c'est qu'on n'est jamais sûr d'un bon résultat car la force exercée par ce moyen est rarement suffisante et jamais régulière.

Ce système marche, c'est sur, mais le vide permet un meilleur résultat et évite de manipuler "des tonnes" de marchandises encombrantes. Le principe est simple : mettre l'ensemble en-collé (balsa + polystyrène) à l'intérieur d'un sac plastique bien étanche, le fermer hermétiquement, et pomper l'air qui se trouve à l'intérieur. La pression de l'atmosphère étant de 1 Bar environ, si la pression de l'air qui reste quand même dans le sac est de 0,9 Bar, on dit qu'on a appliqué une dépression de 0,1 Bar. C'est très facile à obtenir et cela suffit pour une aile contenant du polystyrène blanc de 15 à 20 Kg/m³.

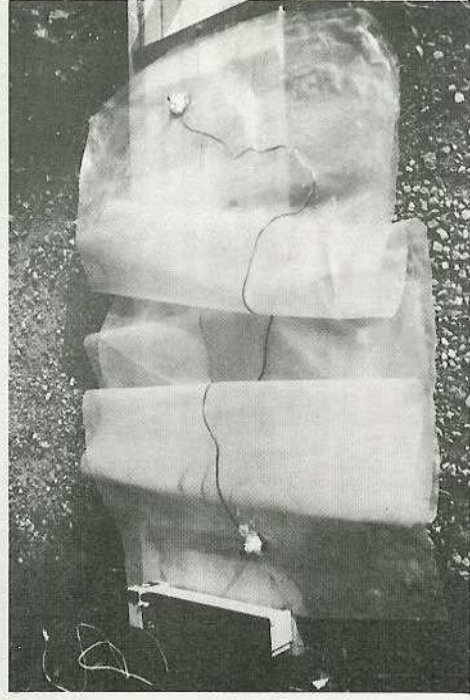


Pour vous donner une idée des forces que cette méthode permet d'obtenir facilement, pensez que si vous avez mis ainsi sous vide votre paire d'ailes de planeur de 4m d'envergure et de 80 dm² de surface totale, avec une dépression de seulement 0,1 Bar, c'est comme si vous aviez mis 800 Kg sur ces ailes, ce qui est à peu près le poids d'une petite voiture genre 104, R5, ou autre. Le mieux, c'est qu'en plus ce poids est parfaitement réparti, chaque centimètre carré recevant ses 100 grammes, ni plus ni moins, et en prime ces 100 grammes sont orientés bien perpendiculairement à la surface.

Tout ça pour une dépression de seulement 0,1 Bar. Le polystyrène extrudé permet d'appliquer des dépressions bien plus importantes sans risque d'écrasement. Ainsi, on peut appliquer 0,6 à 0,7 Bar, ce qui n'est pas difficile à obtenir. 0,6 Bar, cela fait une dépression 6 fois plus importante, et aussi une force 6 fois plus importante : dans notre exemple, c'est un camion de 4,8 tonnes qu'il aurait fallu faire entrer dans votre salle de séjour !!! Divorce garanti !

C'est bien beau tout ça, me direz vous, mais comment s'y prendre ? Et bien, c'est tout simple : il suffit de s'équiper !

Le sac à vide



Le sac à vide avec ses valves et la ficelle les reliant, on distingue aussi le "Soudsac" prêt à entrer en action.

C'est à l'intérieur de ce sac qu'on va faire le vide, après y avoir enfermé ce qu'on veut presser.

On le fabrique avec un film plastique genre polyéthylène ou polypropylène ou polyane dont l'épaisseur va de 0,1 à 0,2 mm, voire plus. Ne jamais employer les films plastiques vendus pour emballer les aliments : ces films sont beaucoup trop minces et se percent trop facilement. Les agriculteurs utilisent des kilomètres de film, qui convient fort bien, pour faire des serres temporaires : ils vous en céderont bien quelques mètres... Pour les citadins, leur source d'approvisionnement sera... non, pas le casseur d'automobiles, du moins pas encore... mais le maçon ou le couvreur qui s'en servent pour protéger les usagers lors d'un ravalement de façade ou une toiture en cours de réparation.

Quelle que soit la source d'approvisionnement, ce film plastique est généralement assez large pour y confectionner un sac à vide d'environ 60 à 80 cm de large en le repliant sur lui-même ce qui évite déjà un joint sur toute une longueur. De toute façon, prévoir ce sac suffisamment grand pour pouvoir y mettre d'un seul coup la paire d'ailes, les stabilis, éventuellement la derive et conserver une marge d'au moins 20 cm tout autour.

Ensuite, il faut fermer ce sac de façon parfaitement étanche. Certains y parviennent à l'aide de scotch large d'emballage, généralement marron. Chapeau ! Moi, je n'y arrive pas et donc je déconseille formellement : il y a deux autres solutions plus simples et efficaces.

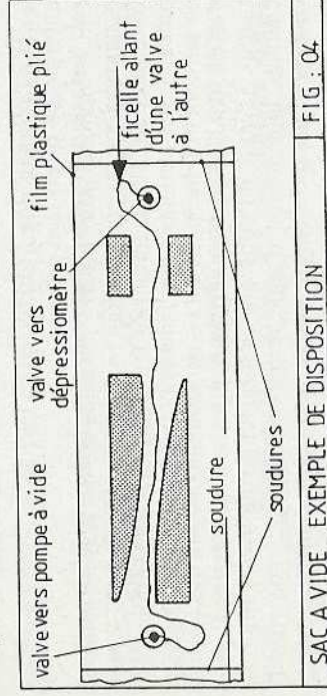
Première solution : le "Soudsac". Ca se trouve au rayon "appareils ménagers" du super-marché du coin. Ca sert d'habitude à fermer hermétiquement des sacs contenant des aliments pour la congélation. En réglant l'appareil au maximum et en alignant plusieurs soudures les unes au bout des autres, on arrive à un résultat excellent. Il suffit donc de convaincre votre femme (ou votre mère) qu'elle en a absolument besoin et le tour est joué ! Voilà une bonne idée pour la prochaine fête des mères !!

Deuxième solution, au moins aussi efficace, et encore plus pratique : le mastic de couvreur. Ca ressemble un peu à de la pâte à modeler bien assouplie par une petite heure de malmixage, mais c'est plus collant ou poisseux. C'est vendu en longueurs de près de 10 mètres d'un cordeau de près d'un centimètre de diamètre. Ca se trouve chez les marchands de matériaux de construction. Les couvreurs s'en servent d'habitude pour rattraper des joints imparfaitement étanches. Dans notre cas, le même joint pourra servir près de 10 fois. Il se colle sur le film plastique du sac juste assez pour assurer l'étanchéité d'une façon parfaite. Il a l'avantage de permettre de fermer le sac seulement quand on a bien tout positionné à l'intérieur et de permettre de le rouvrir n'importe où et de refermer instantanément.

Avant de fermer le sac, il faudra prévoir les embouchures pour le tuyau de la pompe et pour l'instrument de contrôle. Pour cela, il va nous falloir quelques bricoles : un bout de ficelle, deux

bouts de scotch, un tube de mastic silicone, genre Rubson, ou de la pâte à modeler ou du mastic de couvreur, et enfin deux valves de chambre à air de voiture (tiens, bonjour monsieur le casseur de voiture... Dites, z'auriez pas deux... ? Notez bien sa tête quand il aura compris pourquoi vous venez le déranger !) Retirez la soupape à l'intérieur des valves de chambre à air de voiture, et séparez la valve de la chambre à air proprement dite en conservant 3 à 5 cm de caoutchouc tout autour.

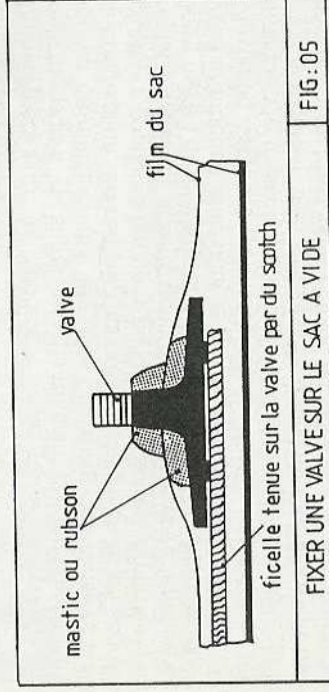
La ficelle servira de drain. Le vide, comme nous l'avons vu, va plaquer les deux faces du sac, si bien que si on ne fait rien, il arrive que le vide ne se propage pas sur toute la surface du sac, voire même se limite à une toute petite zone autour du point d'aspiration. La ficelle empêche les deux faces du sac de se coller l'une contre l'autre et permet donc au vide de se propager. Les valves de chambre à air de voiture servent d'embout bon marché sur lesquels on pourra brancher les tuyaux reliant le sac à la pompe à vide et à l'instrument de mesure. Prévoir une valve à chaque bout du sac : on pompe l'air à un bout, et on vérifie le résultat à l'autre bout. La ficelle relie les deux valves. Elle est fixée à chaque valve par un bout de scotch. On peut aussi la tenir en place dans le sac par un petit bout de scotch de loin en loin de façon à ce quelle ne vienne pas s'importer ou et gêne les manipulations.



SAC A VIDE EXEMPLE DE DISPOSITION

FIG. 04.

Il faut maintenant fixer les valves sur le sac. Bien repérer l'endroit où elles doivent être : l'une tout près du bord et l'autre décalée d'environ 20 cm du bord si on ferme le sac par soudure au "Soudsac" ; les deux près du bord si on ferme le sac avec du joint de couvreur ; dans tous les cas, elles seront toutes deux à peu près vers le centre de la largeur. Percer un trou dans le film plastique à l'emplacement des valves. Enduire généralement de Rubson la partie conservée de chambre à air ou y disposer un anneau de joint de couvreur ou de pâte à modeler. Enfiler la valve à travers le sac, tuyau vers l'extérieur. Plaquer le film plastique contre ce joint. Par précaution, rajouter encore du rubson ou du joint à l'extérieur pour parfaire l'étanchéité.



FIXER UNE VALVE SUR LE SAC A VIDE

FIG. 05

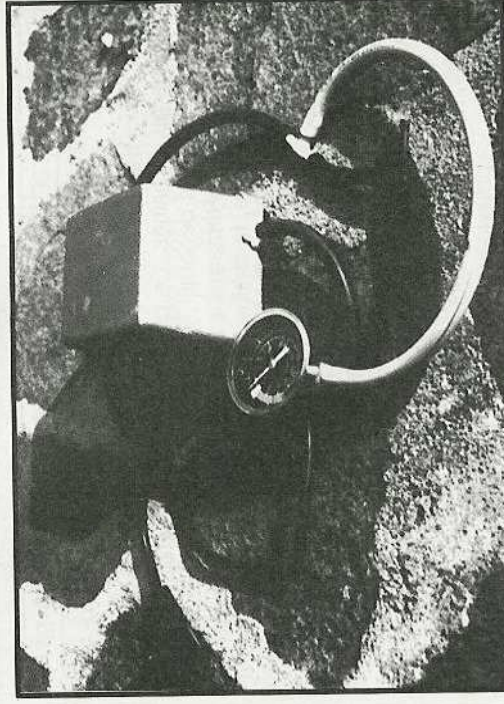
Maintenant, il n'y a plus qu'à fermer le sac. Pour ceux qui utilisent le joint de couvreur, c'est on ne peut plus simple : dérouler le joint tout autour, en le plaquant bien sur le plastique, il est tellement poisseux qu'il adhère et reste en place. Il n'y a plus qu'à replier le plastique sur lui-même, le plaquer à nouveau sur le joint et c'est fermé ! Pour rouvrir, facile : tirer un coup sec, il se décolle ! Pour ceux qui utilisent le "Soudsac" c'est à peine plus long. Faire attention à ce que les soudures successives se recouvrent bien. Il doit être presque impossible de reséparer les deux cotés après une soudure correcte : dans le cas contraire, il faut chauffer davantage.

Eh, attendez ! Ne fermez pas encore le dernier coté : il faut mettre l'ailé dedans d'abord ! Trop tard ? Après tout, profitez-en

pour vérifier l'étanchéité du sac : c'est plus facile maintenant que quand il y aura une ailé dedans. S'il y a une fuite, bouchez le trou avec un bout de scotch... quand vous l'aurez trouvé... ce qui n'est pas le plus facile ! Généralement, l'oreille est le détecteur de fuite le plus efficace : en pénétrant dans le sac, l'air émet un petit sifflement qu'on peut entendre à condition qu'il n'y ait pas le moindre bruit autour. Un sac parfaitement étanche mettra plusieurs heures pour revenir de 0,6 Bar à 0 en l'absence de toute aspiration. Mais on peut se contenter d'une fuite de 0,1 Bar en 5 minutes. Au-delà, il faut pinailler sinon la pompe à vide risque de souffrir.

Mais au fait, pour essayer le sac, il faut une pompe à vide !!! Tournez vite la page : on va encore bricoler.

La pompe à vide

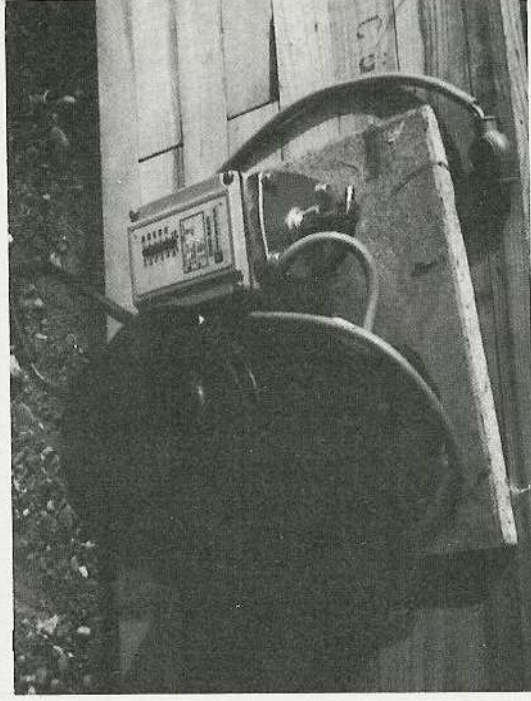


Une pompe à vide Piot et Tiroufflet et un vacuomètre.

Il est possible de trouver cet équipement tout fait. Acheter ? Pourquoi pas ? GV System commercialise les pompes " PIOT et TIROUFLET " qui font très bien l'affaire et sont d'un prix abordable. Il en existe beaucoup d'autres, à usage de laboratoire ou industriel; mais les prix... Aïe !

C'est pourquoi je vous propose de bricoler vous même votre propre pompe qui aura en plus l'avantage d'être parfaitement adaptée à nos besoins. Première étape : trouver la pompe, ou tout au moins ce qui le deviendra.

Les campagnards auront peut-être la chance de trouver un appareil de traite automatique plus ou moins inutilisable. En effet, le cœur de ces appareils est une pompe à vide. Il n'y a donc plus qu'à récupérer telle quelle. Mais ce genre de découverte est plutôt rare et chanceux.



Un ensemble pompe à vide formé d'un compresseur de réfrigérateur avec un régulateur de dépression Télémécanique XM9-EA91.

Les citadins et les campagnards malchanceux devront donc se rabattre sur les vieux réfrigérateurs. Première étape: trouver un propriétaire de vieux réfrigérateur décidé à s'en débarrasser parcequ'il est trop vieux, ou qu'il fait trop de bruit, ou qu'il givre sans arrêt, ou... allez savoir ! Il suffit que le moteur tourne encore. Si vous n'arrivez pas à convaincre votre meilleur(e) ami(e) que son réfrigérateur est une vieille horreur qui consomme énormément de courant pour rien, allez voir votre casseur préféré (même si ce n'est pas réciproque !). Quand il aura compris qu'il vous faut juste l'ensemble moteur-compresseur avec son relais de démarrage, il vous laissera bricoler en paix puisqu'il sait qu'il ne faut jamais contrarier les fous !! On peut aussi trouver des réfrigérateurs chez les commerçants d'appareils electro-menager : ils sont souvent obligés de débarrasser leur client de leur ancien appareil et ne savent pas quoi en faire. Il ne reste plus qu'à en trouver un dont le moteur tourne encore.

Généralement, quatre tuyaux métalliques sortent de ce moteur, parfois plus. Il ne faut surtout pas couper ces tuyaux avec une scie à métaux car les copeaux qui tomberaient dans les tuyaux détruiraient le délicat mécanisme de la pompe. Utilisez une pince coupante. D'autre part, tout ce mécanisme contient une huile spéciale qui n'aime pas le contact avec l'air et qu'il vaut mieux vider et remplacer par de l'huile ordinaire, quoique, ma pompe tourne depuis cinq ans avec l'huile d'origine... N'oubliez pas le relais de démarrage du moteur : il est presque toujours fixé directement sur le moteur mais pas toujours. Sans ce relais, il sera impossible de faire fonctionner cette pompe. Dans tous les cas, reperez bien le cablage électrique. Bref, récupérez tout ce fatras et ramenez-le à la maison.

Il va suffire de rouvrir les tuyaux bouchés par le démontage - avec une pince pour ne pas faire de copeaux - et de rebrancher l'alimentation électrique proprement. Vous allez me dire que la pompe d'un réfrigérateur c'est tout l'inverse d'une pompe à vide : c'est un compresseur ! Exact ! Seulement, heureusement pour nous, un compresseur, pour qu'il puisse souffler de l'air, il faut qu'il commence par l'aspirer. Vous allez voir. Branchez la pompe : le moteur démarre (si tout va bien !) et vous constaterez que certains tuyaux de la pompe soufflent mais que d'autres aspirent. Heureux petit veinard : vous voilà possesseur d'une pompe à vide capable de " tirer " 0,8 à 0,9 Bar ! Incroyablement facile, non ?

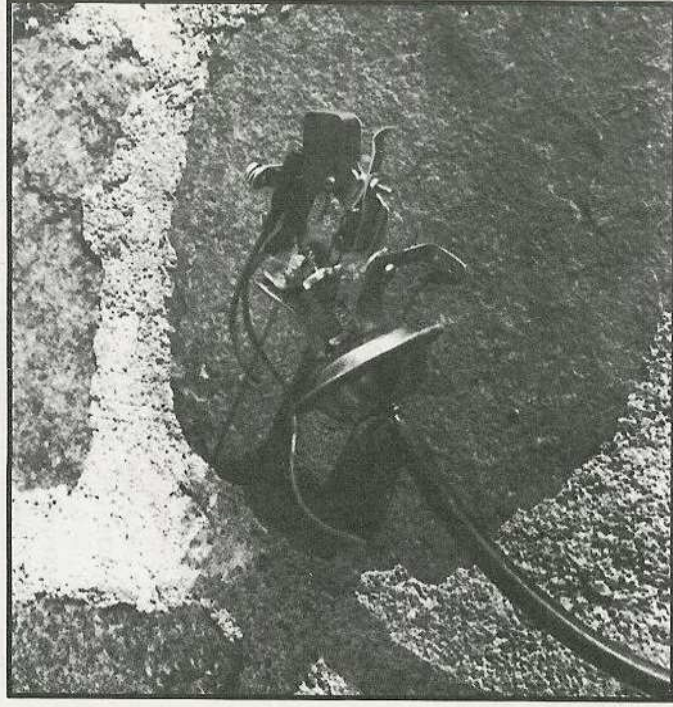
Mais ce n'est pas fini. En effet, il n'est pas question de laisser tourner le moteur en permanence durant tout le temps que prendra le durcissement complet de la résine qu'on emploiera, surtout sous la forte dépression nécessaire. La pompe n'y résisterait pas car elle n'est pas faite pour ça. De plus, on pourrait atteindre une dépression beaucoup trop importante, surtout si on utilise du polyester expansé blanc léger : la pression risquerait de tout écraser dans le sac et de transformer votre super profil d'aile en une crêpe assez décevante... Il faut donc un système de régulation de la dépression dont le principe est le suivant : dès que la dépression atteinte est suffisante, ce dispositif arrête la pompe et ne la remet en marche que lorsque les fuites ont ramené la dépression à une valeur sensiblement plus basse. Par exemple, toujours pour du polystyrene blanc, la pompe tourne jusqu'à 0,15 Bar, s'arrête alors jusqu'à ce que la dépression revienne à 0,1 Bar ce qui la remet en marche automatiquement jusqu'à 0,15 Bar, etc... La encore il est possible soit de bricoler soit d'acheter tout fait.

L'achat, d'abord. A ma connaissance, il existe deux sources d'approvisionnement possibles. GV System a fait fabriquer un dispositif créé spécialement pour nos besoins modelistes. Le prix est tout à fait raisonnable. Autre possibilité : Télémechanique possède ce genre de dispositif dans sa panoplie. Pour l'avoir utilisé, je peux affirmer que c'est parfait pour nos besoins. Hélas ça vaut près de 1000 Fr... Aie !

Pour les petites bourses et pour les bricoleurs, je propose trois autres solutions.

Pour commencer, celle que François Cahour a longtemps utilisée. Il faut commencer par trouver un dépressiomètre, c'est à dire un indicateur de dépression. Ce n'est jamais qu'un manomètre qui fonctionne à l'envers. Il faut ensuite le bricoler de façon à ce que lorsque l'aiguille parvient à la dépression voulue, elle touche un petit morceau de fil électrique, lequel enclenche un relais, lequel arrête le moteur de la pompe... Lorsque la dépression diminue, l'aiguille ne touche plus le fil, ce qui déclenche le relais, ce qui remet en route le moteur de la pompe. Ça marche : je l'ai vu. Mais François lui-même n'en était pas très content, en particulier parce que changer la valeur de dépression représentait un petit exploit !

Autre solution : le " Delco " de voiture. Oui, vous m'avez vu venir : ça commence par une nouvelle visite chez le casseur d'automobiles pour trouver un vieil allumeur. Pour confirmer votre solide réputation d'emm... après de ce brave homme, précisez qu'il vous faut n'importe quel modèle " a condition qu'il ait une membrane à dépression " ce qui est la règle presque générale mais saut-on jamais... Il n'y a plus qu'à démonter la capsule aneroïde du reste de l'allumeur, fixer cette capsule sur un support quelconque, articuler sur ce support une bielle et quelconque qui amplifiera le mouvement de la capsule et actionnera un micro-contacteur. Personnellement, j'ai tout trouvé d'un seul coup sur l'allumeur dont je me suis servi : capsule, support qui avait déjà les trous taraudés où il fallait, bielle articulée sur ce support, trou taraudé pour fixer le micro-switch et même les vis qui allaient bien ! A croire qu'il était prévu pour cet usage aussi !! Le micro-switch commande directement le moteur de la pompe. En faisant pivoter le micro-switch, qui n'est fixé que par une seule vis pas trop serrée, on peut régler à volonté la valeur de dépression qui arrête et remet en marche la pompe. Simple et fiable : il ne m'a fallu que deux heures pour bricoler le tout et ça marche depuis 5 ans sans un accroc.



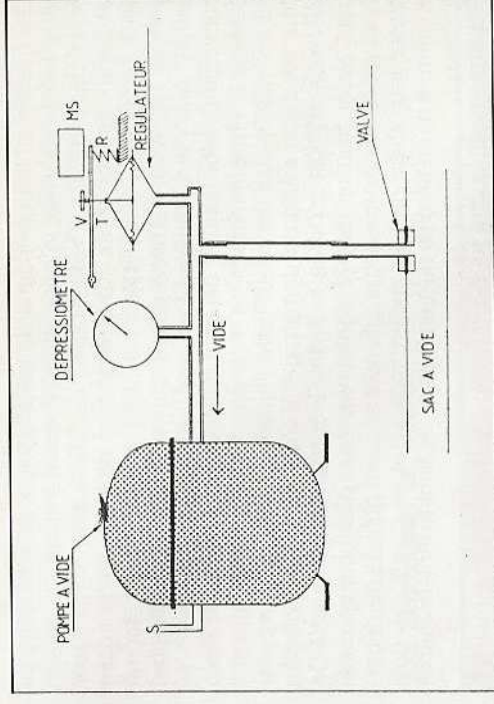
Un régulateur de dépression bricolé à la maison à partir d'un allumeur automobile et d'un micro-switch.



Un autre régulateur de dépression Télémechanique.

Dernière solution, mais que je n'ai ni essayée ni vue fonctionner : l'économètre de 104Z ou autre R9 munie de cet accessoire horripilant. Bon, on commence par la classique visite chez le casseur pour récupérer cet accessoire sur une épave (vous voulez pas une aile gauche de R5 en prime ? Je vous l'offre !!!). L'économètre, ce n'est jamais qu'un vacuo-contacteur qui allume une loupette orange à une certaine valeur de dépression et une loupette rouge à une autre valeur... c'est à dire précisément ce qu'on se fatigue à essayer de bricoler ! Mais j'ignore quelles sont les valeurs exactes de déclenchement et si on peut les faire varier facilement. De plus, il faudra peut-être monter des relais pour commander un moteur fonctionnant sous 220 V ce qui complique un peu. Mais ce n'est sûrement pas insoluble. Le premier qui arrive à faire fonctionner tout cela l'écrit à RCM ! Promis ?

Il faut encore raccorder tous ces éléments. Rien de plus simple : pompe, dépressiomètre, régulateur, sac à vide, tout est branché en parallèle. Le schéma de branchement fait par François CAHOUR vous en dira plus qu'un long discours.



LES ACCESSOIRES DU VIDE

Au chapitre "matériel pour faire du vide", j'en ai presque fini. Il manque tout de même quelques accessoires indispensables. Le tuyau, ou plutôt les tuyaux, qui vont relier la pompe, son régulateur, le sac à vide, le dépressiomètre, etc... Il faut du tuyau d'environ 5 à 6 mm de diamètre intérieur, assez souple pour pouvoir être manipulé facilement, et assez épais pour ne pas être écrasé par la dépression. Si votre casseur automobile habituel a oublié son fusil de chasse à la maison, vous pourrez récupérer des mètres de durit épaisse, genre durits d'alimentation en essence. Vous pouvez aussi utiliser le tuyau d'alimentation en gaz de votre cuisinière que vous venez justement de remplacer car il arrivait juste à la date limite inscrite dessus. Pardon ? Il y a au moins dix ans que vous n'avez pas vérifié ce détail ? Si votre assureur savait ça !!

Les malheureux équipés "tout électrique" achèteront quelques mètres de tuyau de gaz tout neuf au super-marché du coin : ils n'en seront pas ruinés pour autant ! Tant que vous y serez, achetez aussi un ou deux Tés qui permettront de faire les dérivations nécessaires pour brancher le régulateur, le vacuomètre, etc...

Terminons par le vacuomètre. C'est un manomètre mais qui fonctionne à l'envers c'est à dire qu'il indique des dépressions au lieu d'indiquer des pressions. Là aussi, il existe des sources de récupération, mais comme j'ai peur de finir par avoir des ennuis avec les casseurs d'automobile, je préfère vous laisser le soin de les découvrir tout seul... ! Disons seulement que certaines voitures de sport sont équipées de manomètres de pression d'admission qui sont en fait des dépressiomètres ou vacuomètres. Les avions aussi sont très souvent équipés de ce genre d'instrument mais très cher, même en occasion. On peut aussi trouver ce genre d'accessoire sur des machines pour traire les vaches (!).

Pour ceux qui n'auront pas trouvé cet instrument en "récupération" il reste l'achat. GV system a ou a eu cet accessoire à son catalogue. On peut aussi le trouver au rayon accessoires pour automobiles des super-marchés très bien achalandés dans ce domaine. Il sert alors à régler les carburateurs des automobiles pas encore cassées et fonctionne aussi bien en pression qu'en dépression.

Le hic avec les pressions, c'est l'incroyable variété des unités employées couramment. Une vraie foire d'empoigne ! Depuis peu, l'unité légale en France, et aussi en Europe, c'est le

Pascal. Evidemment pratiquement aucun appareil n'est gradué dans cette unité : ce serait trop simple ! D'ailleurs moi-même je me sers presque toujours du Bar ou des millimètres de mercure... Pour vous permettre de vous y retrouver dans les unités plus ou moins folkloriques que vous risquez de rencontrer, le tableau ci-dessous vous permettra de faire des correspondances salutaires.

TABLEAU DES CORRESPONDANCES DES PRESSIONS ET DEPRESSIONS

| UNITE | notation abrégée | maxi | roofmat | polystyrène blanc |
|---|--------------------|---------|---------|-------------------|
| Pascal | Pa | 100 000 | 60 000 | 10 000 |
| Hecto-pascal | HPa | 1000 | 600 | 100 |
| Atmosphère | Atm | 1 | 0,6 | 0,1 |
| Bar | B | 1 | 0,6 | 0,1 |
| Millibar | mB | 1000 | 600 | 100 |
| Kilogramme par centimètre carré | Kg/cm ² | 1 | 0,6 | 0,1 |
| Gramme par centimètre carré | Gr/cm ² | 1000 | 600 | 100 |
| Millimètres de mercure | mm Hg | 760 | 450 | 76 |
| Pouces de mercure | Inch Hg | 30 | 17,7 | 3 |
| Livres par pied carré (ou Pounds per Square Inch) | P.S.I. | 14,7 | 8,8 | 1,5 |
| Piezés | Pz | 100 | 60 | 10 |
| Mètres d'eau | M H2O | 10 | 6 | 1 |

Dans ce tableau, j'ai volontairement arrondi la plupart des valeurs : que les maniaques de la précision m'en excusent ! Un dernier détail concernant les vacuomètres. Les manomètres

de pression d'admission ne sont pas calés comme les autres vacuomètres : ils indiquent toujours une pression absolue. Par exemple, lorsqu'ils sont ouverts à la pression atmosphérique, les manomètres de pression d'admission indiquent la pression atmosphérique locale, la même que votre baromètre, alors que les vacuomètres classiques indiquent 0. Ainsi, lorsqu'on veut appliquer une dépression de 0,6 Bar, avec un vacuomètre classique il suffit d'amener l'aiguille à 0,6, tandis qu'avec un

manomètre de pression d'admission, il faudra calculer la valeur correspondante (pression indiquée au départ moins 0,6 Bar) ce qui est moins pratique...

Voilà ! Nous avons fini le tour de ce qu'il faut pour "faire du vide". Vous voyez que ce n'est pas sorcier. En fait, le plus dur, c'est de trouver tout les trucs et bidules de récupération nécessaires, la mise en oeuvre de tout ce fatras n'étant qu'une formalité. Nous verrons plus tard comment utiliser tout ce fourbi.

UNE MACHINE AUTOMATIQUE POUR DÉCOUPER LE POLYSTYRÈNE

F. Cahour

La description de notre machine à découper automatique ne constitue plus une première. Mais je dois préciser qu'elle fonctionne depuis plusieurs années et qu'elle a été copiée de nombreuses fois, preuve de sa fiabilité et surtout de son excellente reproductibilité. J'invite le lecteur à ne pas improviser ni se laisser aller à des simplifications de son cru, tout au moins dans un premier temps. Trop de modélistes ont abandonné la découpe automatique à cause de déboires prenant leur source dans une machine trop compliquée ou trop simplifiée. Celle qui va être décrite est l'aboutissement de suffisamment d'erreurs pour que vous ne les reproduisiez pas. Elle a un nombre d'ailes tout plastique considérable à son actif qui la qualifie pour des coupes parfaites.

Une base solide

Comme pour la construction traditionnelle il faut un chantier sérieux qui servira d'une part de référence pour les mesures notamment d'incidence, et d'autre part à fixer sérieusement les gabarits et le système d'entraînement différentiel. Ce chantier sera de 25 mm au minimum et mesurant 0,50 m x 1,50 m,

autorisant une découpe de noyaux de 1,30 m au maximum. Il semble possible de découper convenablement jusqu'à 1,50 m mais la flèche du fil est trop importante pour un respect suffisant du profil. Pour les grandes ailes on découpera les noyaux en deux parties.

Les gabarits

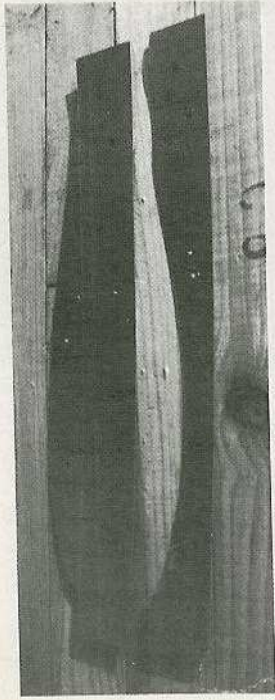
La confection des gabarits de découpe est très importante pour obtenir à la fois une glisse parfaite et un respect le plus proche possible du profil. Le matériau utilisé sera de préférence à tout autre de la feuille de duraluminium de type AU 4 G en 8/10 d'épaisseur. Si l'aluminium de 10/10 convient si certain utilisent le formica ou le stratifié d'époxy pour circuits imprimés il faut bien reconnaître que le dural est de loin préférable.

Traçages

On commence par tracer une ligne de référence (selon la corde du profil) en tenant compte de l'épaisseur de la planche d'ex-pensé que l'on envisage d'utiliser. Avec les profils minces que j'utilise la ligne de référence est pour ma part située à 2 cm du bord inférieur du gabarit. Le profil est tracé sur du papier millimétré. L'extrados et l'intrados sont découpés grossièrement et séparés pour être ensuite collés sur les plaques dans lesquelles seront découpés les gabarits. Utiliser à cet effet de la colle "contact". Ensuite on découpe à la cisaille les gabarits et on ajuste le profil à la lime douce. On contrôle la parfaite continuité du profil en observant la régularité de la courbe par une observation de biais, comme pour contrôler la rectitude d'une planche.

L'intrados et l'extrados doivent pouvoir se compléter parfaitement pour constituer le profil, calé sur la ligne de référence commune. C'est à ce moment que l'on ménage les échancrures de fixatin sous forme d'une saignée de 3 mm de large et de 6 mm de profondeur.

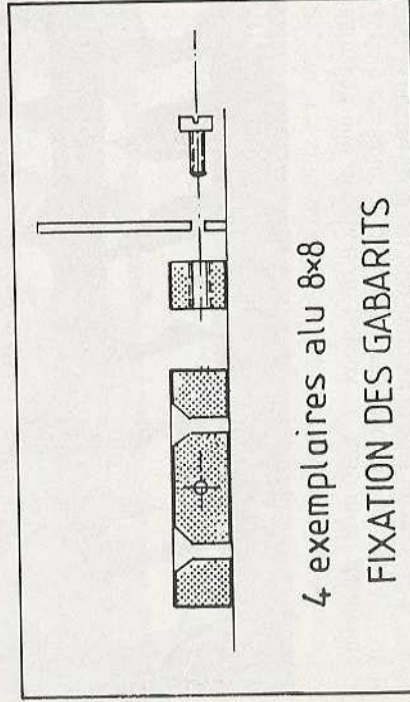
Le profil sera ensuite poli à l'abrasif de plus en plus fin en ménageant une portée courbe. On passera le profil au plomb pour parfaire la glisse.



Pour la découpe du polystyrène : la meilleure façon de faire les gabarits.

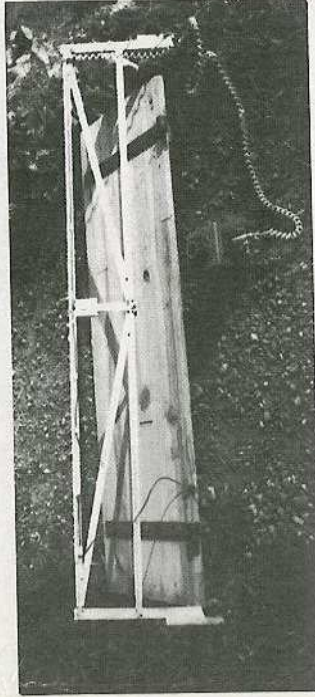
Fixation des gabarits

Le système qui présente le plus grand degré de sécurité (fixité), d'adaptabilité et de simplicité est le suivant : Des petits tronçons de carré d'aluminium de 8 x 8 mm percés et taraudés à 3 mm seront fixés par de simples vis à bois sur le chantier. Si vous avez du mal à trouver du carré d'aluminium, vous pouvez utiliser de simples morceaux de règle d'écolier, vous savez celles qui font un bruit démentiel en tombant. Le gabarit sera fixé par une vis de 3 mm côté extérieur.

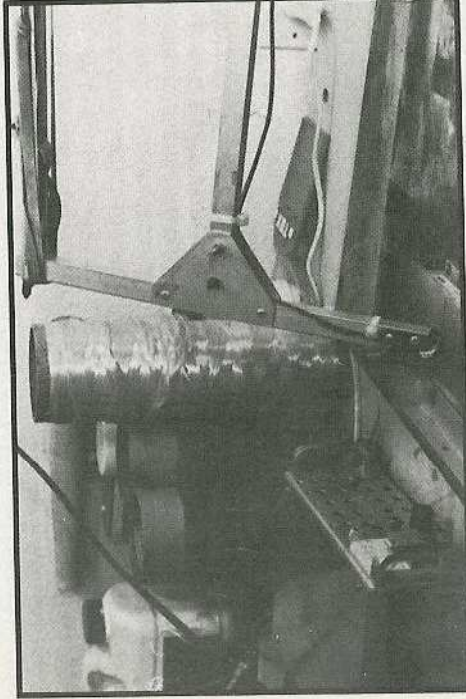


4 exemplaires alu 8x8

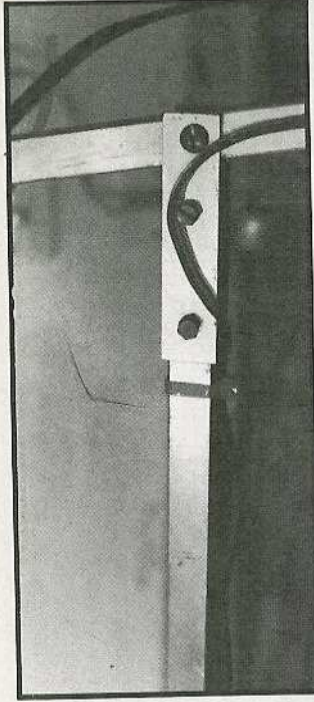
FIXATION DES GABARITS



L'arc de découpe et son alernostat.



Montage de l'arc côté mobile. Alimentation avec fil souple de forte section, immobilisé par colliers Rilsan.



Montage de l'arc avec une équerre fixe à une extrémité. Au fond : carbone, kevlar et bidons de résine Réa-Pox.

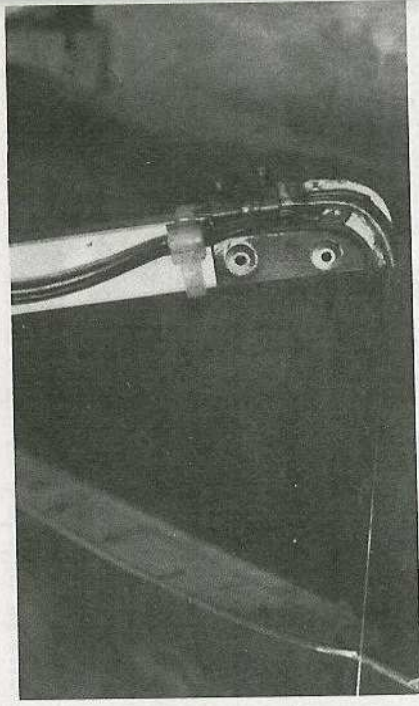
L'arc de découpe

Sa conception est là aussi très simple mais tout à fait fiable. Il est conçu selon le modèle de la scie de menuisier, qui offre une rigidité suffisante tout en restant léger et facile à réaliser. On utilisera du tube carré d'aluminium que l'on trouve facilement dans les grandes surfaces de bricolage, (15 x 15 mm). L'un des montants sera fixé perpendiculairement par deux équerres d'aluminium rivetées de chaque côté. Les rivets "pops" font ici merveille. Effectuer une fixation solide sans léser sur la taille des rivets qui ont une fâcheuse tendance à se cisailier.

L'autre montant sera articulé en son centre pour permettre la tension du fil et son étirement lors de la chauffe, toujours sous tension évidemment. On pourra choisir d'isoler ici les deux branches de l'arc pour que l'alimentation du fil puisse s'effectuer.

Le fil sera fixé de façon particulièrement solide, tout en évitant les angles aigus susceptibles de créer une rupture aussi spectaculaire que dangereuse. Plusieurs tours morts autour d'un tube avant d'être pincé entre deux rondelles par un écrou papillon. Le fil sera positionné complètement à l'extrémité des deux montants pour permettre une découpe au ras du chantier.

Les fils d'alimentation en courant seront de section convenable pour véhiculer les quelques ampères nécessaires à l'échauffement du fil de découpe sans provoquer d'échauffement du fil d'alimentation. Un bon fil scindex de 2 mm² convient très bien. Ne pas omettre de fixer le fil le long de l'arc par de petits colliers en plastique.



Fixation isolante du fil sur l'axe de découpe.

Tension du fil de découpe

La tension du fil doit permettre de supprimer la flèche, tout au moins de la diminuer au maximum, de rattraper la dilatation, sans créer de rupture notamment lors de la chauffe qui fragilise le fil. Là encore différentes méthodes peuvent être employées, mais celle qui a donné le plus de satisfaction, en permettant un réglage fin de la tension avec des moyens simples consiste à utiliser des élastiques en nombre suffisant et sous une tension moyenne. Proscrire tous ressorts et autre chambre à air qui peuvent se révéler dangereux et qui manquent de souplesse à l'usage.

Deux solides crochets en forme d'épingle seront réalisés et fixés aux extrémités des montants de l'arc. Ensuite on accumule

les élastiques jusqu'à obtenir la tension désirée qui se situe proche de la limite supportable par le fil chauffé. Une méthode dangereuse mais fiable consiste à accumuler des élastiques jusqu'à la rupture et d'en supprimer deux!

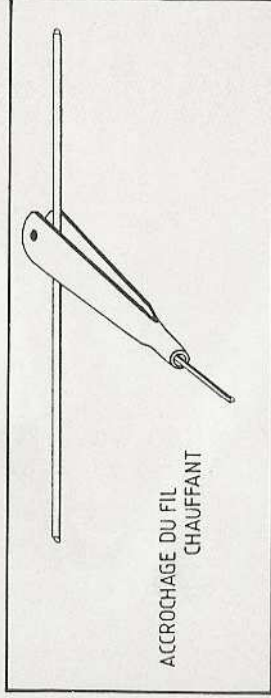
Le fil de découpe

Bien qu'il ne soit pas très facile de trouver du fil résistant (ohmiquement) et solide, vous pouvez le rechercher auprès des fournisseurs de matériel électrique ou chez les détaillants de modèle réduit. La société Graupner en propose un qui fait l'affaire. Réf. 840/10, 0,4 mm. L'arc propose par ailleurs est tout à fait inadapté par manque de rigidité et à cause de son système de tension du fil.

Ne pas dépasser un diamètre de 0,6 mm qui demanderait une intensité trop élevée et surtout créerait une erreur trop importante dans le respect du profil due au rayonnement de la chauffe.

Ne pas utiliser non plus de corde à piano qui demande une intensité considérable pour obtenir une température convenable. Proscrire enfin le câble de vol circulaire convenablement étamé et dont l'étain fond à la chauffe.

Le fil que j'utilise présente une résistance ohmique de 7 ohms/mètre et un diamètre de 0,5 mm. Il est par ailleurs particulièrement solide. Son origine est la société Metalumphy qui doit bien avoir des détaillants quelque part.



Alimentation électrique

Éviter là aussi les bricolages qui seront source de désagrément et ne permettront pas un travail soigné. L'alimentation doit être assez généreuse pour fournir l'intensité nécessaire, réglable avec précision et absolument sans danger.

Comme le fil est particulièrement exposé et que vous l'êtes par la même occasion, vous devez être absolument isolé du secteur par un transformateur de bonne qualité. Proscrire ici les auto-transfos qui à cause de leur principe n'apportent pas l'isolement recherché et je le répète absolument indispensable. Les transformateurs utilisés dans les circuits dit "de sécurité" sont tout à fait adaptés. Ces circuits alimentent en courant les zones humides sous une tension de 24 volts. Les grossistes en matériel électrique peuvent vous fournir ce matériel.

L'intensité souhaitable se situe aux alentours de 3 à 4 ampères.



Autre alimentation pour faire chauffer le fil à découper le polystyrène : un transfo 220V/30V et un gradateur de lumière, simple et efficace.

Donc un transfo de 100 VA sous 24 V fera très bien l'affaire. Il peut être intéressant d'utiliser un simple chargeur de batteries d'automobile pour peu que celui-ci délivre une intensité suffisante.

Maintenant il s'agit de régler avec précision l'intensité du courant qui traversera le fil chauffant. En réalité on agit à la fois sur l'intensité et sur la tension donc sur la puissance électrique fournie au fil. Il suffit pour cela de contrôler la puissance électrique fournie au transformateur par un régulateur de vitesse de perceuse électrique. Ces dispositifs sont protégés contre les tensions de self-induction liées au bobinage du moteur et résistent donc aux tensions inverses générées par le transformateur, ce qui n'est pas le cas de tous les gradateurs utilisés pour régler la lumière. Ils sont par ailleurs assez bien protégés contre les parasites et ne pollueront pas trop le champ radio électrique.

Réglage de la température de chauffe

Le principe de base est que le fil doit chauffer au minimum, juste ce qu'il faut pour permettre une avance lente. La présence de filaments très fins sur les noyaux après la découpe montre que l'on est proche de la température idéale. Procéder à divers essais avant de tenter la découpe proprement dite.

A ce stade il est déjà tout à fait possible de procéder à des découpes et vous pourrez constater tout l'intérêt qu'il y a à posséder un matériel bien conçu et bien adapté. Mais nous vous avons proposé une machine qui permet la découpe automatique. Alors ne tardons plus et procédons à sa description. Si vous avez procédé aux essais de découpe vous avez pu constater que le principal problème réside dans l'avance régulière du fil et surtout dans la nécessité d'obtenir une avance différente de chaque côté.

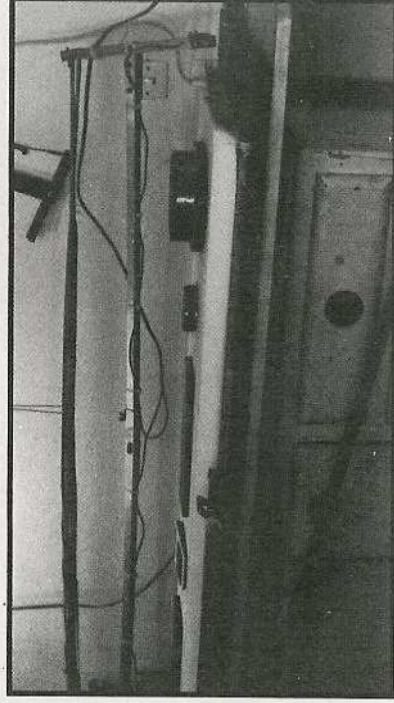
Ceci est du évidence à la taille différente des gabarits pour une aile trapézoïdale. Mais pas seulement, et ceux qui font des ailes rectangulaires savent qu'il est difficile d'arriver exactement au bout du gabarit des deux côtés en même temps.

Il nous faut donc concevoir un système qui permette une avance différentielle proportionnelle de l'arc de découpe. Il faut dire qu'à ce stade de notre recherche il y a déjà pas mal d'années, ceux à qui nous posons le problème s'aventurent à proposer des solutions tout à fait étonnantes et souvent ingénieuses. Et nos géniaux ingénieurs ne reculaient pas facilement devant la difficulté. Cela allait de systèmes à vis sans fin commandés par des moteurs à régulation électronique, aux moteurs pas à pas commandés par microprocesseur avec palpeur de température. C'est vrai que nous avons bien rigolé quand l'idée géniale nous a été suggérée par un ami. Et ceci bien avant toute parution dans aucune revue de modélisme. Je crois bien même que d'en avoir parlé notamment dans nos stages avec forces démonstrations a permis à certains de se précipiter sur leurs plumes. Mais les copies ne valent pas l'original et on aboutit souvent à des monstres ou à des ersatz médiocres.

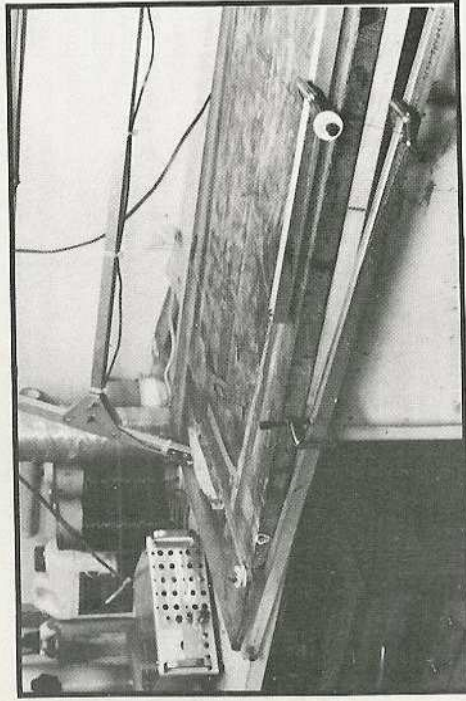
Il y a des ascenseurs que l'on oublie parfois de renvoyer.

Assez causé, passons aux actes, voici donc l'original :

Système d'entraînement automatique



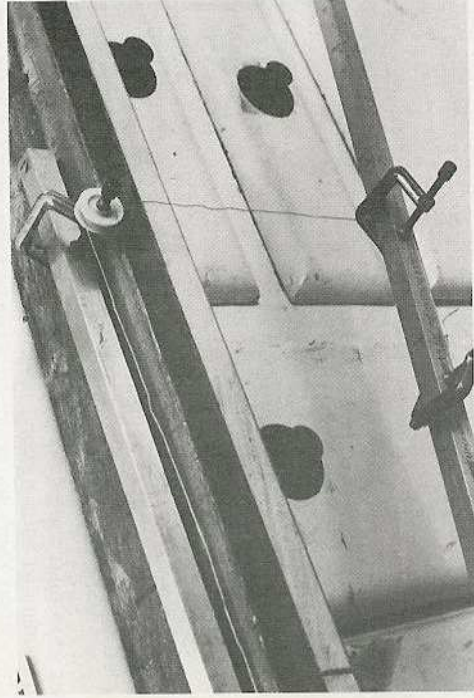
Immobilisation du noyau par des masses d'acier et suspension de l'arc. L'ensemble est installé sur un vieux buffet de cuisine récupéré.



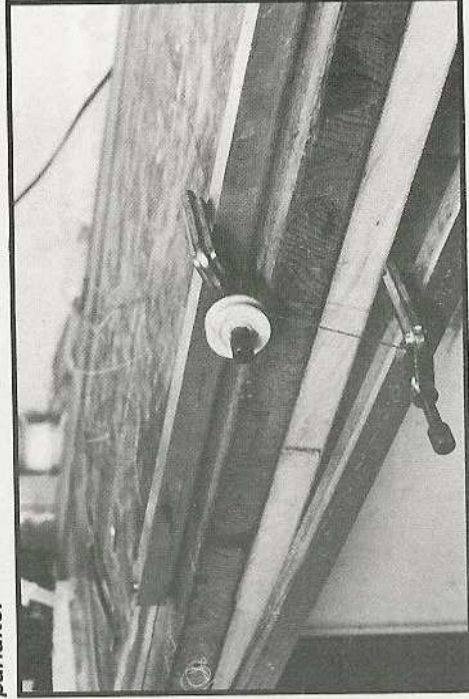
L'extrémité fixe de la barre d'accouplement de la machine à découper automatique.

Il faut d'abord suspendre l'arc en son centre de façon à ce qu'il s'appuie modérément sur les gabarits.

Le système d'entraînement est constitué par un simple levier mu par la pesanteur. Ce bras de levier est solidaire du chantier par une de ses extrémités. Il pivote à cette extrémité autour de son axe constitué d'une simple vis à bois avec une petite entretoise. L'extrémité de rotation est située du côté de la plus petite corde.



On voit ici que la tension des câbles d'entraînement du fil chaud est très faible puisqu'elle ne résorbe pas les pliures de ce câble. Sans importance pratique, la découpe reste parfaite.



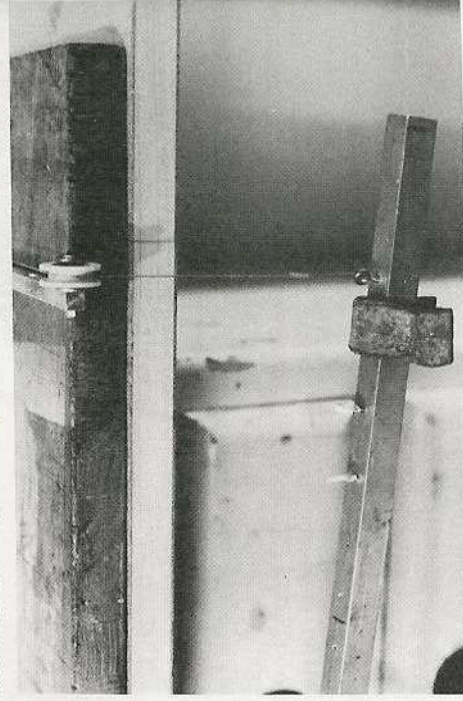
Détail du renvoi de traction. Remarquez le montage des poulies sur les serre-joints.

Côté grande corde, l'arc est tiré par ce levier par l'intermédiaire d'un petit câble. Le glissement du câble est facilité par une poulie située au bord du chantier, au droit du gabarit.

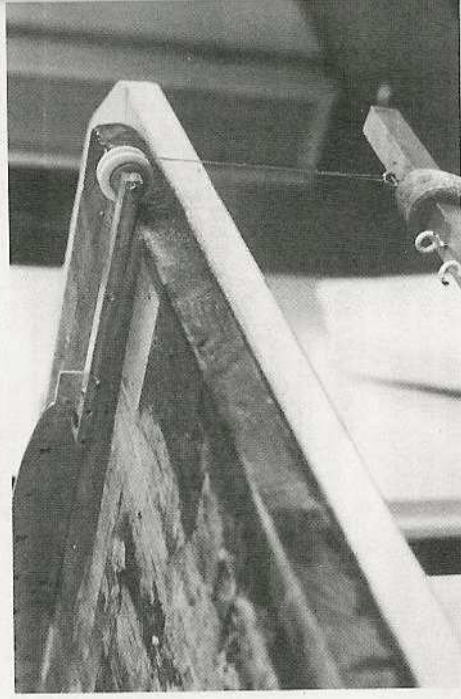
En laissant pivoter sous son propre poids le levier, l'arc est

entraîner de l'arrière du profil vers l'avant (côté grande corde). Maintenant que nous avons entraîné l'arc d'un côté il faut l'entraîner de l'autre (côté petite corde).

Il suffit de reporter sur le levier le point d'accrochage du câble d'entraînement de façon à ce que ce point décrive un arc dont la corde sera égale à la petite corde de l'aile.



Une petite masse de plomb pour régler la traction du fil chaud (la plus faible possible).



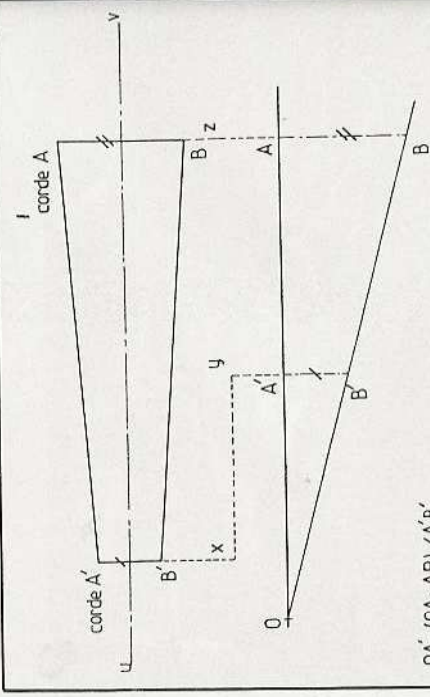
Renvoi de câble côté grande corde.

Les triangles O, A', B' et O, A, B , sont semblables. Il est donc très facile de calculer le point d'accrochage du câble et la position de la poulie de renvoi.

Ce point A' est situé à une distance de O tel que :

$$OA' = (OA \times AB) / AB'$$

$$OA' = (OA \times \text{grande corde}) / \text{petite corde}$$



$$OA' = (OA \times AB) / A'B'$$

ou $OA' = OA \times$ grande corde divisée par petite corde

GEOMETRIE DE LA DECOUPE AUTOMATIQUE

Et non pas des approximations du genre "procéder par tâtonnement, vous trouverez bien un point ou ça marchera". Même si l'intuition a du bon elle doit être relayée par un minimum de raisonnement. Ça aide.

Les câbles d'entraînement doivent être exempts de toute élasticité. Les câbles inoxydables gainés destinés à la pêche au brochet, que l'on trouve dans les magasins de matériel de pêche à la ligne sont tout à fait adaptés. On ne cherchera pas à les souder, mais on les sertira avec des petits tubes de laiton ou d'aluminium. A noter que ces câbles peuvent aussi être utilisés pour les commandes aller-retour sur les grands planeurs.

Avec ce dispositif d'entraînement on travaille toujours en tirant, et ceci peut constituer un inconvénient pour le respect exact du profil ou pour les bords de fuite qui ont tendance avec certains matériaux à se retourner. Pour tirer dans le sens inverse il suffit de prévoir un jeu de câbles supplémentaires et deux poulies de renvoi.

On notera sur les dessins et les photographies quelques dispositions pratiques concernant la tension des câbles ou le positionnement des poulies.

Géométrie de la découpe automatique

Les gabarits sont situés symétriquement sur l'axe de découpe u.

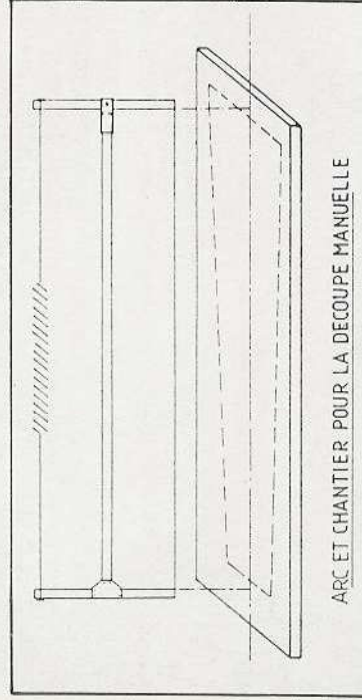
Les points d'accrochage des câbles d'entraînement sont situés de part et d'autre des gabarits.

x, y, z, sont des poulies de renvoi des directions de traction des câbles d'entraînement.

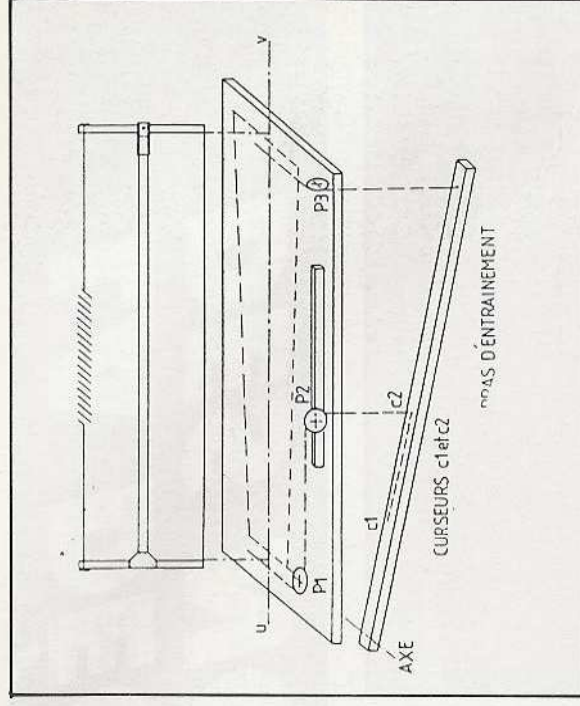
A' B' = petite corde

A B = grande corde.

Machine à découper automatique



ARC ET CHANTIER POUR LA DECOUPE MANUELLE



L'arc est suspendu en son centre.

On veillera à ce que l'arc ne pèse pas trop sur les gabarits.

Le point d'accrochage supérieur du câble de suspension de l'arc sera avantagement situé le plus haut possible.

L'axe du chantier est situé à la verticale de l'arc au repos.

L'axe de rotation du bras d'entraînement est situé à l'extrémité du chantier côté petite corde.

Les curseurs déterminent les points d'application des mouvements.

Ces curseurs sont constitués de petits serre-joints pinçant des tubes carrés d'aluminium.

C1 est seulement utilisé pour ajuster la longueur du câble.

C2 se déplace sur le bras et sera positionné en fonction du rapport des cordes.

C3 supportant la poulie de renvoi sera positionné au droit de C2.

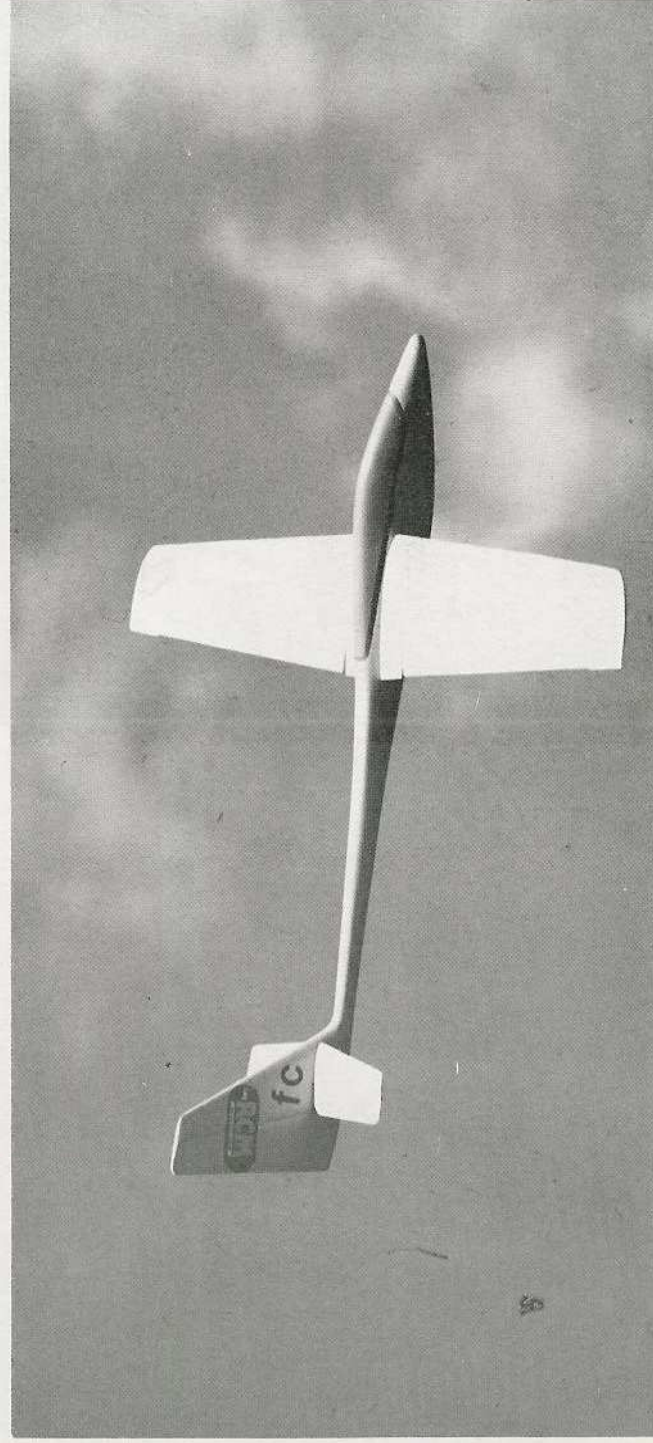
La règlette R est vissée sur le chantier de façon à permettre le positionnement du curseur de la poulie, et une libre rotation de celle-ci.

La poulie P1 sera toujours située tangentielle à la direction déterminée par la petite corde. Elle peut être fixée sur une règlette d'aluminium.

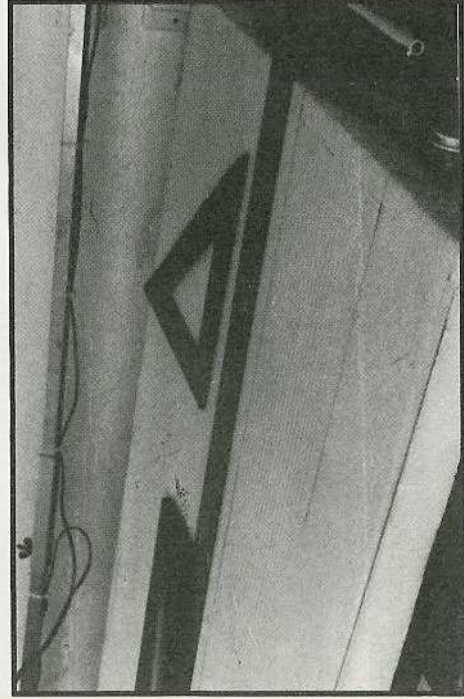
Elle sera déplacée en fonction de la longueur du tronçon d'aile à découper.

La poulie P2 sera mobile sur la règlette.

La poulie P3 sera fixée dans le prolongement du gabarit de la grande corde.



LA DÉCOUPE DES NOYAUX



Le plan de l'aile est tracé avec une marge de 1 cm en plus tout autour puis le bloc est découpé par pression verticale de l'arc. Enfin il est disposé sur le chantier pour permettre le réglage de la machine.

La méthode décrite découle de l'utilisation de la machine et de l'arc tel qu'ils sont décrits au chapitre précédent et en vue de la réalisation d'ailes tout plastique non creuses.

J'insiste sur la nécessité d'obtenir des noyaux absolument parfaits pour réussir un coffrage stratifié. L'épaisseur du parement est très faible et ne peut en aucun cas cacher les petites irrégularités qui seront mises en valeur par l'aspect très lisse de la peau.

Obtenir des noyaux très réguliers est assez facile si vous suivez exactement nos conseils. Beaucoup de modélistes ont pu constater l'excellente reproductibilité de la méthode souvent démontrée dans nos stages. Ils revenaient d'ailleurs l'année d'après avec du matériel entièrement réalisé par eux-mêmes, dont ils étaient légitimement très fiers.

En fait avec la machine à découper c'est très facile. Il faut commencer par tracer sur les plaques de SFOAM le plan de l'aile en se servant d'un axe de référence. Pour ma part je choisis comme axe de référence la ligne de plus grande épaisseur du profil, que je repère sur les nervures et sur les gabarits de découpe.

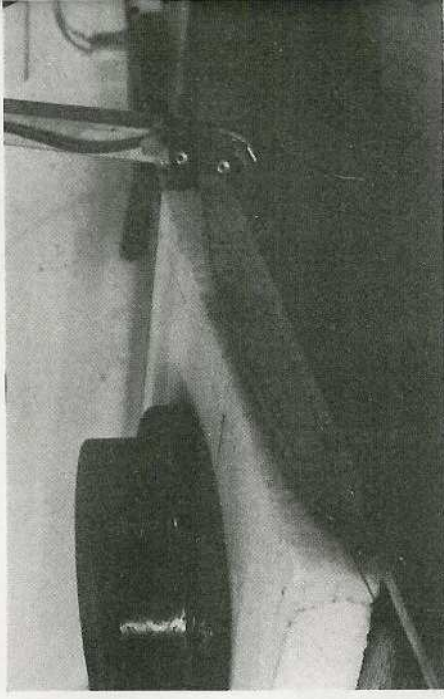
L'aile sera donc dessinée exactement en plan, y compris l'emplacement exact des nervures, des inclusions, la forme du saumon, la place des découpes des ailerons. Toutes les lignes de repaire seront prolongées sur la tranche du bloc à découper. Ce bloc sera découpé tout autour de l'aile en conservant une marge de 1 cm au minimum tout autour de l'aile. Ensuite on prolonge les lignes de construction et on les abaisse sur la tranche du bloc.

Ce bloc sera découpé à l'aide de l'arc posé sur les traits et descendant verticalement par son propre poids. Certains modélistes utilisent des équerres pour avoir une découpe bien droite. Les équerres sont réalisées en pliant à angle droit deux chutes de tôle et il suffit de faire descendre l'arc le long de la tranche de l'équerre. Utiliser de la tôle d'aluminium de 10/10 pour éviter d'endommager le fil de l'arc qui sinon se romprait avec des conséquences désastreuses.

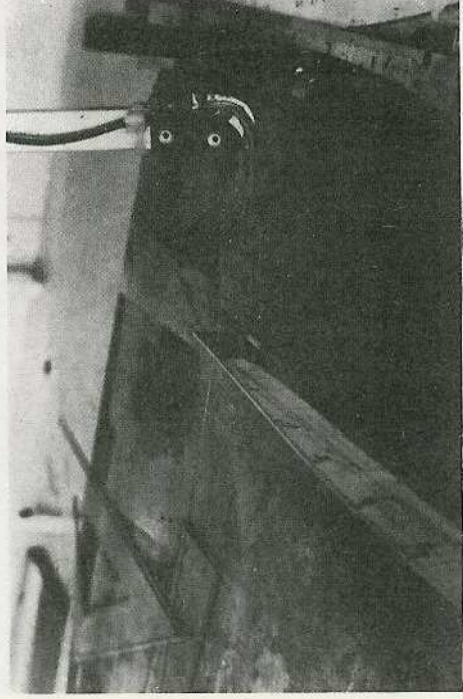
Puis on place le noyau sur le chantier de façon à ce qu'il tangeante le fil posé sur les repères des gabarits.

La découpe peut alors commencer après réglage de la machine selon la méthode géométrique décrite auparavant.

Le bloc de SFOAM sera maintenu en place par une planche plus petite sur laquelle on aura posé des poids bien lourds. Des morceaux de profilé de fer sont très bien adaptés pourvu qu'ils laissent passer l'arc de découpe. On procédera à quelques essais afin de vérifier que le fil entre et sorte bien parallèlement aux tranches du bloc de SFOAM.



Gros plan de la découpe en train de s'effectuer.



Câble de traction du fil solidarisé au fil chaud par une chape.

L'arc est incliné pour régler la pression sur les gabarits et lui autoriser une liberté de déplacement latéral.

Problèmes possibles

A ce stade plusieurs problèmes peuvent se poser qui sont surtout des étourderies.

L'arc ou le fil accrochent un outil oublié sur le chantier.

Le bras d'entraînement s'arrête sur un objet qui dépasse ou sur un tabouret oublié.

Le fil ne glisse pas régulièrement sur le gabarit.

Le fil quitte le gabarit et prend le plus court chemin à cause d'une pression insuffisante sur son appuis et d'une traction trop importante...

On commence la découpe par l'extrados, pour éviter d'obtenir un noyau trop épais.

Dès que le fil est sorti, avant de couper le courant, essuyer le fil avec un chiffon en tissu de coton. Puis changer les gabarits. **ON NE DOIT PAS REGARDER LE NOYAU POUR EXAMINER LA DÉCOUPE.**

On recommence la découpe par l'intrados et ensuite seulement on peut examiner le travail. Si des défauts apparaissent, il est facile d'en déterminer la cause avec un peu de réflexion. Presque toujours c'est un mauvais réglage de la machine notamment la tension des fils de traction qui provoquent des



La découpe est simplement parfaite et permet un coffrage par stratification. Ici, il s'agit d'un profil HQ 1,5/9 utilisé sur le "Quartz" de François Cahour.

irrégularités. Un matériau non homogène (tensions internes ou particules plus dures) qui bloquent le fil momentanément peuvent aussi provoquer des défauts irrécupérables.

L'avance irrégulière est due à un gabarit non conforme ou insuffisamment lissé.

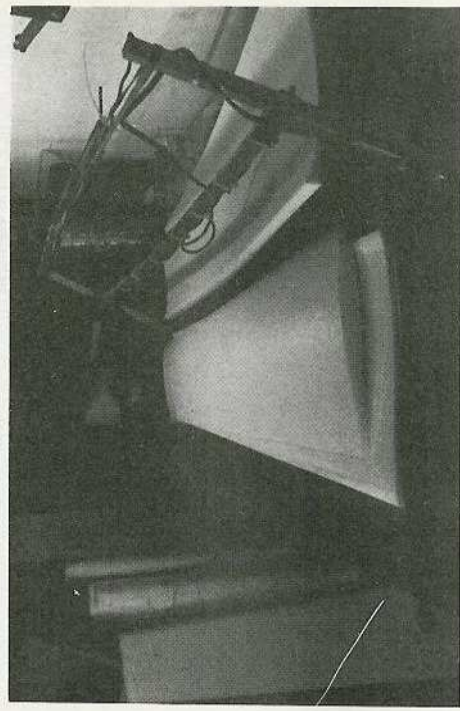
Si des ondulations apparaissent elles sont dues à une traction trop importante créant une traction trop rapide du fil qui se met à osciller lentement. Procéder par essais pour obtenir les bons réglages et bien les repérer.

Ensuite on découpe l'autre aile. Comme on a commencé par le bord d'attaque il suffit d'utiliser des câbles de renvoi pour entraîner l'arc.

La bonne température du fil au moment de la chauffe est matérialisée par les petits fils de SFOAM fondu qui restent accrochés sur le fil chaud et sur le noyau. On enlèvera ces fils avant de coffrer avec une brosse ou un pinceau à poils durs.

Le noyau sera toujours manipulé avec beaucoup de précautions et le plus souvent possible dans ses dépuilles, afin d'éviter tous les objets susceptibles d'endommager la surface.

Les dépuilles serviront de chantier pour effectuer tous les travaux et notamment les découpes, inclusions et collages necessairement effectuées avant stratification.



Une autre vue du noyau découpé. Notez le bord d'attaque très pointu.



FOUR A VERRIERES

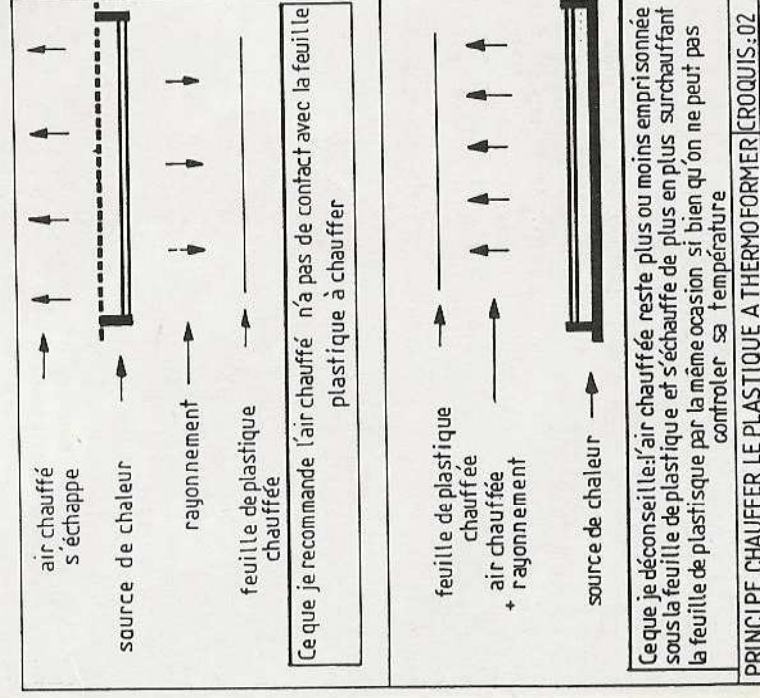
Le but de cet étrange instrument, c'est d'amener à la bonne température une feuille de plastique thermoformable de façon à pouvoir lui donner la forme d'une verrière. La difficulté de cette opération est de chauffer cette feuille de plastique juste à la bonne température, ni plus ni moins. L'autre difficulté, c'est que ni vous ni moi ne connaissons exactement cette température, et d'ailleurs cette connaissance ne nous aiderait pas car nous sommes vous et moi incapables de la mesurer car les thermomètres allant jusqu'à plus de 200 degrés ne courent pas les rues ou sont hors de nos faibles ressources pécuniaires.

Certains modélistes emploient avec succès le four de leur cuisinière ! Evidemment, c'est une solution ... Mais personnellement :

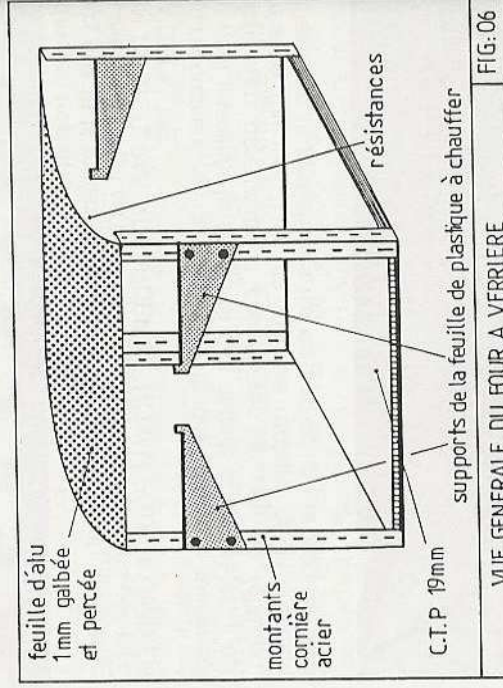
- le four de ma cuisinière est trop petit pour les verrières de mes planeurs les plus grands.
- même pour une toute petite verrière, la température de ce four est trop fluctuante, parfois trop chaud, parfois trop froid ...
- je n'aime pas les rôtis parfumés au plastique !

J'ai donc été amené à me fabriquer un four spécial. Oh ! rien de compliqué, rassurez vous ! J'ai souvent vu ou entendu décrire des réalisations beaucoup plus sophistiquées et probablement plus efficaces. Mais, comme toujours, mon critère, c'est que ça marche, et que ça marche bien ! Et c'est ce que j'ai obtenu à peu de frais.

Principe de base de ce four : pour pouvoir obtenir une température à peu près précise, il faut chauffer la feuille de plastique uniquement par rayonnement (infra-rouge). Ainsi, en faisant varier la distance entre la source de chaleur et la feuille de plastique, on peut " régler " à volonté la température obtenue et celle-ci ne varie pas tant qu'on ne change pas la distance. Mais il est indispensable de ne pas emprisonner d'air entre la source de chaleur et la feuille de plastique car à ce moment là, on chaufferait aussi cet air, non seulement par rayonnement mais aussi par contact puis la convection chaufferait la feuille de plastique davantage que le rayonnement si bien qu'on ne pourrait pas maîtriser la température. Les dessins ci-dessous vous expliqueront mieux ce principe.



C'est ainsi que j'en suis arrivé, après quelques tâtonnements, au bricolage décrit sur la figure ci-dessous :



La base est une plaque de contreplaqué de près de deux centimètres d'épaisseur. Les montants sont en cornière métallique déjà percée, genre P.A.I. qu'on trouvera au super-marché du coin. La plaque supérieure, qui sert à la fois à tenir les résistances de chauffage et de réflecteur, est une feuille d'acier ou d'aluminium, d'environ 1 mm d'épaisseur, la plus brillante possible, et transformée en gruyère par une foule de petits trous Ø 6 à 8 mm. Elle est légèrement incurvée et fixée au sommet des montants par de petites équerres métalliques et des vis. Au point de vue dimensions, la base fait 50cm par 50 cm environ (pour mon bricolage, bien sur, à vous de voir ce qu'il vous faut). Les montants font aussi environ 50 cm de haut. La plaque supérieure est incurvée pour obtenir une fleche d'environ 5 à 10 cm.

Les nombreux trous de la plaque supérieure (environ 1 trou tous les 5cm) servent à laisser l'air chaud s'échapper par le haut. Les petites pièces fixées à mi-hauteur des montants sont en bois et serviront à tenir la feuille de plastique thermoformable à chauffer. On peut les déplacer à volonté sur les montants pour changer la distance entre la feuille de plastique et la source de chaleur et donc ajuster la température de ladite feuille de plastique. Une fois la bonne distance trouvée, on n'y touchera plus.

Venons-en justement à cette source de chaleur. Il faut en fait une source d'infra-rouge. Par commodité, j'ai choisi, bien sur, des dispositifs électriques. Il s'agit de résistances à quartz employées d'habitude dans des radiateurs électriques d'appoint (en particulier pour salles de bains). J'ai employé trois résistances de 500 watt chacune et c'est un minimum.

Où trouver ces résistances ? Je doute que la récupération sur un radiateur cassé soit possible : quand un radiateur ne marche plus, c'est à coup sur parceque la résistance est claquée ! Mais on ne sait jamais ... On peut toujours convaincre un possesseur de ce type d'appareil de s'en débarrasser : " le rayonnement, ça chauffe mal ... un convecteur c'est bien mieux ... " ! Mais le plus sur me semble tout de même de s'adresser à un commerçant d'appareils électro-ménager, ou mieux, à un dépanneur. Ce type de résistance existe comme pièce de rechange à un prix modique.

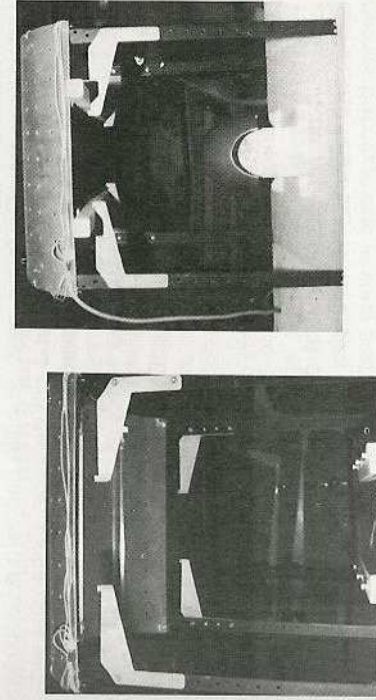
Faute de résistance à quartz, il est possible de s'en sortir avec une résistance de four de cuisinière électrique. Il faudra peut-être modifier un peu le montage de l'ensemble, mais ça devrait marcher. Les résistances de rôtissoires, grille-pain ou autre " grill vertical " devraient aussi faire l'affaire.

Il s'agit maintenant de fixer ces résistances sur la plaque

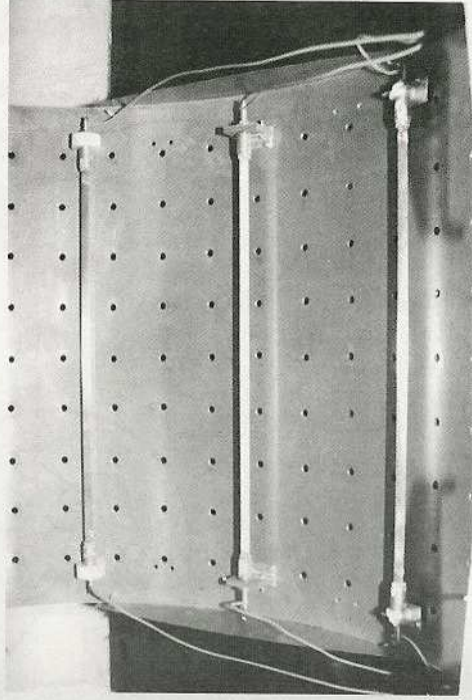
métallique supérieure, celle qui est incurvée. Comme cette plaque est métallique et que l'embout fileté des résistances sert à la fois à les fixer et à transmettre le courant électrique, la difficulté va consister à trouver une fixation qui sera à la fois isolante au point de vue électrique et qui résiste à la température plutôt élevée en utilisation. Si vous avez eu la chance de récupérer un radiateur complet, le système de fixation sur l'appareil conviendra certainement : il faut donc penser à le récupérer aussi. Personnellement, n'ayant pas eu cette chance, j'ai du faire comme d'habitude : bricoler ...



Vue générale du four à verrières. En bas, montage d'une feuille de plastique dans les pinces supports.



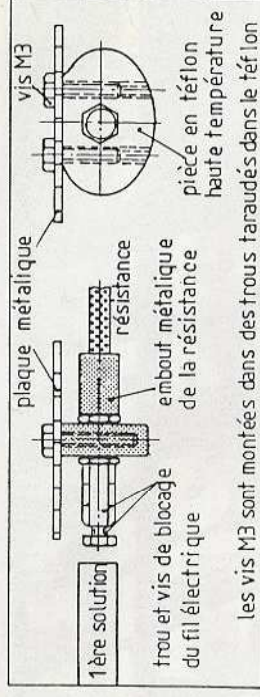
Le four à verrières en ordre de marche. Les pinces, dans leurs supports, tiennent la feuille de plastique près des résistances. En-dessous, un modèle prêt à recevoir la feuille de plastique dès qu'elle sera chaude.



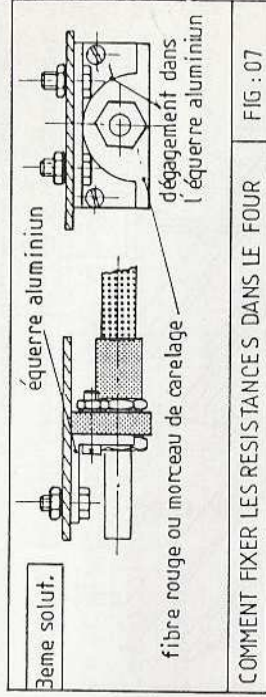
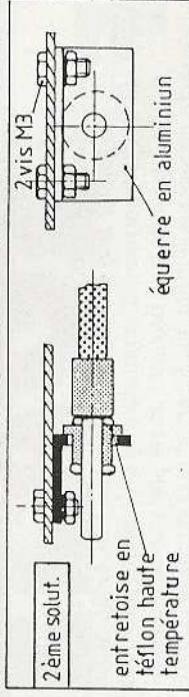
Le montage des résistances sur la plaque incurvée. On voit ici 3 méthodes différentes de fixation : faites votre choix!

En fait, tout dépend du matériau, à la fois isolant électrique et résistant à la température, qu'on pourra trouver. L'électricien qui m'a procuré les résistances, m'a fourni aussi des morceaux de téflon haute température qui m'ont partiellement dépanné. N'en n'ayant pas assez, j'ai employé aussi de la " fibre rouge ". J'ignore ce que c'est exactement mais ça ressemble à du carton baké et c'est rouge... On peut aussi s'en sortir avec un bout de carrelage : ça ne se coupe pas trop mal et se perce aisément avec une mèche carbure.

Quand au montage précis, les croquis ci-dessous vous diront tout :

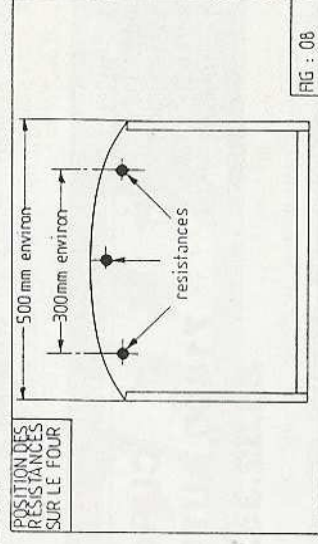


les vis M3 sont montées dans des trous taraudés dans le téflon



COMMENT FIXER LES RESISTANCES DANS LE FOUR FIG : 07

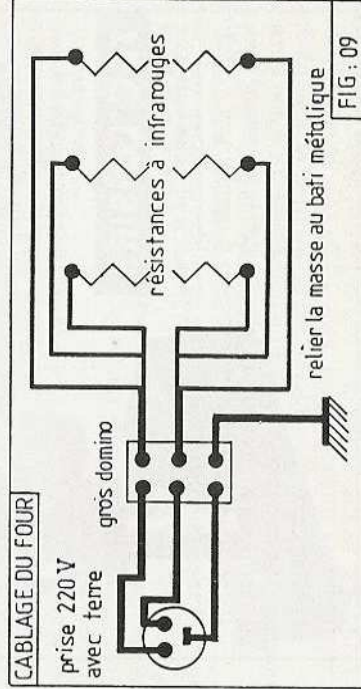
J'ai employé ces trois solutions avec un égal succès. En montant le tout sur la plaque supérieure, veiller à laisser un peu de jeu entre les tubes " quartz " des résistances et leur embout métallique : en chauffant, les tubes devraient se dilater... Quand à la disposition sur la plaque, suivre à peu près le schéma ci-dessous :



On voit que les deux résistances extrêmes sont plus basses, donc seront plus près de la feuille de plastique à chauffer : c'est voulu car le bord de la feuille est toujours plus difficile à faire chauffer et c'est ainsi que j'ai obtenu les meilleurs résultats.

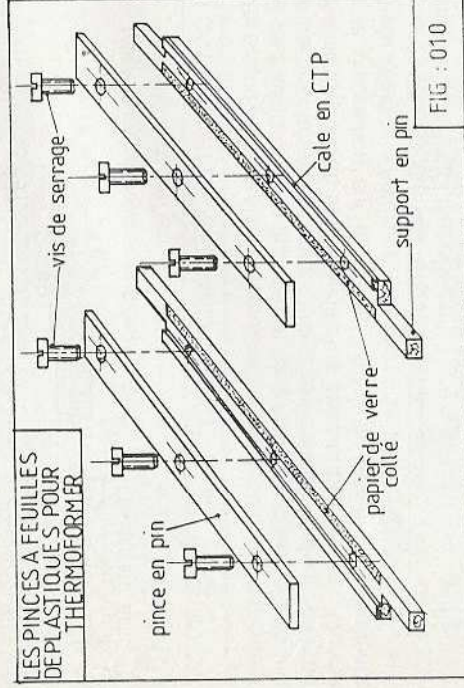
Pour finir, brancher ces résistances en les raccordant le plus proprement possible à un gros domino. Employer du câble électrique de 1,5mm² et tâcher d'immobiliser ces câbles pour éviter qu'ils ne se détériorent. Attention, près des résistances, ces câbles électriques seront soumis à une belle température ! Par précaution, fixer un fil à l'une quelconque des parties métalliques de l'ensemble et le raccorder au plot de terre de la prise : ça peut servir, sait-on jamais !

Ah, au fait, les trois résistances sont branchées en parallèle de façon à ce que chacune d'elles reçoive bien 220 V. Voir le schéma ci-dessous.



LES PINCES A FEUILLE DE PLASTIQUE

Faire chauffer un bout de feuille de plastique dans le but de lui donner une forme, c'est déjà pas très facile; mais ça devient carrément impossible si on compte tenir à la main ce bout de truc brûlant ! Je ne sais pas sa température exacte, je sais seulement qu'elle se situe quelque-part entre 100 et 200°C ce qui est déjà beaucoup trop pour mes doigts !!



Il faut donc confectionner des pinces pour cet usage. Elles sont en bois qui résiste très bien à cette température ... c'est ce que l'expérience m'a montré !

La pièce-maitresse fait environ 70 cm de long. Les parties servant de poignées font environ 2 cm sur 2 cm et 10 cm de longueur.

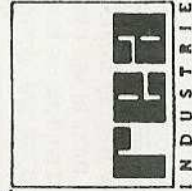
Sur la partie utile, on colle une bande de papier de verre d'à peu près 1 cm de large qui empêchera la feuille de glisser en cas d'effort important. De l'autre côté, on colle une cale en contre-plaqué de 2 mm d'épaisseur et 1 cm de large. Cette cale sert à aider les pinces à serrer convenablement la feuille de plastique.

Les plaques supérieures sont elles aussi en bois d'environ 1 cm d'épaisseur et 50 cm de long. Elles ont aussi une bande de papier de verre collé en face de celle du socle. Elles sont serrées sur le socle par des vis à métaux qui traversent le tout et des écrous par de l'autre côté. Le mieux est de mettre des écrous à pointes plantés dans le socle.

Tout cela ne représente guère plus d'une paire d'heures de menuiserie. Allons, un peu de courage ! C'est d'ailleurs le dernier bricolage que je vous propose : vous allez enfin pouvoir vous brûler les doigts en essayant tout ça !!

KMS
71400 AUTUN
85.52.35.65

- TUBES ET JONCS CARBONE
TOUS DIAMETRES
- TISSUS HEXCEL GENIN
- RESINES
EPOXY



TARIF SUR DEMANDE
CONTRE ENVELOPPE TIMBREE

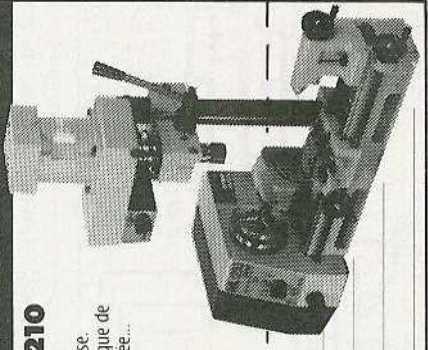
LA PRECISION A PORTEE DE MAIN

SYSTEME TOYO ML 210
Un véritable petit centre d'usinage.
A la fois perceuse, fraiseuse et rectifieuse.
Toutes les opérations de micro-mécanique de haute précision désormais à votre portée... et à portée de main.

TEC'LOISIRS

Rue de l'Industrie - BP 26
67550 VENDENHEIM - Tél. 88 20 90 20

Je souhaite recevoir une documentation
Cé 14 13 3
Nom _____
Prénom _____
Adresse _____
Code postal _____ Ville _____



MODÉLISTE FAN'S



2 adresses :

122 bis rue du Général-de-Gaule
77230 DAMMARTIN EN GOËLE
Tél. (1) 60.03.22.17

et 17 rue Stern - 75015 PARIS Tél. 45.77.84.12

SPECIALISTE PLANEURS

- Rowing - Multiplex
- Aéronaut - Graupner - Robbe.

Du Kit "Structure" au "Tout Plastique"

NEW!

Radio PROFI 3030 MULTIPLEX

Tous accessoires "Spécial Planeurs"
Radios, etc...

Vidéo en vol avec Discus, DG 300,
LS3, Speed-Astir etc...

**Réservez dès maintenant votre
Semaine Spéciale Planeur
au Soleil cet été**

SPECIALISTE DE LA VENTE PAR CORRESPONDANCE

3^{ème} PARTIE

LE FUSELAGE

Nous en arrivons à présent à la construction du fuselage : des ailes en plastique, c'est bien, encore faut-il mettre aussi du plastique entre les ailes ! Il faut reconnaître qu'il s'agit d'un travail que tout modéliste peut considérer comme " non rentable ". En effet, on trouve dans le commerce quantités de fuselages de toutes tailles, de qualité allant de "correct" à "remarquable", tout cela pour un coût tout à fait acceptable. Mais, le fin du fin du modélisme, c'est bien de

créer son propre modèle de A à Z, et donc aussi de se créer "son" fuselage, à soi.

Ces quelques lignes devraient vous aider à y parvenir.

La réalisation complète d'un fuselage en stratifié se passe en trois étapes :

- le modèle
- le moule
- le fuselage

Les petits veinards qui peuvent déjà disposer d'un modèle prêt à mouler, voire même d'un moule (peut-être emprunté à un copain) peuvent sauter directement au chapitre qui les intéressera. Mais les courageux qui feront tout par leur propres moyens vont devoir me suivre de bout en bout.

LE MODELE

En gros, il s'agit de réaliser une forme, en " n'importe quoi ", pourvu qu'elle ait exactement la gueule du fuselage que vous voulez; je veux dire, au point de vue de ses dimensions extérieures. C'est une forme mâle. C'est en moulant cette forme qu'on réalisera précisément le moule par lui-même. Bref, ça peut très bien être simplement un fuselage emprunté à un copain. Mais la attention !! Faire un moule, cela demande pas mal de matière première qui n'est pas gratuite. Faire un moule pour recopier bêtement un modèle du commerce est une ânerie, tant du point de vue rentabilité de l'affaire qu'au point de vue nombre d'heures de travail. Et surtout, cela démontre un triste manque d'imagination. A bon entendeur... Bon. Nous voilà maintenant entre gens sérieux et courageux décidés à tout faire de leurs dix doigts.

Première opération : faites sortir votre fantasme de son petit coin de cerveau et couchez-le sur le papier. Autrement dit, dessinez votre fuselage, grandeur nature, une vue de côté et une vue de dessus. Tirez la langue (ça aide !) et gomez beaucoup pour que ce soit le plus joli fuselage qu'on ait jamais vu. Il s'agit à présent de choisir en quel matériau sera cette forme. Deux techniques sont possibles : le bois plein ou le polystyrène extrudé recouvert de fibre de verre. A priori, tailler un fuselage dans une grosse poutre de bois semble bien plus compliqué que dans un bout de polystyrène. En fait, il n'en est rien, surtout s'il s'agit d'un gros fuselage et qu'on le veut sans défaut. Mais cela reste une option valable pour un petit fuselage " vite fait ", et c'est pourquoi je vais commencer par là.

Commencer par tailler la forme dans un bloc. Soie, fil chaud, rape, ponçette, cutter ... tous les outils sont bons. Et ça va fameusement vite. Ensuite, il s'agit de recouvrir cette forme avec trois couches de tissu de verre (250 gr/m² mini) et de la résine

époxy. Enfin, finir la surface extérieure à l'aide de mastic polyester, genre SINTOFER, poncer, rattraper au mastic les "quelques" défauts qui subsistent probablement, reponcer de plus en plus fin, peindre, et finir la surface au papier à l'eau grain 400 puis 800 puis pâte à polir jusqu'à obtenir une surface parfaite, genre poli miroir ...

Helas, c'est beaucoup plus facile à dire qu'à faire ! Ceux qui s'y sont essayé savent qu'un morceau de polystyrène, c'est très fragile : on a vite fait d'en poncer un peu trop ou d'y flanquer un coup par-ci, un trou par-là ... Après, pour rattraper ces erreurs : bernique ! De plus, en final, pour finir impeccable la surface sans y laisser de facettes ou autres creux qui se verront horriblement sur un fuselage bien brillant, en avant les multiples couches de mastic et l'huile de coude ! Mais si on n'est pas trop exigeant sur la finition et pressé d'en finir, il est possible de s'en tirer comme ça.

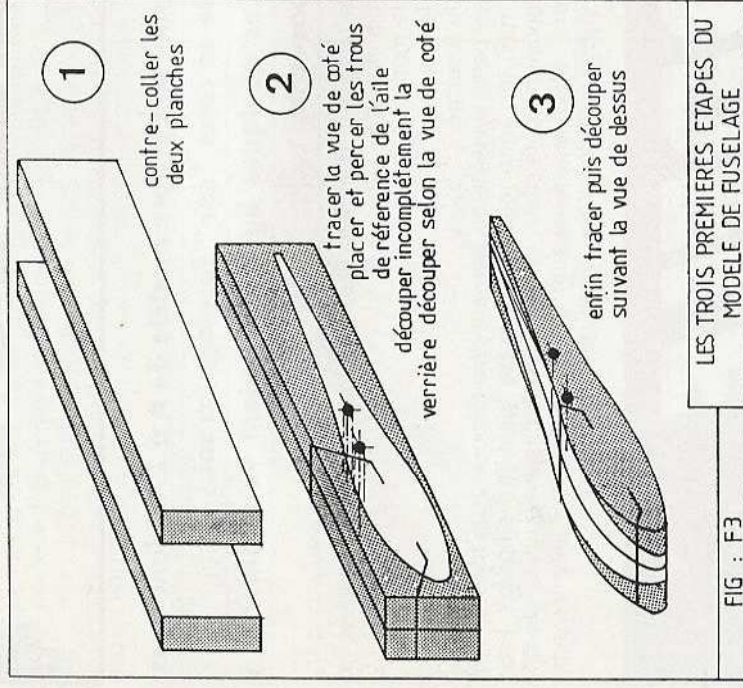
J'ai écrit plus haut que je m'adresse aux gens sérieux; je vais donc vous expliquer la bonne méthode : tailler la forme directement dans un morceau de bois plein. Non, ne vous enfuyez pas en hurlant " AU FOU " !! C'est beaucoup plus facile et rapide qu'il n'y paraît.

Tout d'abord, quel bois employer ? Votre ébéniste ou votre modéleur vous conseillera bien mieux que moi ... surtout que lui, il sait ce qu'il a en stock !! L'idéal, je l'ai découvert tout récemment. Cela s'appelle le "MEDIUM ". On peut trouver ce "bois" chez les modéleurs mécaniciens : tous à vos minitels ! C'est un bois reconstitué, comme le NOVOPAN mais, alors que le novopan est formé de copeaux de bois collés dans une matrice en résine, le MEDIUM est formé de sciure de bois. Il se travaille très bien avec n'importe quel outil, n'a pas de sens, de fibres, de noeuds et ne se déforme pratiquement pas. Il peut être

poncé relativement fin. Il n'est pas cher du tout, ce qui ne gâche rien !

A défaut de MEDIUM, choisir de préférence un bois d'arbre fruitier de nos régions (poirier de préférence) mais c'est assez cher et difficile à trouver. En dernier ressort, se rabattre sur le samba qui se travaille bien mais demande davantage de travail en finition car il est très poreux.

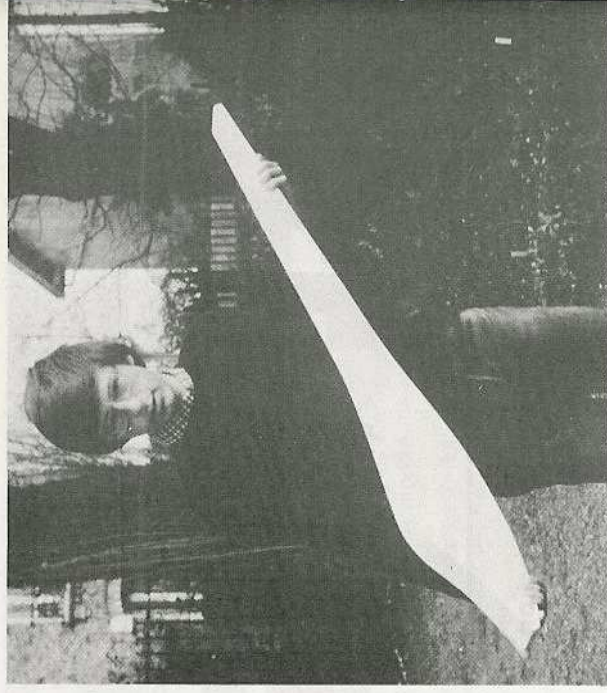
Sachez aussi que tous les professionnels du bois auxquels j'ai exposé ce que je voulais faire ont tous été " super sympa " et se sont mis en quatre pour m'aider. Chance ? Des amoureux de leur métier ? Peut être aussi intérêt pour un problème original ? Probablement un peu tout cela à la fois. En tout cas je les en remercie.



Commencez par coller l'une sur l'autre deux planches pour obtenir la largeur du fuselage. Il vous faudra peut-être plus de deux planches, suivant le bois que vous aurez trouvé et la largeur de votre fuselage : pas d'importance. Le plan de collage restera visible ce qui sera bien pratique pour vérifier la symétrie de l'oeuvre en cours de travail. Employer de la colle blanche. Attention à ce collage : il doit être parfait et surtout les planches doivent être parfaitement planes de façon à ne pas introduire la moindre contrainte dans le bois en le collant. Si besoin, faire dégauchir ces planches par l'homme de l'art avant de les coller. Si vous ne le faites pas, vous risquez de voir votre beau modèle se tordre au fur et à mesure que vous le taillerez.

A présent, reportez sur votre bout de bois le dessin de la vue de côté de votre fuselage, par exemple en découpant ce dessin et en le punaisant sur le bois. Ne vous occupez pas de la dérive ni des karmans : pour l'instant la forme n'en aura pas et on s'en occupera à la fin. Par contre, tracez le contour de la verrière (si vous la voulez démontable, bien sûr) et de deux points caractéristiques de l'aile. Ces deux points peuvent être les clés si celles-ci sont rondes ou bien deux points quelconques disposés parallèlement à la corde de référence. Si l'appareil est muni d'une aile d'une seule pièce qui traverse le fuselage (presque toujours sur les avions) tracez le profil de l'aile à son intersection avec le flanc du fuselage.

Si vous avez une perceuse verticale sensitive de bonne qualité, percez tout de suite ces points de repère de la position de l'aile. Percez à Ø 4 ou 5 ou 6 ... peu importe pourvu que les trous traversent de part en part et soient parfaitement perpendiculaires au plan de collage des deux planches. Ces trous vous serviront plus tard à bien positionner les ailes (ou leur karkan) à la même hauteur et sans vrillages. Il faut absolument le faire maintenant tant qu'on a encore un bout de bois tout carré et donc la possibilité de percer bien d'équerre.

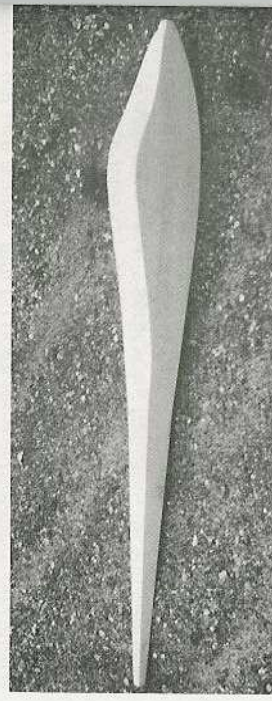


La première ébauche du modèle : la découpe suivant la vue de côté. On commence déjà à avoir une idée de la forme définitive.

Vous n'avez pas la perceuse qui va bien ? C'est pas grave, votre ébéniste ou menuisier ou modèleur local a sûrement ce qu'il faut. Vous n'avez pas non plus de bonne grosse scie à ruban ? Moi non plus ! Mais le professionnel du coin a ce genre d'outil et il sera ravi de procéder à la suite. Munissez vous de votre ébauche de modèle, du tracé de la vue de dessus, et allez rendre visite à l'homme de l'art.

A l'aide d'une bonne scie à ruban, découper la silhouette de la vue de côté. Si votre forme est assez torturée; il faudra une lame à chantonner c'est à dire une lame très étroite pour prendre les virages très serrés. Rien n'est impossible (ou presque). Pour ceux qui veulent une verrière démontable ou ceux dont l'aile traverse le fuselage, commencez à couper suivant les tracés mais sans séparer totalement ces parties qui doivent rester attachées au reste de la forme par environ la moitié de leur contour, mais pratiquer l'incision aux deux extrémités de façon à être sûr de pouvoir finir de séparer ces pièces à la fin du travail, quand il ne restera plus aucun trace ni aucune surface plane permettant de se guider.

Ensuite, reportez la vue de dessus sur cette coupe fraîche et hop ! rebelotte, deux coups de scie à ruban, tachac tachac, et vous voilà en possession (comme dit R. Campana) d'une massue toute carrée qui a déjà la forme de votre future merveille ... enfin à peu près ... à quelques coups de rabot près ! Dites " merci m'sieur " au possesseur de ces outils magiques et rentrez à la maison.



Le modèle après la découpe suivant la vue de dessus. La forme se précise, il ne reste plus qu'à arrondir!

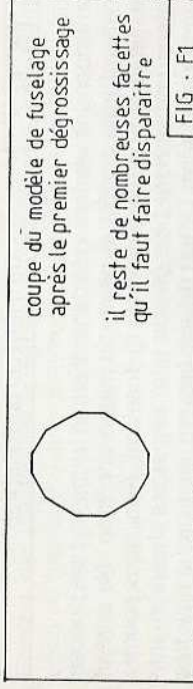
En rentrant chez vous, votre joyau sur l'épaule, n'écoutez pas les sarcasmes genre "eh, Néanderthal, cours vite rue Saint Denis : y'avait un diplodocus y'a pas cinq minutes !", ces minables seront les premiers à applaudir votre oeuvre quand elle sera finie. D'ailleurs, ainsi armé vous pourrez vous promener sans craindre la moindre agression ... quoique ... la maréchaussée pourrait vous demander votre port d'armes !!!

Ca y est ! Le concert des lamentations commence : " qui c'est qui le fait ce modèle ? Toi ou l'ébeniste ? " Bof ... si ça vous amuse, vous pouvez faire tout ça vous même, avec votre scie sauteuse ou la vieille scie égoïne de votre grand-père ! Mais bon courage ! Je sais de quoi je parle : je l'ai fait pour mon premier fuselage. Pas prêt de recommencer !!! D'ailleurs c'est loin d'être fini et à partir de maintenant, plus question de faire appel à une machine sophistiquée pour se faciliter la vie : tout à la main ! Ou presque ...

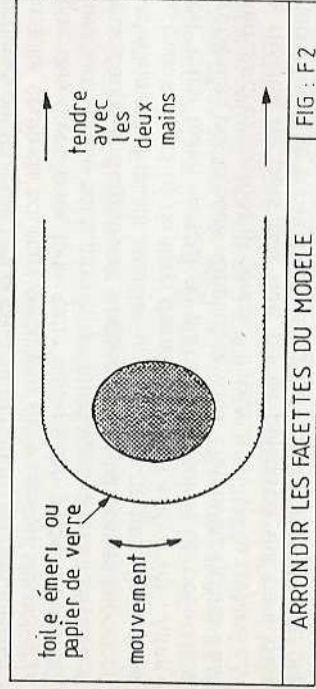
En fait, il n'y a plus grand chose à faire : juste arrondir de partout ces formes carrées. Mais c'est de loin le plus difficile à faire, et le plus long. Mais aussi le plus passionnant : on voit littéralement son modèle naître sous ses doigts, petit à petit. Il faut que ce soit bien symétrique des deux cotés, bien régulier, sans facettes, bosses, creux ... Les ronds doivent être ronds, les ovales, ovales ... Pas facile tout ça ! Appliquez vous.

Quels outils employer ? A vrai dire, un peu tout. Dégrossir à la plane ou avec un bon couteau bien affûté. Dans les zones convexes, on peut utiliser le rabot, électrique pour dégrossir puis le petit rabot manuel de modélisme quand on approche de la forme définitive. Dans les zones concaves, seuls la plane, le couteau puis la rape à bois seront efficaces. On peut aussi employer un disque à poncer monté sur la perceuse électrique, mais bonjour la poussière ! Le rabot et la plane font des copeaux qui ne volent pas partout.

Avec ces outils, on réalise des " arrondis " pleins de petites facettes



qu'il faudra ensuite éliminer avec des bandes de papier de verre ou de toile émeri tendues entre les deux mains :



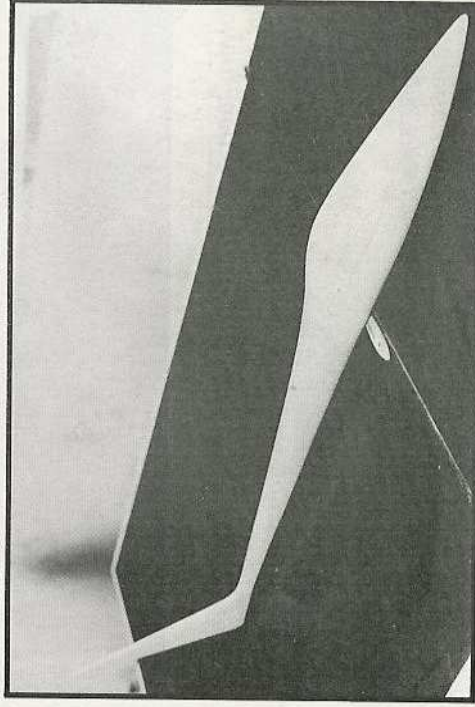
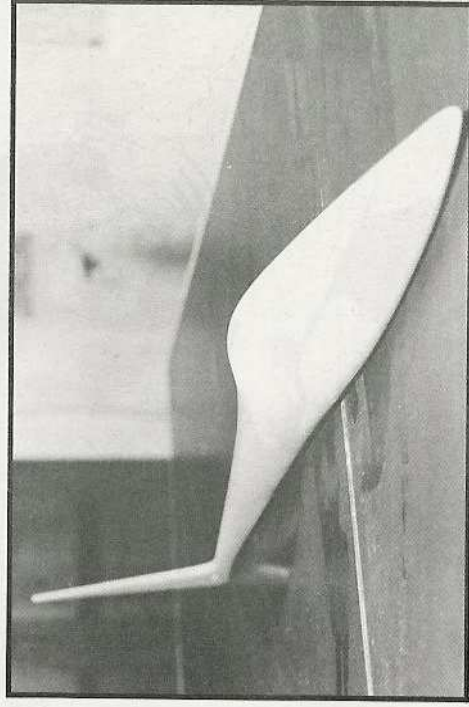
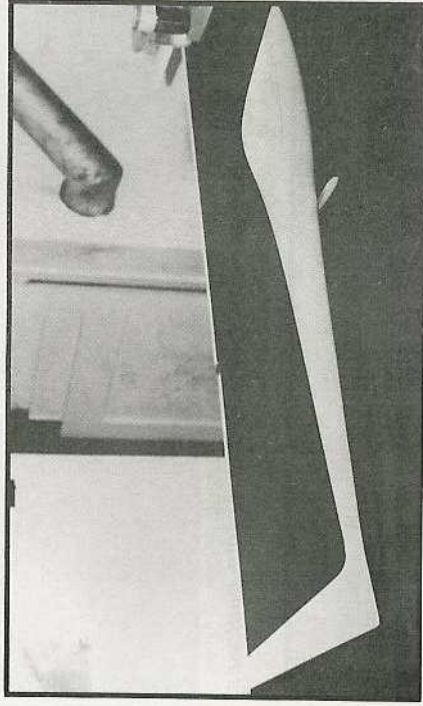
En passant la main sur la surface qu'on vient de travailler, on sent toutes les bosses, les creux, les irrégularités diverses ou les facettes existant encore. Un éclairage rasant permet aussi de voir les défauts. Là, il n'y a pas de truc pour se simplifier la vie ou du moins je n'en connais pas. Il faut raboter, couper, gratter, poncer, etc ... jusqu'à ce que ce soit parfait !

Durant toute cette phase, on peut immobiliser ce bout de bois dans un étai ou sous un pied de biche ou avec un serre-joint, à condition de le protéger par des planches d'un bois plus tendre que celui qu'on travaille. Cela ne le marque pas ... enfin ... pas trop !

Enfin, vieil air connu, finir la surface pour la rendre la plus lisse possible en utilisant des papiers de verre de plus en plus fin. Bon, ça vous connaissez. A partir de maintenant, attention en manipulant cet objet précieux : tout choc laissera une marque qu'il faudra reboucher à l'aide de mastic ... pas grave mais du travail inutile. Méfiez vous des outils inutiles qui traînent sur le chantier et sur lesquels on pose ou appuie plus ou moins délicatement son bout de bois. Même sanction avec une tête de clou ou une goutte de résine durcie depuis longtemps et qui dépassent sur le chantier ...



Le modèle presque fini. Il ne lui manque plus que la dérive puisque l'Axel (hé oui, c'est de lui qu'il s'agit!) n'a pas de karmann.



Une autre forme terminée, celle du Jazz, version fibre de verre du Deimos.



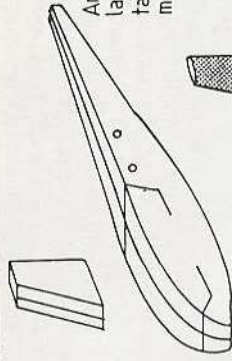
Et voilà le travail. Evidemment, cela représente quelques copeaux!



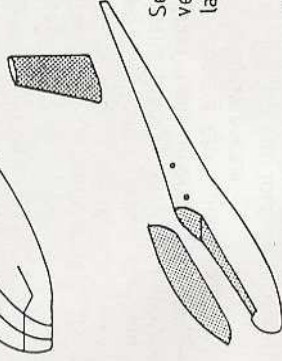
Pulvérisation d'une dernière couche d'apprêt de carrossier sur la forme du Jazz, avant ponçage final du papier de verre à l'eau qui donnera un aspect glacé au modèle. L'état de surface du moule dépend de la préparation de modèle, ne l'oublions pas!

A présent, il est temps de s'occuper de la verrière, pour ceux qui la veulent démontable. Ceux qui auront besoin d'un carénage raccordant l'aile au fuselage (fréquent sur un avion) pourront suivre la même procédure.

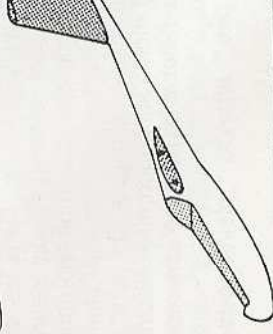
Sautez au chapitre où je décris comment thermoformer une verrière. Bon, vous êtes revenu ? Parfait. Vous allez donc ther-



4
Arrondir tout les angles. La forme définitive se précise tailler la dérive de la même manière



5
Séparer définitivement la verrière pour pouvoir placer la dérive bien d'equerre



6
Coller la dérive et les karmann il ne reste plus qu'à peindre et polir la surface de l'ensemble

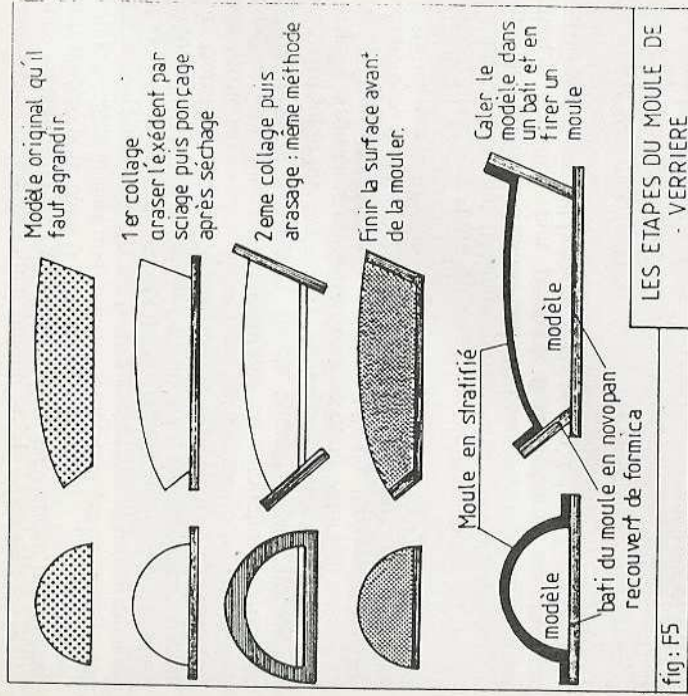
LES TROIS DERNIERES ETAPES DU MODELE DU FUSELAGE

FIG : F4

moformer une verrière directement sur la forme en bois poncée finement mais surtout ni peinte ni même apprêtée. Ne surtout pas séparer la verrière du reste du fuselage. Ainsi, vous pourrez obtenir une verrière plus grande que nécessaire d'environ 1cm dans tous les sens. Le trait de scie laissera une marque mais très faible. La verrière obtenue ne sera pas très belle, ses qualités optiques seront médiocres, mais sa forme intérieure sera exactement celle du modèle. Ne surtout pas la recouper à sa taille définitive : il faut en tirer un moule un peu trop grand car les verrières ont toujours tendance à se rétrécir en refroidissant. La suite coule de source : découpez dans un bout de polystyrène des cales pour tenir cette verrière en place à l'envers, ouverture vers le haut, cirer l'intérieur soigneusement et passer deux couches de gel-coat épaisses car il faudra les reponcer partiellement. Ensuite stratifier une couche de tissu fin et trois ou quatre couches de tissu d'environ 300 à 400 gr/m². Attention, toute bulle, surtout en surface, risquerait de poser des problèmes par la suite : appliquez vous. Démoulez quand c'est bien durci et ébarbez le contour. Il reste à en finir la surface car le résultat ne peut pas être parfait puisqu'on est parti d'un thermoforme sur un bout de bois et que les traits de scie ont dû laisser des marques. Poncer toute la surface avec des papiers grain 180 puis 240 ou 320. Ne pas aller plus loin dans la finition : il ne faut surtout pas polir la surface mais au contraire la laisser dépolie, rayée par le grain du papier : nous verrons pourquoi plus loin.

Si vous en êtes à vos premiers balbutiements dans l'utilisation des produits de stratification, je donne des explications plus précises plus loin dans ce chapitre : vous pouvez vous y reporter. Dans tous les cas, attendre d'être sûr d'avoir réussi ce moule pour séparer la verrière du reste du fuselage : si jamais il fallait recommencer ...

Il est possible aussi de préférer faire sa verrière en stratifié opaque : c'est logique s'il s'agit d'un carénage... Dans ce cas, on peut mouler l'extérieur de la pièce thermoformée directement sur le modèle bois. On peut aussi séparer la verrière ou le carénage du reste du modèle, le rallonger un peu en y recollant des planchettes de bois de 5 à 10 mm d'épaisseur du côté des traits de scie, reponcer ces planchettes dans le prolongement de la forme et le finir, comme je vais le décrire pour le reste du fuselage, avant de le mouler. C'est la solution si vous ne savez pas thermoformer et ne voulez ou ne pouvez pas vous essayer à cette technique. Mais c'est beaucoup plus long.



A présent, nous allons ajouter tous ses appendices au fuselage :

derrière, karmans ...
Commencer par séparer la verrière ou autre partie amovible du reste du fuselage. Ainsi, on retrouve une surface plus ou moins plane, tout au moins une surface perpendiculaire au plan de collage des deux planches d'origine et qui pourra nous servir de référence pour positionner tout le reste. Reponcer légèrement cette surface, juste pour faire disparaître les traces de sciage. Attention à ne pas poncer de travers ce qui ferait disparaître la notion de référence et compliquerait singulièrement le bon positionnement de la dérive par exemple.

Venons-y à la dérive. Il vous reste certainement une chute des deux planches contrecollées d'origine, assez grande pour y tailler la dérive. En tout cas, il est possible de s'arranger pour que ce soit le cas. Vous m'avez vu venir : il s'agit d'y tailler la dérive. Je ne redétaille pas la suite des opérations : vous savez comment faire maintenant ! N'oubliez pas de percer les deux trous qui matérialiseront la position du stabilo tant qu'il en est temps ...

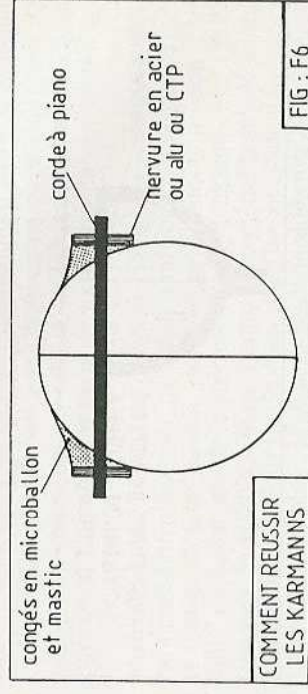
Taillez un petit plat sur le cône arrière du fuselage, bien parallèle à l'ouverture de la verrière ou de l'aile, et y coller cette dérive à l'Araldite. Attention hein ! S'agit pas de tout gâcher maintenant ! Alors bien perpendiculaire à l'ouverture de la verrière ou de l'aile et dans le plan de collage des deux planches d'origine. Inutile de faire un joint parfait entre la dérive et le fuselage au moment du collage : de toute façon, il faut figoler ça après. Avec du mastic polyester par exemple, genre Sintofer. On peut laisser un angle vif, ou faire un beau karman de raccord bien arrondi : au gré de l'artiste ... pourvu qu'on retrouve la même forme des deux cotés !

Essayez de mettre le mastic le mieux possible du premier coup, de façon à avoir le moins possible à poncer. En trempant le doigt dans l'alcool à brûler, le mastic n'y adhère plus et il est possible de le mettre et le lisser presque parfait du premier coup. Quelques raccords, quelques coups de papier de verre de plus en plus fin pour figoler, et on passe aux karmans.

Au fait, les karmans ne sont pas obligatoires, que ce soit pour l'aile ou le stabilo. De même, leur partie extérieure peut être parallèle ou non ; elle peut comporter une inclinaison correspondant au dièdre ou non ... Tout cela est affaire de conception. Plus les karmans seront grands, plus ils seront difficiles à mouler sans bulle, mais aussi plus l'appareil sera beau et performant ! Bref, faites à votre goût, mais par pitié ... faites la même chose des deux cotés !!!

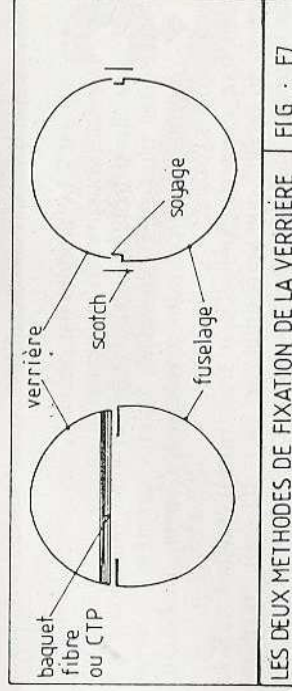
Voilà comment s'y prendre. Découpez deux nervures d'emplan-ture en contre-plaqué ou mieux en dural, voire en acier si vous en avez le courage. Plus ces nervures seront dures, moins vous

les reponceriez involontairement plus tard ... Tracez-y les trous correspondant à ceux que vous avez déjà percé à travers le fuselage, et percez les. Par souci de symétrie, il est astucieux de découper et percer les deux nervures à la fois ... Enflez une corde à piano, du diamètre des trous, à travers fuselage et nervures. Si tout a été bien percé, les deux nervures seront parfaitement positionnées du premier coup. Vérifiez quand même ... et corrigez le cas échéant ! Il ne reste plus qu'à remplir de mastic l'espace entre les nervures et le fuselage et à raccorder par de beaux congés.



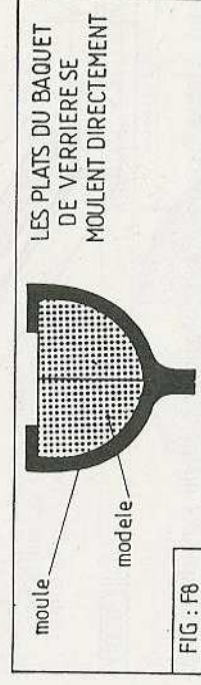
Là encore, essayez de faire ces congés le mieux possible du premier coup, avec le doigt mouillé d'alcool à brûler, de façon à avoir le moins possible à reponcer. Il faudra quand même vous y reprendre à plusieurs fois : mastic, ponçage, mastic, ponçage, ... Comme d'habitude, figoler en ponçant avec du papier de plus en plus fin. Bien sûr, tout cela est valable aussi bien pour les karmans d'ailes que pour ceux du stabilo ou pour de quelconques carénages ou fioritures.

Pour le montage de la verrière, il y a deux solutions qu'on rencontre classiquement : la verrière collée sur un baquet qui repose lui-même sur un petit plat du fuselage, ou bien la verrière tenue sur le fuselage par du scotch et positionnée par un soyaage



Je me garderai bien d'alimenter la polémique consistant à savoir laquelle de ces deux options est la meilleure. Voyons seulement comment s'y prendre.

Si vous optez pour le baquet de verrière ou si votre aile traverse le fuselage, l'un comme l'autre reposant sur deux plats du fuselage, il suffit de vous assurer que la surface laissée par le sciage du à la séparation de la verrière ou du profil de l'aile, est bien propre puisqu'on va la mouler :



Mais si vous êtes comme moi un fana du scotch, il va falloir encore un peu bricoler. Commencez par fabriquer un cadre de verrière en balsa de 4 à 5 millimètres d'épaisseur, bien ajusté sur le fuselage :

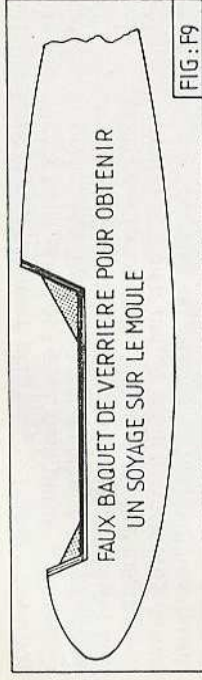


FIG : F9

Poncez-en tout le tour, bien parallèle aux flancs du modèle mais en retrait de 0,5 à 1 mm et collez le ainsi sur le modèle : le moule en prendra l'empreinte.

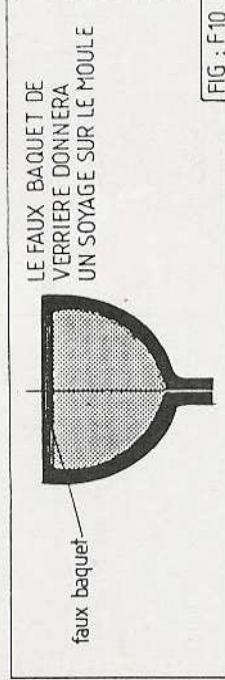


FIG : F10

Bon, fini maintenant les copeaux ! ouf !!!

Mais il n'est pas encore question de mouler ce bout de bois dans cet état : il faut encore lui faire une finition.

A vrai dire, cela dépend. Si vous avez eu la chance de trouver un morceau de bois aux fibres très serrées et pas trop poreux, il est possible de gagner du temps en le moulant directement ainsi. On peut ainsi éviter de perdre du temps à finir le modèle,

étant entendu que le moule obtenu ne sera pas beau à l'intérieur, et que la finition qu'on n'aura pas faite sur le modèle se fera directement dans le moule.

Il faudra alors utiliser une cire de démoulage assez épaisse qui rebouchera encore une partie des porosités; et utiliser pour le moule un gel-coat qui se ponce et se polit bien ce qui n'est pas toujours le cas. La méthode, si elle est rapide, a quand même des inconvénients majeurs. Il est bien plus difficile de reponcer une forme en creux - le moule - qu'une forme en bosse - le modèle - De plus, il est inévitable de retoucher légèrement l'arête de plan de joint du moule durant ce ponçage ce qui donnera sur le fuselage final une "couture" de plan de joint plus large et disgracieuse. Affaire de choix donc. Attention aussi à ne pas lésiner sur la quantité de démoulant car lorsque le modèle est poreux, il a une fâcheuse tendance à refuser obstinément de sortir du moule ! A bon entendeur ...

Le mieux est donc de finir le modèle comme on le fait d'habitude pour un fuselage ou une aile en bois marouflé : quelques couches d'enduit bouche-pores, avec ponçage entre chaque couches, puis peinture. Il faut obtenir une surface parfaitement lisse et brillante, sans aucun défaut. C'est généralement à ce moment là (ça brille maintenant !) qu'on s'aperçoit de toutes les imperfections qu'on a laissées involontairement.

facet tes diverses, bosses, creux, dissymétries ... Alors mastique dans les trous, ponçage sur les bosses, ... ce qui remet le bois poreux à nu ... donc reenduit et peinture ... pour s'apercevoir qu'on en a trop fait, ou pas assez ... alors retouche ... Bon, je vous laisse vous amuser : vous savez comment faire alors "y'a qu'à !" Perdez pas patience et ne me rejoignez au chapitre suivant que si c'est absolument parfait.

LE MOULE

Ça y est ? Le modèle est parfait ? Bien, bien, bien ... Je vais vous mettre du baume au coeur : vous avez fini le plus difficile et le plus long. Le moule, maintenant, ce n'est plus qu'une formalité, enfin ... presque ! Il serait trop bête de tout rater maintenant. Comme d'habitude, allons-y dans l'ordre.

Avant tout, cirez le modèle. Deux, trois, quatre couches ... Si la notice du produit que vous employez parle de deux couches, par exemple, mettez en trois ou quatre par sécurité !! Commencez par fabriquer une "table" (qui sera perdue) un peu plus grande que le fuselage vu de côté et en "bois de pétrole" ; je veux dire en novopan recouvert de formica bien lisse. Le cadre est en ... ce qui vous tombera sous la main fera très bien l'affaire ! Voir le croquis ci-dessous.

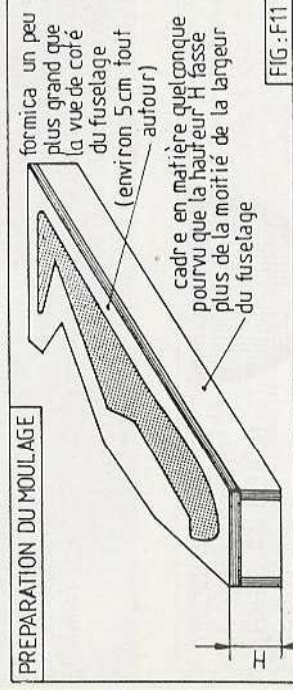


FIG : F11

Cette " table " permettra d'obtenir le plan de joint du moule. Jusque là, facile ! Compliquons un peu maintenant. Posez le modèle sur cette table et calez le de façon à ce que l'axe du fuselage soit bien parallèle à cette table. Trouvez une astuce pour qu'il ne bouge pas trop (pâte à modeler ?) A l'aide d'une équerre et d'un crayon, tracez la silhouette du fuselage vu de côté :

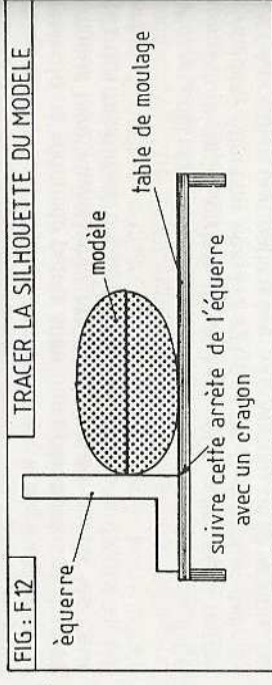
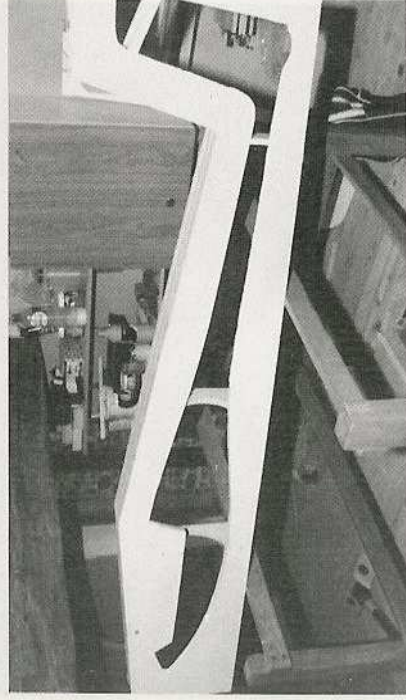


FIG : F12

Tâchez d'être assez précis. Puis attrapez votre scie sauteuse préférée, celle qui a une lame encore pas trop mal affûtée, et découpez suivant ce tracé. Là encore, tâchez d'être relativement précis de façon à ce que le modèle s'encastre dans cette découpe assez précisément. Disons qu'il faut éviter les grands jours de plusieurs millimètres qui poseraient des problèmes par la suite. Ne pas non plus couper trop petit parce qu'il faudrait agrandir ensuite à la main ... Bref, inutile de pinailler pour ajuster le modèle dans cette découpe impeccablement du premier coup mais il faut quand-même être raisonnable.

Ensuite, calez le modèle dans cette table de façon à ce que l'axe du fuselage affleure le dessus de la table. Quand le calage est prêt, ressortir le modèle, et placer une bande de scotch large, genre scotch marron d'emballage, tout autour du fuselage, le long de la ligne du plan de joint, à cheval sur cette ligne, de façon à protéger le modèle sur un ou deux centimètres de chaque côté de cette ligne. Attention de le poser bien à plat : il ne faut pas le moindre pli. Remplacez le modèle dans la table prête à le recevoir, puis, à l'aide d'un gel-coat assez fluide, remplissez toutes les petites ouvertures subsistant entre la table et le modèle. Si le gel-coat est très liquide et risque de couler,

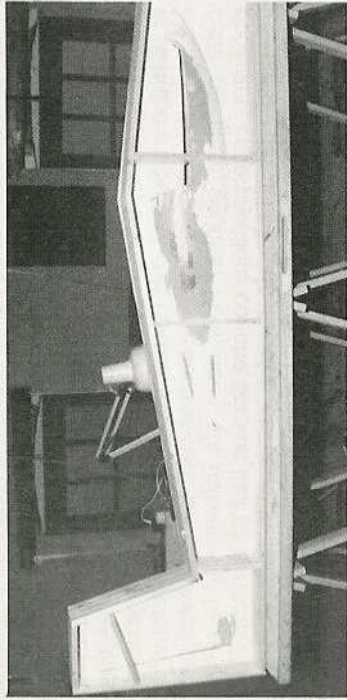
sous la table, jusque sur les parties non protégées par le scotch du modèle, étanchéifiez le passage entre table et modèle avec quelques bouts de scotch.



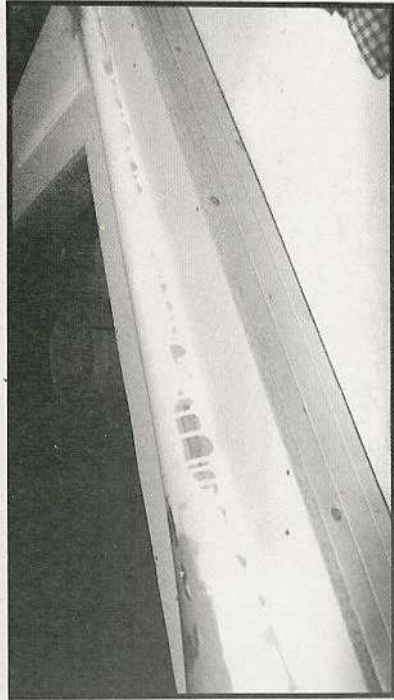
La table de moulage prête à servir.



La table et le modèle. Ici, le modèle est un fuselage ayant subi quelques modifications (suppression des karmanns, réduction de la largeur ...). On distingue un bon nombre de couches de mastic de différentes couleurs.

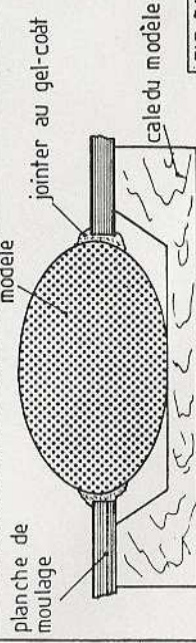


Vue du calage du modèle sur la table qui formera le plan de joint.



Le gel-coat destiné à boucher le joint entre la table et le modèle a "un peu" coulé!

AJUSTER LE MODÈLE SUR SA PLANCHE

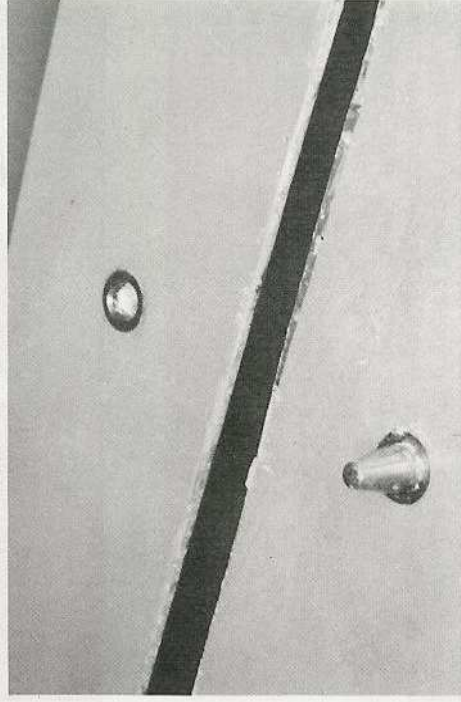


Évitez autant que possible de mettre du gel-coat sur le modèle : c'est casse-pieds à nettoyer ! Mais ce ne serait pas grave. On peut aussi étaler ce gel-coat à l'aide d'une seringue ce qui permet de bien l'injecter dans les fissures et de n'en mettre que là ... ou presque !

Ne surtout pas laisser ce gel-coat durcir complètement : dès qu'il passe en phase gel, c'est à dire qu'il ne coule plus et prend la consistance du beurre, commencer à retirer, à l'aide d'une lame de rasoir ou de cutter parfaitement affûtée, tout ce qui dépasse de la table. On peut couper en même temps le scotch posé sur le modèle et en retirer au fur et à mesure ce qui dépasse de la table. On a ainsi réalisé l'ajustement parfait entre le modèle et la table : il ne reste plus aucun joint par lequel du gel-coat pourrait s'écouler.

Reprenez le cirage du modèle partout où du gel-coat aurait pu s'y coller et avoir été nettoyé, et cirez soigneusement la table.

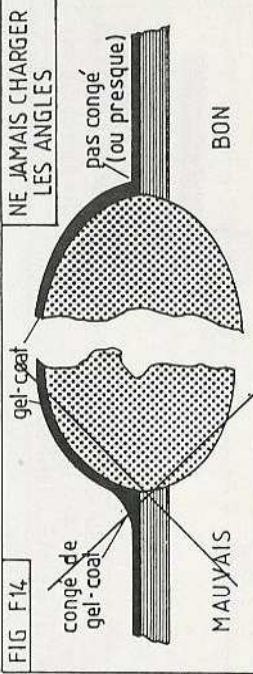
A présent, s'agit de choisir si vous allez faire ce moule en polyester ou en epoxy. En epoxy ce moule aura moins tendance à se déformer et fera un plus long usage. Mais il coûtera beaucoup plus cher. Pour ma part, je trouve que le polyester suffit bien à mes besoins limités ... A vous de voir.

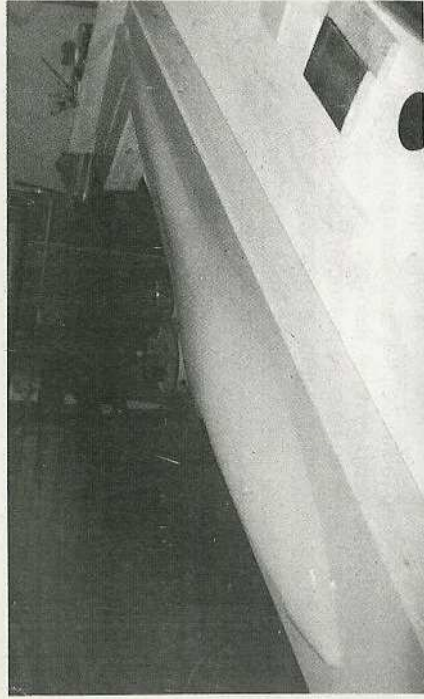


Pour centrer vos deux demi-coquilles, vous pouvez utiliser des plots tels que ceux-ci, de forme tronconique, qui se trouvent chez les fournisseurs de mouleurs-mécaniciens.

Vous avez choisi ? Bien, alors allons-y. La prochaine suite d'opérations devra être faite dans la même journée, même si elle ne représente pas une journée entière de travail. Commencez par une couche de gel-coat partout. Pas trop épaisse, cette couche : disons environ 1/2 mm. Surtout pas de congé dans les angles vifs:

FIG. F14

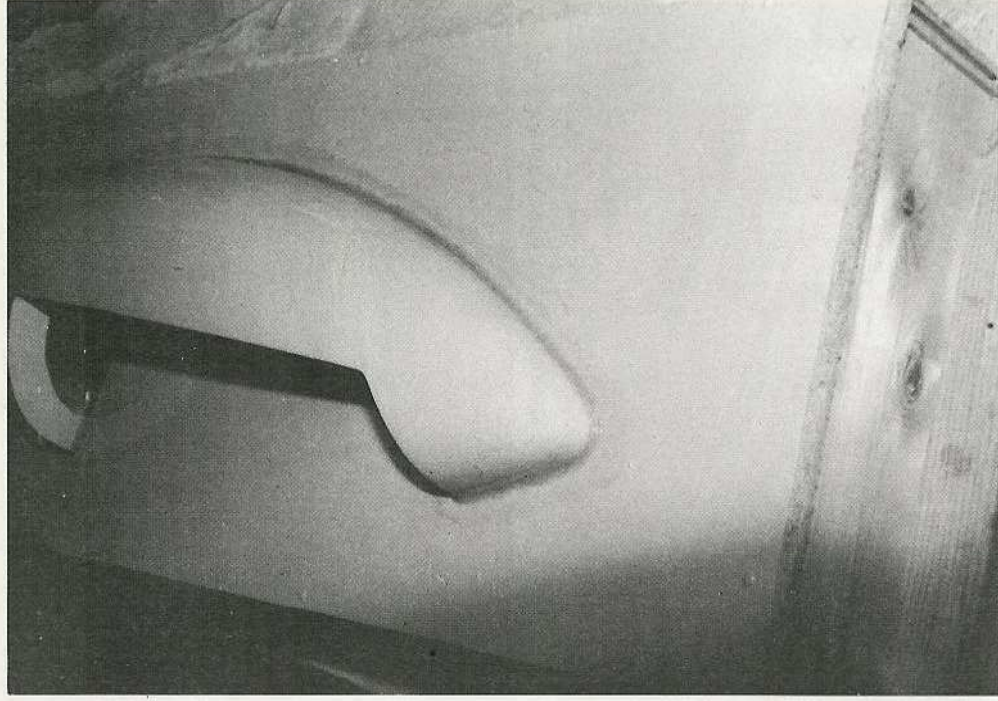




Début du moulage, première opération : une couche de gel-coat partout!

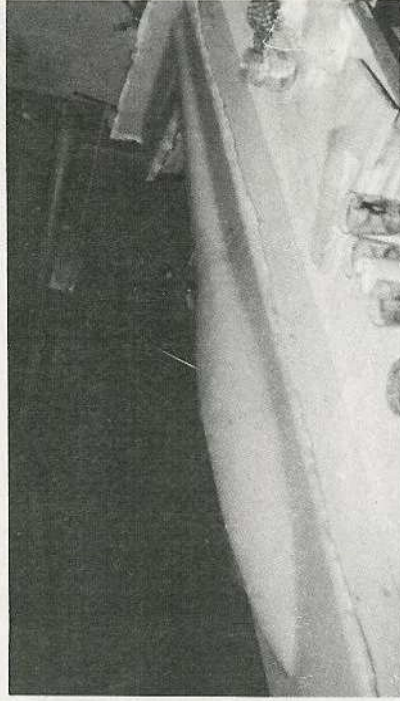


Activation du séchage du gel-coat du moule du Jazz. Notez les nombreux plots de centrage, en alternance avec des chevilles de positionnement des trous de serrage. Une technique un peu différente de celle décrite ici a été utilisée pour mouler ce fuselage, à savoir que le premier demi-moule a été réalisé avec un demi-modèle posé sur une planche de formica cirée. Le deuxième demi-moule a été réalisé en "recollant" l'autre demi-modèle sur celui-ci bien plus tard, une fois le premier demi-moule bien sec. Les deux demi-modèles étant parfaitement gougeonnés, le plan de joint reste presque parfait. Il suffit de mettre un peu de mastic entre les deux demi-formes et le tour est joué.



Moulage, deuxième opération. Des mèches de verranne sont disposées pour renforcer les angles vifs.

Ensuite, posez une première couche, très fine, dite couche de surface. De préférence, commencez par étaler de la résine, puis, posez le tissu seulement ensuite, sur la résine fraîche. Tapotez avec un pinceau pour imprégner parfaitement le tissu avec de la résine. Bien sûr, il faudra rajouter de la résine au fur et à mesure. Surtout, ne laissez pas le moindre manque de résine ni de bulle emprisonnée sous le tissu, en particulier pour cette première couche. Pour ceux qui utilisent de la résine polyester, cette première couche sera un mat de surface. Pour les riches qui utilisent de l'époxy, ce sera un tissu de verre désenzymé de 80 à 100 gr/m². Ne pas hésiter à mettre trop de résine pour cette première couche. Attendre de préférence que cette première couche commence à poisser avant de passer à la suivante.



Moulage, nième opération! Pose de la nième couche de tissu de verre.

Au besoin, si votre gel-coat a tendance à couler, mettez plutôt deux couches fines. Dès que le gel-coat est "amoureux" (c'est un terme de métier qui signifie qu'il n'est plus collant mais que l'ongle le marque encore ; je me demande bien d'où c'est venu !) il faut passer à la suite. Ça consiste à renforcer tous les angles vifs avec une ou plusieurs mèches de verre ou mieux de verranne. Disons que ces mèches doivent faire un à deux millimètres de diamètre. Avec ces mèches, on fait un petit congé dans tous les angles vifs. Profitez-en : c'est la première et la dernière fois que je vous autoriserai à charger localement.

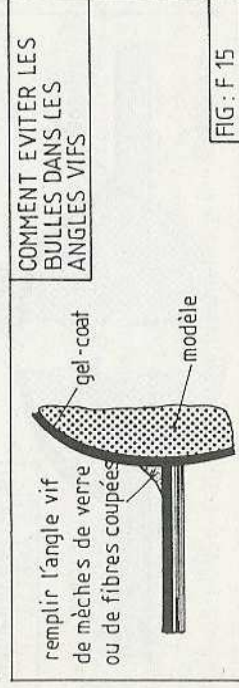


FIG. F 15



Dernière opération sur le premier demi-moule : pose des pieds. NB : merci les copains!

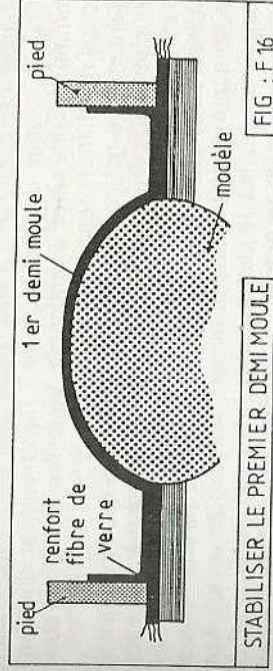


Le premier demi-moule quasiment terminé. On vient de retirer la table. Ne pas démouler maintenant le fuselage.

La couche suivante, ou plutôt les deux ou trois couches suivantes, seront des mats de verre pour ceux qui utilisent le polyester et des verannes pour ceux qui ont pu se payer de l'époxy. Dans l'un ou l'autre cas, chaque couche fera environ 450 à 600 gr/m². Là encore, évitez de faire des congés dans les angles. Ne préparez pas trop de résine à la fois car elle pourrait séchauffer et prendre en masse. Il faut autant que possible éviter tout échauffement du moule durant cette opération, ni localement (c'est pourquoi il ne faut pas faire de congés ni de surépaisseurs locales) ni sur une grande surface. Tout échauffement est un risque de déformation ultérieure du moule. Certaines résines sont tellement réactives qu'il faudra attendre entre chaque couche que la résine ait pris avant de passer à la couche suivante. La chaleur dégagée par la réaction chimique d'une couche échauffe la couche suivante qui s'échauffe d'autant plus à son tour, etc... Le phénomène peut prendre une ampleur inquiétante.

Si la dernière couche est bien belle comme cela, n'allez pas plus loin. Mais si, comme ça arrive souvent, cette dernière couche est rugueuse et pleine de petites pointes qu'on se plantera dans les doigts lorsqu'on voudra manipuler ce moule, mieux vaut finir par une couche de tissu fin ou de mat de surface : ce sera tellement plus agréable, plus tard....

Finissez enfin ce premier 1/2 moule en y collant par-ci par-là quelques pieds en n'importe quoi, qui permettront à ce moule de reposer bien stable sur un chantier sans se vriller. Ça aussi, c'est facultatif, mais c'est tellement plus agréable plus tard... Assurez ce collage à l'aide de bouts de tissus de renfort.



STABILISER LE PREMIER DEMI MOULE

FIG : F 16

Laissez cette première moitié durcir au moins 24 heures avant de passer à la suite. Surtout ne démoulez pas ! Ne vous précipitez pas pour voir le résultat de suite. Il va falloir faire durer le suspens jusqu'au bout !

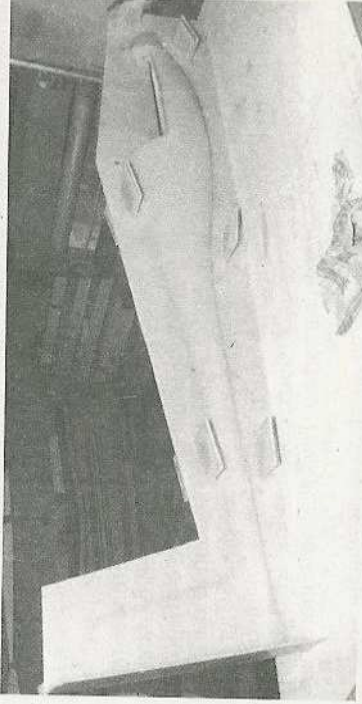
Commencez par ébarber très grossièrement ce qui dépasse de la table. Ne fignolez pas : on fera mieux plus tard. Puis démoulez la table qui nous a servi à réaliser le plan de joint et peut maintenant terminer sa vie dans la cheminée... Bon sang ! Ne démoulez pas le modèle ! Ne soyez donc ni pressé ni inquiet. De toute façon, si vous avez bien suivi mes conseils, c'est sûrement impeccable ! De plus, c'est le seul moyen de réussir un raccord parfait entre les deux moitiés du moule et d'avoir plus tard une " couture " quasi parfaite sur vos futurs fuselages.



C'est reparti pour le deuxième demi-moule! Première opération, gel-coating, bien évidemment!



Troisième opération du deuxième demi-moule. Une couche de mat de verre en surface. On devine les mèches dans les angles vifs.



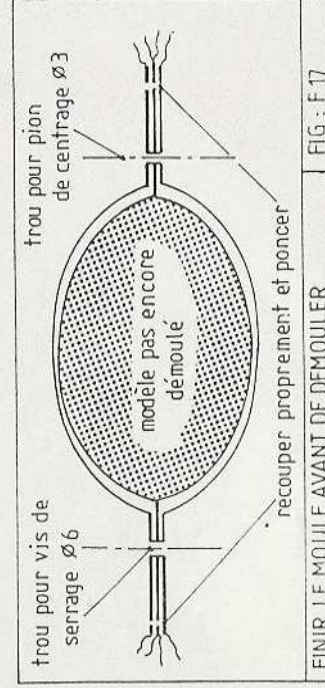
Le moule est terminé. Il ne reste plus qu'à démouler! Le suspens tire à sa fin!

Nettoyez soigneusement tout ce qui a pu rester collé sur le plan de joint du moule et ce qui a pu couler sur le modèle. Retirez le scotch qui protégeait ce côté du modèle (j'espère qu'il a bien rempli son office). Reprenez la litanie du cirage sur toutes les parties du modèle que vous avez pu rayer ou abîmer et sur toutes les parties qui ne sont pas encore cirées, en particulier sur le plan de joint.

Et puis vous recommencez dans le même ordre toutes les opérations déjà faites pour la première moitié du moule : c'est tout pareil !! Je ne redétaille pas : vous connaissez maintenant. Bon je vous plante là : bon après-midi !!

Ça y est ? C'est tout beau, bien moulé ? Vous avez laissé sécher au moins une bonne semaine dans un endroit bien chaud ? Parfait ! Halte-là ! Encore un peu de suspens : ne démoulez pas encore. Plus qu'une paire d'heures d'attente, promis ! Commencez par découper (proprement cette fois) tout le contour inutile du moule. Ceux qui peuvent disposer d'un disque à tronçonner diamanté s'en sortiront en trois minutes avec le sourire. Les autres jureront beaucoup et consommeront moult lames de scie... faut ce qui faut !

Puis percez à travers le plan de joint des deux 1/2 moules des



FINIR LE MOULE AVANT DE DEMOULER

FIG : F 17

MOULER LE FUSELAGE

D'abord une petite digression sur les produits à employer. C'est important tout de même : c'est cette pièce qui va voler... et surtout... atterrir plus ou moins bien !! Reportez vous aussi au chapitre sur les matériaux qui vous en dira plus.

Pour la résine, pas d'hésitation : ce sera de l'époxy. Ceci posé, les tissus seront donc désenzymés compatibles époxy. Mais combien en faut-il, et quel genre ? Éliminons le carbone, trop peu résistant aux chocs, sauf peut-être pour des renforts très localisés. Reste donc le verre ou le kevlar. Le kevlar est particulièrement difficile à travailler, surtout pour un fuselage. Mais il permet de construire léger et très solide. Je déconseille formellement de faire son premier fuselage en Kevlar mais quelqu'un qui maîtrise bien la technique peut avantageusement s'y risquer.

Reste donc les tissus de verre. Pour un fuselage, il faut un tissu très déformable. On choisira donc soit un taffetas tissé très lâche (on voit un trou bien large entre chaque fibre) soit un satin, de préférence sergé. Le fil sera de préférence une sillionne (plus résistante). Pour un petit fuselage (genre planeur de 2 à 3 m) on utilisera soit une seule couche de 350 gr/m² environ, soit une couche de 100 gr/m² et une couche de 250 gr/m². Puis on rajoute un renfort sur tout l'avant de 250 gr/m². Pour un fuselage un peu plus grand (planeur de 4 m genre ASW17 ou ARIEL), ce sera deux couches de 250 gr/m² partout et une troisième en renfort sur l'avant. Pour encore plus grand... à vous de voir !

Tout cela s'entend pour une stratification impeccable, c'est à dire en mettant juste ce qu'il faut de résine : c'est comme ça qu'on construit léger et solide. On peut aussi rajouter de petits renforts ici ou là, aux endroits où ça casse d'habitude : autour

trous qui serviront à serrer ensemble les deux demi moules. En les perceant maintenant, vous serez sûr que ces trous tomberont bien l'un en face de l'autre. Envisagez un trou tous les 15 à 20 cm et aux points névralgiques seront nécessaires. On peut aussi percer 3 à 5 trous de 3 à 5 mm dans lesquels on enfilera plus tard des petits bouts de corde à piano qui serviront à bien repositionner les deux moitiés du moule l'un en face de l'autre : c'est plus précis que seulement par les vis de serrage.

Allez, le suspens est terminé à présent : démoulez ! Pas facile hein ? Commencez par décoller le plan de joint des deux demi moules en faisant coïncider avec une lame de couteau. Tout autour. Maintenant insistez un peu plus au droit du nez. Au besoin, écarterez avec une lame de couteau puis enfillez-y un ciseau à bois et utilisez le pour faire levier. Si ça ne veut pas venir par l'avant, essayez pareil par l'arrière. Brusquement, vous entendrez un énorme craquement sinistre qui signifiera que c'est démoulé : admirez !!

Pour ceux qui ont moulé directement sur le bois brut, il faut encore finir l'intérieur. Poncez le plus gros au papier 400 avec de l'eau savonneuse, puis finissez successivement avec du grain 800 et enfin 1200. Vous pouvez figoler avec de la pâte à polir : c'est permis... et même conseillé !

En cas de défaut plus ou moins local (bulle par exemple) grattez soigneusement la zone incriminée pour enlever toute trace de démoulant, remplissez le trou avec du gel-coat en le mettant le mieux possible du premier coup. Et puis reponcez comme d'habitude au papier à l'eau légèrement savonneuse, grains 400, 800, 1200, puis pâte à polir... quand c'est bien fait, on ne voit plus rien.

Et bien , ma foi, ça y est : le moule est terminé ! Même si vous ne vous en servez pas tout de suite, passez-y une bonne couche de démoulant : sait-on jamais ce qui pourrait arriver et... c'est l'assurance vie d'un moule !

des clés d'ailes, de stabilo, aux ouvertures de verrière ou d'aile, fixations de train ou de cloison pare-feu etc....

La couche de surface maintenant. Reportez vous au chapitre sur les matériaux pour choisir un gel-coat ou son remplaçant. Bien. Rassemblez vite tous ces matériaux et retrouvez moi pour la suite.

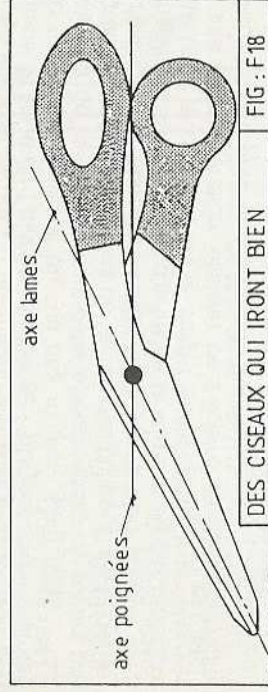
Commencez par cirer le moule soigneusement. C'est déjà fait ? M'ouais ... vous en êtes bien sûr ? Recommencez donc, va, comme ça vous serez vraiment sûr. Vous n'en êtes plus à deux coups de chiffon près, non ?

Maintenant le gel-coat... ou ce qui en tiendra lieu ! Il en faut la couche la plus fine possible, juste assez pour éviter toutes les microporosités superficielles qui compliqueraient la peinture ultérieure. Le mieux est de diluer largement le gel-coat et de le projeter au pistolet. Dans la mesure du possible, évitez d'en projeter sur le plan de joint du moule, mais sinon, cela ne serait pas grave. Faut de pistolet, le pinceau fera l'affaire mais ce sera plus lourd et moins joli. Si le fuselage n'est pas trop étroit, on peut essayer le rouleau : il existe de petits rouleaux en mousse assez pointus qui donnent de très bons résultats. On peut aussi employer des peintures ou apprêts en bombe.

Si vous avez employé une peinture monocomposant ou en bombe, il faut absolument laisser sécher cette couche à fond car elle sèche uniquement grâce au contact de l'air. S'il s'agit d'un produit à plusieurs composants (gel-coat ou peintures et apprêts époxy ou polyuréthane), on doit attaquer le moulage dès que la couche est dure et tant qu'elle colle encore un peu au doigt.

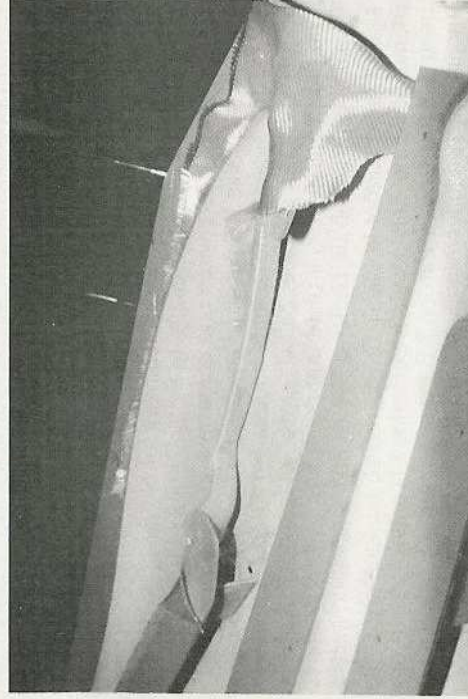
Pendant que le gel-coat prend (ou avant de le passer s'il sèche vite !) découpez tous les tissus de verre qui seront nécessaires. Couper plutôt large, disons au moins 3 cm de rab dans toutes

les directions. Préparez aussi tous les outils qui seront nécessaires : pinceaux, pots propres, balance pour doser la résine, gants... et une paire de ciseaux. J'insiste sur ces ciseaux car ils ont une très grande importance. Ils doivent être parfaitement affûtés et choisis parmi des ciseaux dont la lame n'est pas dans l'alignement des poignées :



Cette forme de ciseaux permet de mieux réaliser les opérations de découpe des tissus dans le moule. Il faut aussi un petit "pinceau à rallonge". C'est un pinceau de 8 à 10 mm de large, suivant l'épaisseur du moule, dont on plie un peu le métal qui entient les poils, un peu à la manière d'un pinceau à radiateur. Puis on enfle le manche dans un tube d'alu de 6 à 8 mm de diamètre et on l'immobilise par un bout de scotch. On obtient ainsi un pinceau dont le manche très long permet d'aller dans tous les coins et recoins du moule même s'il est fermé. La "rallonge" de manche en alu peut être pliée à volonté pour s'adapter à toutes les formes de fuselage.

Autre conseil, lorsqu'on travaille seul, il vaut mieux ne pas préparer plus de 50 gr de résine à la fois. Ainsi, on utilise toujours de la résine fraîche donc moins visqueuse et qui imprègne mieux les tissus et plus vite.



Moulage d'un fuselage en cours : pose d'une couche de renfort sur l'avant.

Allons-y maintenant. première opération : armer tous les angles vifs de façon à y éviter les bulles. Plusieurs produits peuvent remplir cet office. Une mèche de kevlar représente l'idéal... et le plus difficile à bien poser. On peut aussi employer une mèche de verre, à peine plus facile à poser, mais qui renforce aussi. Plus facile à poser, mais qui ne renforce pas ou si peu, de la fibre coupée imprégnée de résine ou encore un mélange résine + microballon assez liquide. Essayez de travailler le plus vite possible et, de toute façon, pas question de s'arrêter en route pour souffler un peu : depuis le remplissage des angles vifs jusqu'à la fermeture finale du moule, tout doit se faire d'un seul coup et avant que le premier mélange de résine n'ait eu le temps de durcir, ni même d'être vraiment gélifié.

Dès que les angles vifs sont remplis, étaler une couche de résine sur toute la surface du moule et poser dessus la première couche de tissu. Commencer par le tissu le plus léger lorsqu'on utilise plusieurs qualités différentes. Imprégner cette couche soigneusement.

Pour imprégner vite et bien, il existe plusieurs astuces. D'abord, il est inutile de vouloir avancer avec méthode, en insistant partout

jusqu'à imprégnation complète. Il vaut mieux passer un peu de résine partout, rapidement, sans insister, et laisser cette résine pénétrer toute seule le tissu par lente capillarité. Par exemple, commencer par le nez et aller rapidement jusqu'au bout de la dérive. Arrivé là, revenir au nez et constater que le tissu est déjà imprégné presque partout comme il faut ! Il n'y a plus qu'à figoler de-ci de-là. Autre astuce : ajouter toujours plus de résine sur les parties verticales du moule et pratiquement rien au fond : de toute façon, la résine coulera le long des parois. En n'agissant pas ainsi, on risque de se retrouver avec trop peu de résine dans les zones verticales, et une véritable piscine au fond du moule. Dernière astuce : toujours commencer par placer le tissu sur tout le moule avant de commencer à l'imprégner. Pendant que vous travaillerez à un bout, l'autre bout commencera à s'imprégner tout seul en pompant la couche de résine que vous avez étalé dans le moule.

Il faut encore imprégner le tissu qui dépasse du moule sur 1 à 2 cm au-dessus du plan de joint. Mais ce n'est pas nécessaire sur tout le tour des deux demi-moules. Il suffit d'imprégner ainsi ce qui sera le dessous du fuselage sur l'un des moules et ce qui sera le dessus du fuselage sur l'autre moule. Vous verrez pourquoi un peu plus loin.

C'est maintenant qu'intervient l'opération délicate. Avec les plus beaux ciseaux que vous pourrez trouver, il va falloir recouper l'excédent de tissu. Voir le croquis ci-dessous :

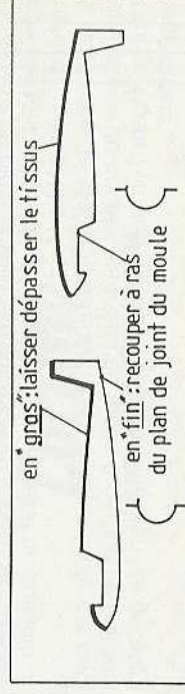
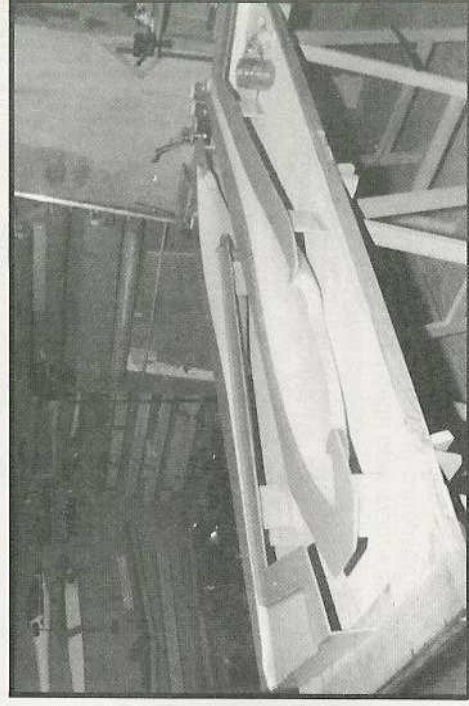


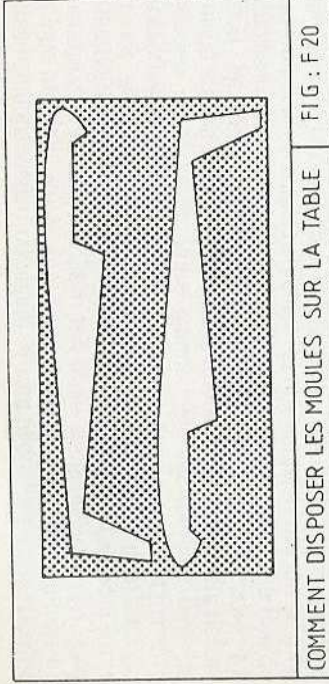
FIG. F 19 RECOUPER L'EXCEDENT DE TISSU DES MOULES



Remarquez la disposition des deux demi-moules sur la table de travail. Les tissus sont posés, imprégnés, recoupés comme il convient. Il ne reste plus qu'à fermer le moule.

Là où le tissu a été imprégné au-dessus du plan de joint du moule, couper en laissant dépasser du moule environ 1 cm de tissu. Partout ailleurs, couper à ras du plan de joint. J'insiste sur la nécessité de couper bien à ras du plan de joint : c'est indispensable. Tout morceau de tissu qui dépasserait du plan de joint risque d'être la cause d'une bulle lors qu'on ferme le moule. Il vaut mieux que le tissu soit en retrait de quelques millimètres plutôt que le contraire. En fait, après recoupe, il est presque toujours possible de figoler en déplaçant un peu le tissu dans le moule.

Ainsi donc, sur l'un des moules, le tissu est recoupé à ras du plan de joint sur le dessous du fuselage ; et, sur l'autre moule, c'est le dessus du fuselage qui est recoupé à ras. Pour ne pas me tromper, j'ai l'habitude de travailler sur une table placée de façon à pouvoir tourner autour, et j'y dispose les moules ainsi :

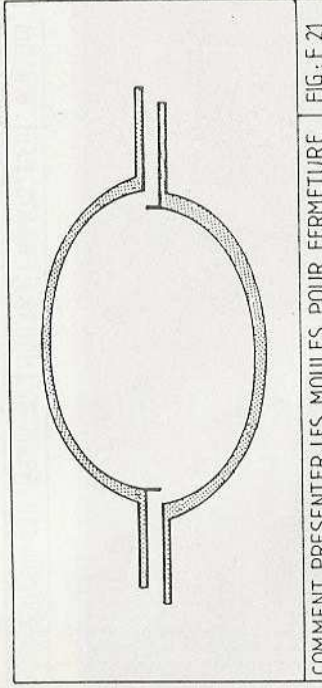


COMMENT DISPOSER LES MOULES SUR LA TABLE FIG : F 20

Je travaille donc sur chaque moule en me plaçant tantôt d'un côté de la table, tantôt de l'autre. Lorsque je dois imprégner le tissu au-dessus du plan de joint du moule, je le fais toujours du côté situé vers le milieu de la table ; de même, je recoupe à ras du plan de joint le tissu qui se trouve du côté le plus près de moi, ce qui est plus facile d'ailleurs ...

Tout ça, c'était pour la première couche de tissu. C'est tout pareil pour la deuxième couche et pour la troisième si besoin, et pour les renforts de-ci de-là. Poser le tissu en place sur toute sa surface, l'imprégner et le recouper, toujours en le laissant dépasser du moule d'un côté et en le recoupant à ras du moule de l'autre côté. Si, à la fin de tout cela, vous vous apercevez qu'il y a beaucoup trop de résine ici ou là, vite Sopalin ! Slurp, on essuie le trop plein et voilà l'erreur réparée ! Mais vite, toujours très vite tout cela : il faut finir avant que la résine ne coagule ... pardon ... ne gélifie !

Il faut fermer le moule maintenant. Rien de plus facile car on a eu l'astuce de couper les tissus de façon à ce que ce soit tout simple. Poser l'un des moules sur l'autre, mais en les décalant légèrement :



COMMENT PRESENTER LES MOULES POUR FERMETURE FIG.: F 21

On peut donc poser les deux moules l'un sur l'autre sans risquer de déplacer les tissus qui sont déjà en place. Après, faire glisser doucement les moules pour les amener à leur place respective l'un par rapport à l'autre. Pendant cette opération, s'assurer que les tissus se placent bien comme il faut, et surtout qu'aucun petit bout de tissu n'est resté pincé entre les deux moules. Eclairer

l'intérieur du moule pour bien voir ce qui se passe dedans. Si besoin, repousser un peu le tissu en enfiant un réglot entre les deux moules. Si tout va bien, finir de serrer les deux moitiés du moule avec les vis prévues à cet effet. Ça commence à prendre tournure, non ?

Il est préférable de finir ce fuselage avec de la résine fraîche. Il en faut peu : 20 à 30 gr, mais il vaut mieux qu'elle soit bien fluide. A l'aide du " pinceau à rallonge " plaquer soigneusement le tissu, qui dépassait de l'un des moules, sur l'autre. Il faut rajouter de la résine durant cette opération car, n'y voyant pas grand chose, on a vite fait de laisser des bulles. Dans la dérive, c'est facile à condition d'avoir un pinceau bien adapté. Bien insister aussi de part et d'autre de la verrière ou de l'ouverture de l'aile, si besoin avec le doigt (ganté bien sur) ... Pendant toute cette opération, essayer de s'éclairer le mieux possible, par exemple avec une lampe de poche.

Et bien voilà ! C'est terminé ! Il n'y a plus qu'à laisser prendre la résine, de préférence dans un endroit chaud. Plouf ! font les pinceaux en plongeant dans l'acétone ! N'oubliez pas de nettoyer soigneusement les ciseaux qui doivent être dans un piteux état !

Ah, encore un truc ! A l'arrière de la dérive et autour de l'ouverture de la verrière ou de l'aile, il y a sûrement des tissus de verre imprégnés de résine qui dépassent du-moule. Si vous attendez que la résine ait durci tout à fait pour les recouper, ce sera pénible : cutter impuissant, alors papier de verre, poussière ... pouah ! Mais si vous le faites quand la résine est encore en phase gel, c'est à dire qu'elle commence seulement à durcir, en 30 secondes ce sera réglé avec un cutter bien affûté : facile, propre ... le pied quoi !

Il vaut mieux attendre le plus longtemps possible avant de démouler : cela évitera au maximum toutes les déformations qui pourraient se produire si on est trop pressé. Si vous pouvez disposer d'un lieu où la température est élevée (50 à 60 °C) 12 heures dans cette ambiance sera probablement un minimum. En été, c'est la température qu'on atteint dans une voiture fermée en plein soleil. En hiver, on obtient des températures intéressantes au-dessus d'un radiateur de chauffage central. Attendre que le moule ait complètement refroidi avant de démouler. Si on ne peut pas chauffer le moule, il faut être très patient ...

... Moi, je compte environ une semaine à 20°C. Allez on démoule ! Enlever toutes les vis, ouvrir le moule, si besoin en s'aidant d'une lame de couteau, et tirer sur le fuselage pour le sortir. En principe, ça fait " crac " et le modéliste fait un " oh ! " d'admiration ... Il reste une petite bavure tout autour du fuselage qu'un coup de papier de verre enlèvera en un instant.

Mais il reste surtout le plaisir d'avoir réalisé quelque-chose soi-même et de ne rien devoir à personne ! N'est-ce pas le plus beau des fuselages ? Pardon ? Sans sa verrière on ne peut pas encore bien en juger ? Infatigable !!! Bon, bon, d'accord ; on y va ! On va la faire, cette verrière ! Rendez-vous au prochain chapitre.



NOS POINTS PILOTES

- 06400 CANNES
AU ROYAUME DU ROI SOLEIL
11, Bd Carnot - Tél. 93.38.40.42
- 11000 CARCASSONNE
CARCA MODELISME
19 rue de la République - Tél. 68.47.29.97
- 13006 MARSEILLE
PATRICK MODELISME
22 Bd Théodore Turner - Tél. 91.42.26.06
- 13200 ARLES
ARLES MODELISME
14 avenue Sadi Carnot - Tél. 90.93.65.64
- 13670 SAINT ANDIOL
SPEED MODEL'S
Route de Mollèges - Tél. 90.95.00.09
- 21000 DIJON
MODELISME 21
3 rue de la Trémouille Tél. 80.71.56.66
- 24000 PERIGUEUX
DH MODELS
9 cours Fénélon - Tél. 53.53.86.89
- 31000 TOULOUSE
MIDI MODEL'S
10 rue du Poids de l'Huile - Tél. 61.21.43.82
- 33100 BORDEAUX BASTIDE
MODELES FANS
102 rue de la Benauga - Tél. 56.40.28.10
- 37000 TOURS
RADIO COMMANDE 2000
32 rue des Tanneurs - Tél. 47.39.42.97
- 38000 GRENOBLE
IDDE/OCTOBUS
3 rue Commandant Giot - Tél. 76.46.51.81
- 38400 ST MARTIN D'HERES
MODELPRO
Pl. E. Grappe - ZAC Centre ville Tél. 76.24.70.00
- 45400 ORLEANS (FLEURY)
HOBBY CLUB MODELES REDUITS
2 rue André Desseaux (RN20) - Tél. 38.43.65.13
- 51000 CHALONS SUR MARNE
MODELISME 2000
30 rue de Marne - Tél. 26.21.23.94
- 51100 REIMS
LOOPING
39 rue Jeanne d'Arc - Tél. 26.88.41.05
- 51100 REIMS
PB MODELISME
112 rue du Mont d'Arène - Tél. 26.47.74.40
- 51200 EPERNAY
MODELISME 2000
4 rue Jean Miel - Tél. 26.53.11.74
- 59510 HEM MODELISME
362 rue Jules Guesde - Tél. 20.80.95.00
- 59290 WASQUEHAL
JD MODEL
406 rue Albert Bailly - Tél. 20.98.59.13
- 66000 PERPIGNAN
MODELISME 66
40 bis rue Jean Payra - Tél. 68.34.25.00
- 67000 STRASBOURG
AU MODELE REDUIT
9 Rond Point de l'Esplanade - Tél. 88.60.24.24
- 67000 STRASBOURG
RUYER MODELISME
C. Cial "La Place de la Halles" - Tél. 88.32.86.13
- 67120 DORLISHEIM
J.M.E.
C. Cial Record - Tél. 88.38.54.78
- 68000 COLMAR
ZIMMERMANN ET Cie
24 rue Vauban - Tél. 89.41.31.95
- 69001 LYON
JET
1 Pl. St-Nizier - 13 Pl. d'Albon - Tél. 78.28.24.59
- 74000 ANNECY
MAQUETTES ET JEUX
10 rue Centrale - Tél. 50.66.21.34
- 75005 PARIS
EOL MODELISME
70 Bd St-Germain - Tél. 16 (1)43.54.01.43
- 75012 PARIS
EOL MODELISME
10 rue Erard - Tél. 16 (1)43.47.21.06
- 75015 PARIS
MODELIST FAN'S
17, rue Daniel Stern - Tél. 16 (1)45.77.84.12
- 76000 ROUEN
HOBBY MAQUETTES
4 av. Jacques Cartier - Tél. 35.73.27.10
- 77320 DAMMARTIN EN GOELE
MODELIST FAN'S
172 bis, rue du Général de Gaulle
Tél. 16 (1)60.03.22.17
- 77310 PRINGY ST-FARGEAU PONTIERRY
S.A. MAMAN ET CIE
23 av. de Fontainebleau - Tél. 60.65.43.30
- 78000 VERSAILLES
AIKO
9 ter rue d'Artois - Tél. 39.51.60.24
- 78120 RAMBOUILLET
ATEM
31 rue Gambetta - Tél. 34.63.81.46
- 81000 ALBI
MAQUETTE 81 JOUETS
8 rue E. Grand - Tél. 63.54.52.30
- 89000 AUXERRE
FANATIC
17 bis rue Roger de Colleyre - Tél. 86.52.59.86
- 91150 ETAMPES
AU MODELE REDUIT
17 rue du Haut Pavé - Tél. 64.94.71.14
- 91400 ORSAY MODELISME
ORSAY Archange - Tél. 16(1)69.28.31.14
- 92300 LEVALLOIS PERRET
CENTRAL LOISIRS
83 rue du Pt. Wilson - Tél. 16 (1)47.31.68.97

Les modèles de maitre de

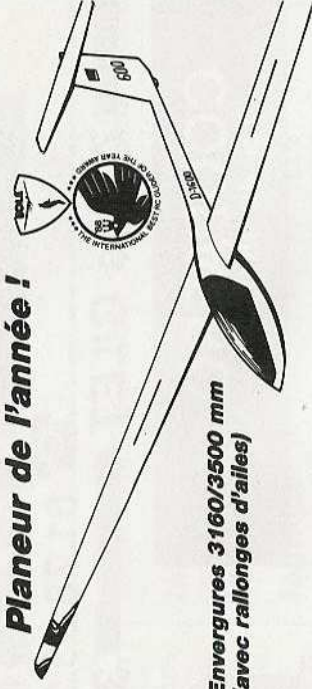
MULTIPLEX

... pour Modélistes avertis

Qualité - performances - élégance

GG-688

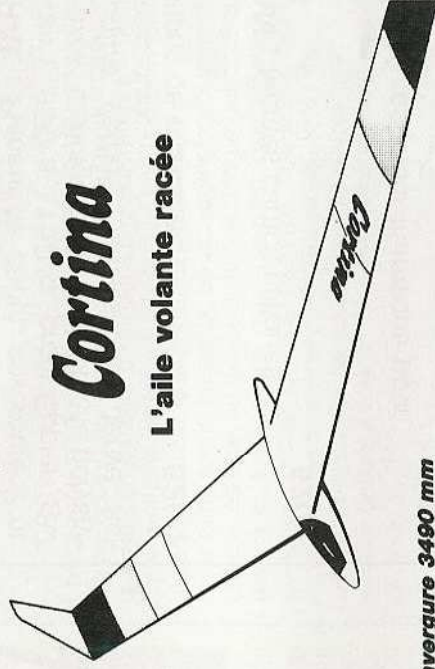
Planeur de l'année !



**Envergures 3160/3500 mm
(avec rallonges d'ailes)**

Cortina

L'aile volante racée



Envergure 3490 mm

ALPINA MAGIC

**un "must"
pour le pilote amateur
de performances.**



**Envergure 3800/4400 mm
(avec rallonges d'ailes)**

Tous nos modèles avec :
- Fuselage epoxy en blanc brillant qualité Multiplex
- Ailes en styopor/Ayous en qualité TF
- Notice de montage

**Faites vous plaisir
consultez votre détaillant**

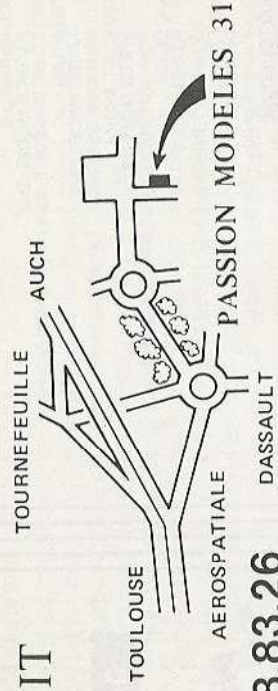
MULTIPLEX modeltechnik

12, rue Marcel Weinum
67100 STRASBOURG
Tél. 88.44.39.62

PASSION MODELES 31

LE NOUVEAU PARTENAIRE DE VOS LOISIRS

TOUT LE MODELE REDUIT
SPECIALISTE R/C



☎ 61.78.83.26

7, Rue GILET 31770 COLOMIERS

COOPAERO

Tél. 49.95.89.03

MISTRAL : Planeur de début, envergure 2 m (41,5 dm²), 950 à 1150 g, profil Eppler 387 mod 2 axes, fuselage bois construit, aile polystyrène, coffré, verrière, stabilisateur, dérive, accessoires, plan, instructions de montage 520 F

ORKAN : Mêmes caractéristiques 3 axes 520 F

ALIZE : Motoplaneur thermique pour 1 à 1,5 cm³ 520 F

FOEHN : Mêmes caractéristiques, motoplaneur électrique 520 F

«Kits ready To Fly CAP 21 - Cessna 172 - Piper Cherokee - Tercel
Prix sur demande

COOPAERO - BP 8 - 79240 L'ABSIE

LE Modélet

A 50 m de la Gare du Nord

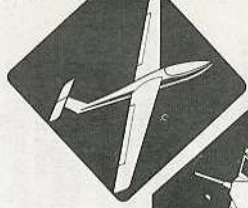
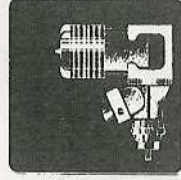
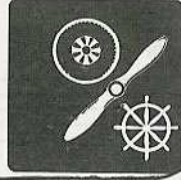
154, rue du Fb Saint-Denis, 75010 PARIS

40 35 74 56

Tél. : (1) 40 35 74 56

Ouverture du mardi au samedi inclus de 9 h 30 à 12 h 45 et de 14 h à 18 h 45

30 ANNEES
D'EXPERIENCE
CHOIX, PRIX et
COMPETENCE



VIENT DE PARAITRE

ENVOI SOUS 48 heures

DIMENSIONNEMENT DIRECT PRINX DES 37 ANS D'EXPERIENCE

CATALOGUE GENERAL PB MODELISME

1989
PARMI LES PLUS GRANDES MARQUES
+ de 12 000 références
UN CHOIX
Avec un grand nombre de modèles pour tous les budgets
Aéroplanes, Hélicoptères, Propulseurs

DES PRIX DIRECT FABRICANT

CE CATALOGUE GENERAL 1989 est disponible contre la somme de 30 F à : PB Modelisme, 112, rue du Mont d'Arène ne, BP 1435, 51066 REIMS CEDEX



FLASH!
100% CARBONE

Résine Epoxy - Imprégnation
Sous-vide - Cuisson 180°

De 1,5 à 3 mm d'épaisseur

Spécial thermique 3 mm avec pli alu

MODELES FANS
102, rue de la Benauge
33100 BORDEAUX
Tél. 56.40.28.10

Dimensions et tarifs
contre enveloppe timbrée
+ 2 timbres à 2,20 F

4^{ème} PARTIE

LA VERRIERE

Voilà encore une pièce qui semble effrayer beaucoup de modélistes. Faire une verrière n'est pourtant pas difficile : il suffit d'un four et d'une matière première adéquate. J'ai déjà abordé, dans le chapitre au sujet des outillages, comment se bricoler le four idéal ... ou tout au

PRINCIPE

Tout d'abord, j'élimine le cas des verrières de forme développable. Ces verrières peuvent être réalisées directement en courbant une feuille plane et j'ose croire que vous n'avez pas besoin de longues explications pour réaliser ce genre de pièce !

Je ne m'intéresse donc ici qu'aux verrières de forme non développable. Pour réaliser cette pièce, il va falloir déformer une feuille plane. L'opération s'appelle du thermoformage. Certains plastiques ont la propriété de devenir malléables lorsqu'on les chauffe. On peut les déformer à volonté tant qu'ils sont chauds. Puis, lorsqu'ils refroidissent, ils reprennent leur rigidité habituelle. C'est cette caractéristique que nous allons utiliser.

La suite des opérations est donc la suivante : chauffer une feuille de plastique transparent ; lorsqu'elle est bien chaude, l'emboutir sur un poinçon ayant la forme qu'on veut obtenir ; puis la laisser refroidir sur ce poinçon. Voyons tout cela en détail.

POINÇON

Si vous avez fabriqué votre modèle de A à Z comme je l'ai décrit au chapitre " fuselage ", vous avez déjà fabriqué ce poinçon avant de terminer la finition du modèle du moule de fuselage. Si vous n'avez pas suivi cette étape, rappelons-en les grandes lignes.

Premier objectif, disposer d'une forme de cette verrière, en creux. C'est à dire qu'il faut disposer d'une pièce dont l'intérieur est à peu près lisse et possède la forme de la verrière qu'on désire, mais en creux. Disons que vous avez taillé un bout de polystyrène expansé à la forme que vous désirez, que vous

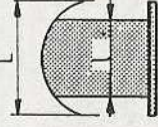
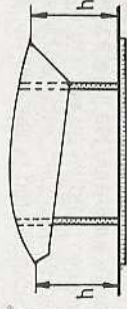
moins suffisant pour nos besoins modélistes ! De même, j'ai déjà décrit, dans le chapitre sur la fabrication du moule de fuselage, comment fabriquer le moule de verrière ; mais je vais quand même y revenir partiellement ici.

l'avez recouvert de deux couches de tissu de verre imprégné de résine époxy, que vous avez fini proprement cette surface, et que vous en avez tiré un moule à peu près propre ... Il existe une autre méthode moins reluisante que tout le monde aura deviné mais sur laquelle je préfère ne pas m'étendre ...

Dans cette forme en creux, on va mouler le poinçon. Il faut une couche épaisse de gel-coat, si possible un gel-coat qui résiste bien à la température mais ce n'est pas essentiel. Ensuite quelques couches de tissu de verre, disons qu'il faut que cela représente au total environ 1500 gr/m².

Démouler et monter ce poinçon sur un support qui lui permettra de tenir debout à environ 10 cm du sol et à peu près à l'horizontal.

LE POINÇON DE THERMOFORMAGE



côtes h environ 150 à 200 mm mais la largeur L des pieds doit surtout être inférieure à la largeur L de la verrière

FIG: V1

Finir la surface du poinçon au papier de verre grain 320 maxi de façon à laisser cette surface finement rayée. Il ne faut surtout pas la polir car lors du moulage de la verrière, si le poinçon était poli, on emprisonnerait de l'air entre lui et la feuille de plastique ; les bulles d'air ne pourraient pas s'échapper et créeraient des déformations inesthétiques.

LA MATIERE

Avant tout, rassembler tout ce qui sera nécessaire : le poinçon, le four, les pinces pour tenir la feuille de plastique, un petit bout de chiffon non pelucheux
Aie ! Il nous manque l'essentiel : la matière première !!
Ennuyeux car ce n'est pas le plus simple.

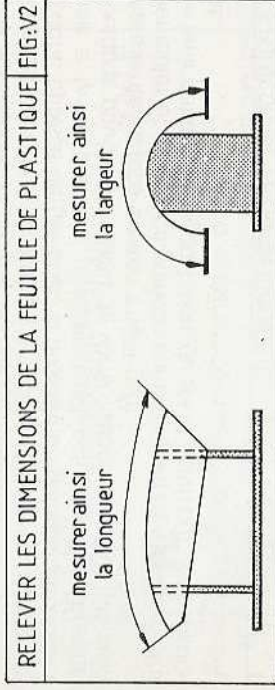
Quelle est donc la nature de cette mystérieuse " feuille de plastique " dont je vous parle depuis un bout de temps ? En fait, c'est la majeure partie du secret de la réussite d'une verrière. Plusieurs matériaux peuvent faire l'affaire . Le mieux, c'est la

Cabulite. Vient ensuite le PVC transparent thermoformable (attention, il existe des PVC qui ne se thermoforment pas). Le rodhoïd peut convenir, à la rigueur, si la verrière que vous voulez ne demande pas trop de déformation. Le plexiglass et les polycarbonates (LEXAN) se thermoforment aussi mais demandent des températures difficiles à obtenir avec ma méthode et je déconseille. Donc, tâchez de trouver de la Cabulite ou du PVC thermoformable.

Où trouver ces produits ? Chez le fabricant, peut-être, mais je doute qu'il vous livre pour moins d'un kilomètre carré ! Il faut donc un détaillant. Une fois de plus, on trouve tout dans l'annuaire ou le minitel. Pages jaunes, voyons voyons, ... "Cabulite" ... non rien : m'étonne pas .. essayons "plastique" ... rien non plus ! C'est pas possible ! Ils doivent quand même connaître les matières plastiques dans les PTT ! Qu'ai-je dit ? "matières plastiques" ? pourquoi pas ? Voyons voyons, ... "matières plastiques" ... Victoire ! Maintenant, cherchez aux rubriques "produits pour l'industrie" ou "outillage et matériel pour la transformation" ou encore "transformateurs". Là-dedans, vous trouverez sûrement votre bonheur. Au pire vous trouverez for-

THERMOFORMONS

Cette fois ça y est : on a tout ce qu'il faut. Alors on y va ! Avec un réglé, mesurez les dimensions développées de la verrière à faire (sur le poinçon).



Pour la largeur, il faut la mesurer là où elle est la plus grande. Découpez la Cabulite en ajoutant environ deux centimètres de rab dans le sens de la longueur. En fait, on ne va pas l'utiliser tout de suite, mais en coupant ce morceau, il est sûrement resté une chute qui va nous servir à "régler" le four. Si elle ne vous est pas restée une chute, y'a qu'à en faire une ...

Régler les supports de pince du four à environ 10 cm des résistances. Fixer la chute sur les pinces, brancher le four, le laisser chauffer quelques minutes et placer la chute de Cabulite pour la faire chauffer. Après quatre à cinq minutes, on peut estimer que la Cabulite ne chauffera pas plus. Il s'agit de savoir si elle est trop chaude ou trop froide.

Commençons par "trop chaud". Ça se voit très bien : la Cabulite commence à brûler ! Oh, pas avec de grandes flammes, rassurez vous, rien de dangereux ! Simplemment, on voit apparaître à la surface des petites cloques rondes. On dirait des "yeux dans le bouillon". Le phénomène commence à se produire près des pinces d'habitude car la Cabulite, devenant souple lorsqu'elle est chaude, s'incurve vers le bas si bien que le centre de la plaque se retrouve plus loin des résistances et donc moins chaud. Bien sûr, si vous constatez ce phénomène, c'est que la plaque est trop près des résistances. Il faut donc baisser les supports du four d'un cran, mettre une "chute" neuve et recommencer. Et ainsi de suite jusqu'à ce que la Cabulite ne brûle plus. Là, on a défini le bon réglage du four.

Et si, au premier essai, la Cabulite ne brûle pas ? C'est probablement qu'on est beaucoup trop froid : ce serait un miracle de définir le bon réglage par hasard. Comme il est pratiquement impossible de savoir si on peut chauffer davantage sans l'avoir essayé, essayons ! Monter les supports du four cran par cran en recommençant l'essai à chaque fois. Attendre un bon moment à chaque étage que la température se stabilise. Lorsqu'on verra

cément un artisan qui fait du thermoformage et qui pourra vous dire où trouver ces produits, voire vous en revendre ce qu'il vous faut.

Autre source d'approvisionnement : les détaillants en modélisme ! Ben oui : tout bêtement. Robbe et Graupner (au moins eux) vendent ce qu'ils appellent du rodhoïd pour faire des verrières. Généralement teinté, ce rodhoïd n'en est pas, et heureusement car il se thermoforme parfaitement. Le seul inconvénient est que les plaques sont minuscules et très chères.

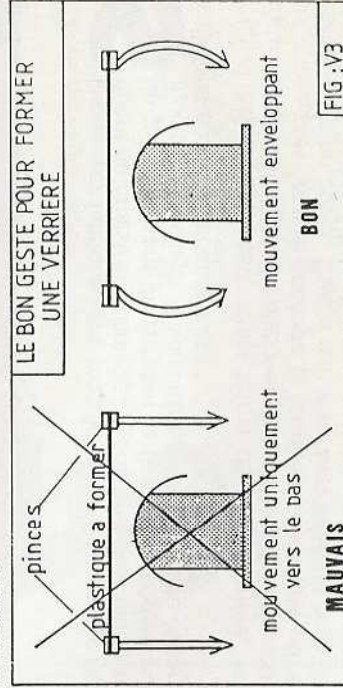
Comme vous avez de grandes chances de rater les premiers essais, il vaut mieux vous approvisionner ailleurs, le temps de vous faire la main.

Derniers détails, qu'il s'agisse de Cabulite ou de PVC thermoformable, il vous faut une plaque de 1 mm d'épaisseur. Ensuite, ces deux matériaux existent en transparent, bleuté, verdâtre, marron, laiteux ; on peut aussi peindre la verrière par l'intérieur avec les peintures en bombe transparentes destinées à faire des bandeaux sur les pare-brises des voitures ; bref, cote décoration, tout est possible.

apparaître les petites cloques signalant qu'on est allé trop haut, il suffira de redescendre d'un cran pour être sur d'être au meilleur réglage possible. Vous voyez bien qu'il valait mieux utiliser une chute pour faire ce réglage !!

A présent, allons-y pour le premier essai. Placer le poinçon sur la plaque de base du four. Fixer le morceau de Cabulite sur les pinces et mettre le tout à chauffer. L'ennemi n° 1, maintenant, c'est la poussière. Le moindre grain de poussière sur le poinçon, ou sur la face de la plaque de Cabulite qui viendra au contact du poinçon, laissera une trace sur la verrière. Mais que c'est difficile à éliminer complètement la poussière ! Surtout sur ces bouts de plastique constamment chargés en électricité statique. A vrai dire, je ne connais pas de solution parfaite. On peut utiliser un chiffon à peine humide, mais vraiment à peine. S'il est trop sec, il ne fait que soulever la poussière qui retombe aussi sec d'où elle vient, attirée par l'électricité statique. Trop humide, il laisse de fines gouttelettes d'eau sur la pièce qui vont sécher rapidement ... en laissant sur la pièce leur sels minéraux, ce qui revient au même ! Il faut donc trouver l'humidité "qui va bien". Certains camarades modélistes m'ont dit avoir trouvé la solution sous la forme de chiffon anti-statique, genre "essuie-disque". Personnellement, je n'ai jamais trouvé un de ces chiffons qui me donne satisfaction ; je n'ai peut-être pas trouvé la bonne marque ...

Mais ne nous laissons pas arrêter par quelques grains de poussière ! Bien sûr, il faut travailler à deux, chacun à un bout des pinces. Dès que la Cabulite est bien chaude, passer un dernier coup de chiffon pour se donner bonne conscience vis à vis de la poussière, attraper les pinces, les dégager de leur support du four et venir enrouler la Cabulite sur le poinçon en tirant dessus juste assez pour qu'elle vienne bien plaquer partout sur le poinçon. Attention, j'ai bien dit qu'on enroule la Cabulite sur le modèle : il y a là un geste un peu particulier qui améliore le résultat :



Ainsi, au fur et à mesure où on enroule la Cabulite sur le poinçon, on tire dessus juste assez pour la faire plaquer partout. L'avantage, c'est qu'on étire la Cabulite au fur et à mesure des besoins et pas seulement à la fin de l'estampage. On l'étire donc régulièrement sur toute sa surface et, en conséquence, on lui demande moins d'épaisseur localisée. On obtient aussi une verrière dont l'épaisseur est plus régulière, ce qui évite de se retrouver avec une pièce dont les bords sont extra fins donc particulièrement fragiles. En effet, quand on déforme la Cabulite, on l'étire localement et donc on diminue son épaisseur.

Tout cela doit être fait rapidement pour que la Cabulite n'ait pas le temps de refroidir avant qu'on ait fini la pièce. Mais il ne faut pas non plus aller trop vite de façon à avoir le temps de bien positionner la Cabulite sur le poinçon, et à lui laisser le temps de s'étirer. Disons que l'opération complète demande environ 5 secondes, cela vous donnera un bon ordre d'idée.

Ensuite, continuer à tirer sur les pincés de façon à garder la Cabulite bien plaquée sur le poinçon le temps qu'elle refroidisse assez pour ne plus se redéformer. Disons que cela peut demander entre 1 et 2 minutes ; moins si un troisième larron peut couper le chauffage du four pendant que ceux qui sont au charbon tirent sur les pincés. Il vaut mieux attendre encore 1 à 2 minutes avant d'enlever la verrière du poinçon pour admirer le résultat. Pendant que ça sèche, ... pardon, que ça refroidit, retirer les pincés par exemple.

Ayant loupé une quantité de verrière qui remplirait quelques poubelles, je vais vous décrire les principaux défauts que j'ai rencontrés et le moyen d'y remédier. Ainsi, vous irez peut-être plus vite que moi dans la mise au point de cette technique. La matière perd son aspect transparent et blanchit là où on l'a étirée. On rencontre ce cas surtout avec le rodhoïd. Il n'y a pas grand-chose à faire ... Essayez de chauffer plus longtemps pour obtenir une meilleure homogénéité de la température sur l'épaisseur de la plaque. Ou bien former la verrière plus vite pour qu'elle n'ait pas le temps de refroidir avant la fin du formage. Ou encore, soigner mieux le mouvement enveloppant pour éviter au maximum les étirements locaux. Mais le mieux, et aussi le plus simple, c'est de changer de matériau : la Cabulite et le PVC réellement thermoformable n'ont pratiquement pas ce défaut. La Cabulite est froide avant qu'on ait eu le temps de finir de former la verrière. Cela se produit surtout avec des verrières

très galbées. Il faut essayer d'aller plus vite en formant la verrière sans pour autant négliger le mouvement enveloppant ... On peut aussi chauffer le poinçon, par exemple avec un sèche-cheveux, avant de former la verrière : ainsi, il refroidira moins la Cabulite. Mais c'est peut-être aussi parce-que la Cabulite n'est pas assez chaude, surtout vers le milieu de la plaque (là où il faut le plus la déformer). Il faut essayer de chauffer davantage et surtout éviter que la feuille ne creuse entre les deux pincés lorsqu'elle devient molle, en la gardant tendue. A la limite, il faudra peut-être abaisser la résistance du milieu, voire en ajouter une de plus. On peut se faire une idée des zones les plus chaudes sur la plaque de Cabulite en observant où elle commence à "brûler" lorsque cela se produit.

Les bords de la verrière sont exagérément minces, beaucoup trop fragiles. Là, pas d'hésitation, c'est le mouvement au moment de former la verrière qui n'est pas bon, pas assez enveloppant. Un bon mouvement enveloppant repartit correctement l'étirement sur toute la surface de la plaque de Cabulite. Mais ce n'est pas facile à réussir au début.

Petits points partout sur la verrière, donnant des qualités optiques médiocres. Là encore, pas d'hésitation : c'est la poussière. Le chiffon est trop mouillé, ou pas assez, ou pelucheux ... Inutile de vous dire que vous ne pourrez jamais réussir une verrière correcte si vous venez juste de poncer une aile en balsa et que de la poussière vole partout dans l'atelier.

Bulle d'air emprisonnée entre la Cabulite et le poinçon, donnant une déformation locale inesthétique. Cela ne devrait pas se produire si le mouvement a bien été enveloppant ... mais cela se produit quand-même ! Voir alors le dépolissage du poinçon : il doit être finement rayé partout. Si ce n'est pas le cas, ou pas assez, reponcer le modèle avec un papier de verre plus gros. Si ça ne va toujours pas, il faut peut-être chercher l'explication dans la durée de chauffage de la Cabulite. En effet, certaines variétés de matériaux thermoformables fument beaucoup au début du chauffage.

Ça sent d'ailleurs très mauvais ! Après quelques instants, ce dégagement gazeux diminue puis semble disparaître. Il faut attendre de ne plus voir de fumée sortir de la Cabulite avant de former la verrière.

Voilà ! Je pense vous avoir exposé tous les problèmes que j'ai rencontrés et le moyen d'y remédier. J'espère qu'à présent la fabrication de la verrière de votre modèle ne vous effraie plus.

**LEADER
DU RÉDUIT
MODÈLE**



PARIS

TROIS MAGASINS

* 70, boul. St-Germain
75005 PARIS

Tél. Tél. 43.54.01.43
Lignes groupées

8h - 20h sans interruption

62, boul. St-Germain
75005 PARIS

Tél. 43.54.01.43

8 h - 20 h sans interruption

10, rue Erard
75012 PARIS

Tél. 43.47.21.06

9 h 30 sans interruption 19 h

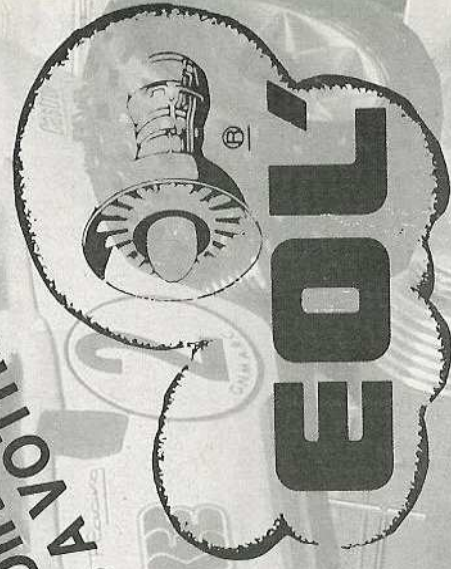
* **8^H - 20^H**

**SANS
INTERRUPTION**

**LE PLUS
LEPTANT de
IMPO - Plus de
STOCK - Plus de
200 marques**

LOOK

**C'est notre
SEULS MAGASINS A VOIR AUTANT DE
TECHNICIENS-VENDEURS A VOTRE SERVICE**



LE PLUS...

**SEULS MAGASINS A VOIR AUTANT DE
TECHNICIENS-VENDEURS A VOTRE SERVICE**

VENTE PAR CORRESPONDANCE

— DÉTAXE

Expédition dans toute la France
et Dom-Tom.

SERVICE APRÈS-VENTE

Avec nos conseils

CHOISISSEZ - EMPORTEZ

CRÉDIT IMMÉDIAT

MODELISME 92

Fermé le dimanche et lundi
Ouvert de 9 h 30 à 12 h 45
et 14 h 30 à 19 h 30
Samedi jusqu'à 19 h

1, rue de Billancourt - Place Bernard-Palissy - 92100 BOULOGNE - Tél. : 46.05.40.99

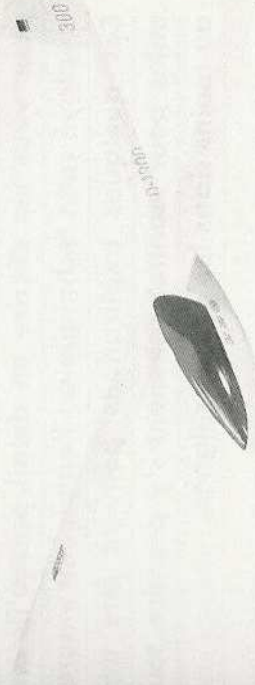
LES 4 MÈTRES

DG 300, Multiplex

ASW 22, Multiplex

DISCUS, Graupner

ASK 21, Rödel



Facilités de
paiement

MODELISPORT

Coussac Bonneval - 87500 ST YRIEX
Tél. 55.75.20.07

Tout pour le modèle réduit.

Vente par correspondance.

Toute la gamme WEBRA en stock.

Toutes les grandes marques en stock.

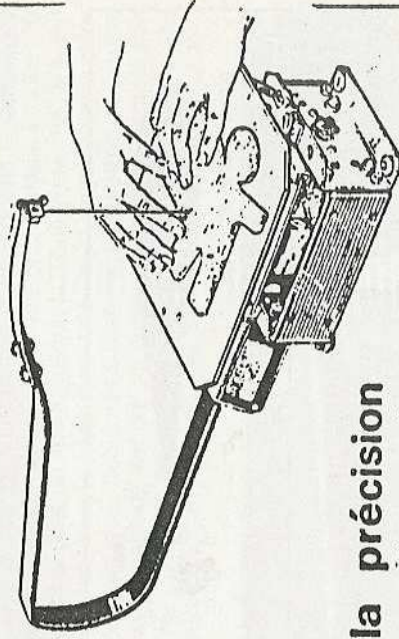
Demandez notre dépliant promotionnel
contre 2 timbres à 2,20 F

Colles et résines Epoxy

Tissus de verre - Mèches de carbone

Micro-Ballon etc...

scie ABAREL



la précision au bout des doigts

Pour tous renseignements, s'adresser à :
ABAREL 34, rue Sambre et Meuse - 75010 PARIS.

Je désire une documentation détaillée sur la
scie ABAREL contre 2 timbres

Nom :

Adresse :

Code :

Ville :

5^{ème} PARTIE

LES AILES

Enfin ! Venons-en au plat de résistance : la construction des ailes en plastique !

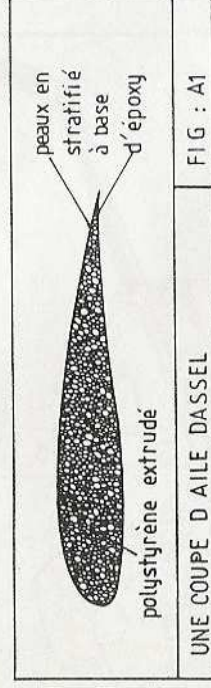
A tout seigneur, tout honneur, commençons par le premier planeur ainsi construit : le DASSEL. Je ne m'étendrai pas sur les détails de construction car non seulement je ne les connais pas bien,

mais encore d'autres que moi sont mieux placés pour vous les décrire en détail puisqu'ils ont employé cette technique ou l'emploient encore. Ces quelques explications peuvent être très utiles pour montrer comment s'y prendre, tout au moins dans les grandes lignes.

LA METHODE EST SIMPLE

Le principe est simple :

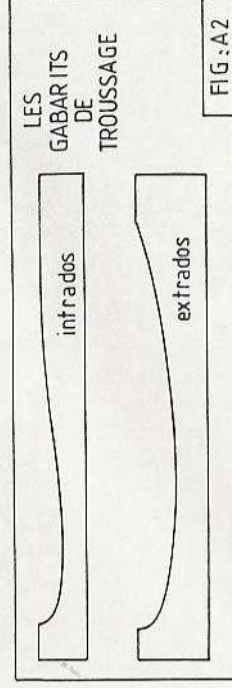
- Fabriquer un jeu de moules, le plus parfait possible (!)
- Stratifier dans ces moules une peau intrados et une peau extra dos, poser dans l'un des demi-moules un noyau d'aile en rooformat et refermer le moule sans laisser à la résine le temps de polymériser. En séchant, la résine colle le rooformat et on obtient une aile dont la structure est à peu près la suivante :



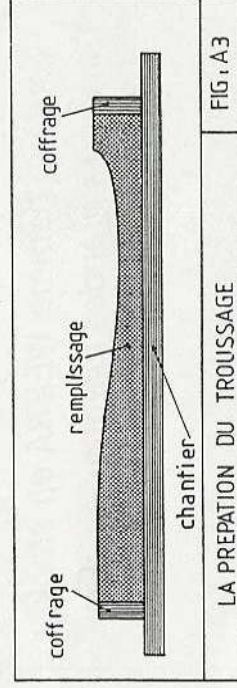
Dans la pratique, AIE !!!

Commençons par le moule : il faut bien en passer par là ! Il est fabriqué directement, c'est à dire sans passer par l'étape intermédiaire de la fabrication d'une aile servant de modèle et qu'on va mouler pour ... obtenir un moule. La technique utilisée est le trousseage d'une pâte époxy.

Commencer par découper des gabarits en aluminium représentant les profils essentiels de l'aile à fabriquer et en creux. Le nombre de gabarits nécessaires dépend de l'envergure du planeur et de la longueur de la règle rectifiée dont on dispose (voir plus loin).



Fixer ces nervures à l'endroit requis sur un chantier et faire un coffrage autour :



puis remplir l'intérieur de ce coffrage avec une pâte spéciale, ou de la mousse, ou du plâtre, ou ... etc ... Arrêtez ce remplissage à quelques millimètres de la partie supérieure des gabarits, la cote exacte dépendant de la pâte à trousseur que vous utiliserez.

On en arrive donc au trousseage proprement dit. Pour cela, il vous faut une règle rectifiée, c'est à dire parfaitement droite sur toute sa longueur et bien rigide. Préparer et étaler la pâte à trousseur de façon à remplir ce qui ne l'est pas encore. Utilisez la règle rectifiée que vous faites glisser sur au moins deux gabarits à la fois pour lisser la pâte le mieux possible à la bonne cote. C'est cette opération qui s'appelle le "trous sage".

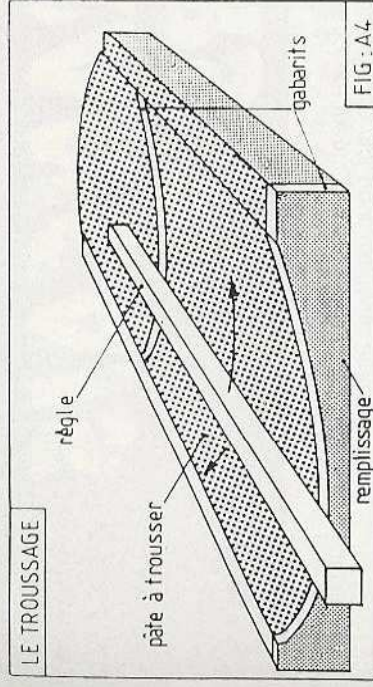


FIG : A4

Lorsque la surface paraît suffisamment lisse, laisser polymériser la pâte. Ensuite, il n'y a " plus qu'à " finir la surface en ponçant pour enlever tous les défauts ; en remettant de la pâte (ou une autre pâte, ou du gel-coat, ou ...) pour reboucher les trous restants ; en reponçant ce rajout, etc ... Lorsqu'il ne reste plus aucun défaut, supprimer les rayures dues au ponçage en ponçant avec du papier abrasif de plus en plus fin ; enfin polir pour obtenir un brillant style miroir du plus bel effet. Toute cette finition doit être faite , bien sur, avec une cale à poncer assez grande pour être sur de ne pas creuser le moule entre deux gabarits. De même, il ne faut pas reponcer les gabarits durant cette operation pour ne pas déformer le profil.

Bien entendu, il faudra faire tout cela quatre fois pour la paire d' ailes complète ! Bon courage !! Pour les astucieux et les paresseux, noter qu'il ne faut qu'un seul moule quand l'aile est rectangulaire ou quand le profil est symétrique.

Admettons que vous avez terminé le moule. Voyons comment s'en servir.

Commencer par les classiques couches de cire ou autre démolant. Polir soigneusement. Ensuite, à ma connaissance, aucun des utilisateurs de cette technique n'utilise de couche de finition (gel-coat) mais c'est tout à fait possible (le poids !!). On peut aussi utiliser de la peinture ou de l'apprêt en guise de gel-coat, mais il vaut mieux faire des essais préalables pour s'assurer que la peinture restera effectivement accrochée sur l'aile et non sur le moule !! On peut même faire toutes les décorations possibles et imaginables avec de la peinture en masquant telle ou telle zone du moule avec du scotch avant de peindre les autres parties. Mais là aussi, faire des essais : le scotch pourrait bien arracher le démolant !

Stratifier alors le tissu de verre avec de la résine époxy. Dans le cas du DASSEL, il s'agit de tissu de Kevlar® de 80 gr/m² environ : quatre couches à l'emplanture, puis trois couches puis deux et enfin une seule vers le saumon. Ceci, bien sur, dans les deux moules extrados et intrados. Ne pas laisser la résine polymériser : placer de suite le noyau de roofmat dans l'un des moules et fermer l'autre moule par-dessus. Serrer les deux demi moules : il faut écraser très légèrement le roofmat, de quelques dixièmes de millimètres (deux ou trois !)

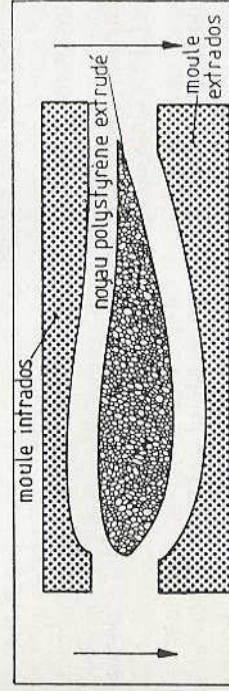


FIG : A5

FERMETURE DU MOULE D AILE DASSEL

Là est l'autre problème de cette technique : il faut réussir à découper un noyau de roofmat qui soit parfait, non seulement au point de vue état de surface, mais surtout au point de vue respect du profil ; il faut que ce noyau corresponde au moule à un ou deux dixièmes près !!

Les Autrichiens y sont parvenus, disent-ils : chapeau bas ! Mais ils ont fait encore mieux : ils ont mis au point une technique permettant de tourner cette difficulté, pour ceux qui ne sont pas des experts du fil chaud mais savent se servir d'une pompe à vide. Agir moule par moule. Stratifier la peau comme d'habitude et poser un noyau dans ce moule. Ce noyau doit être très bien découpé du côté moule, l'autre côté étant sans importance puisqu'il sera éliminé. Mettre un joint de mastic tout autour du moule, poser un film plastique étanche et faire le vide. Ceci va plaquer le roofmat sur toute la surface du moule et assurer un collage parfait de toute la surface du noyau de roofmat.

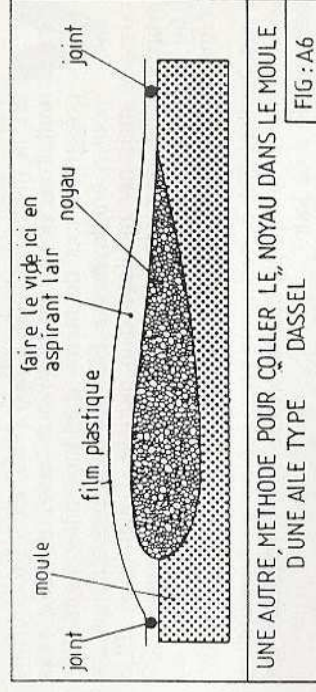


FIG : A6

UNE AUTRE METHODE POUR COLLER LE NOYAU DANS LE MOULE D UNE AILE TYPE DASSEL

Recommencer la même opération avec l'autre demi moule. Laisser polymériser les moules séparément. Après polymérisation, ne surtout pas démouler mais recouper tout ce qui dépasse des plans de joint des moules. Ensuite, il n'y a plus qu'à coller ensemble les deux moitiés d'ailes en fermant les moules. J'ignore avec quoi les Autrichiens font ce collage mais personnellement, j'utiliserais un mélange résine + microballon avec beaucoup de microballon pour ne pas trop alourdir.

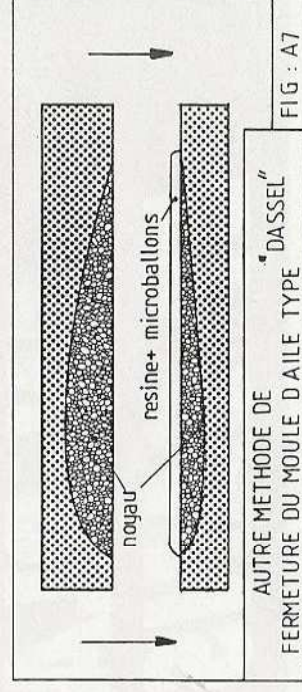
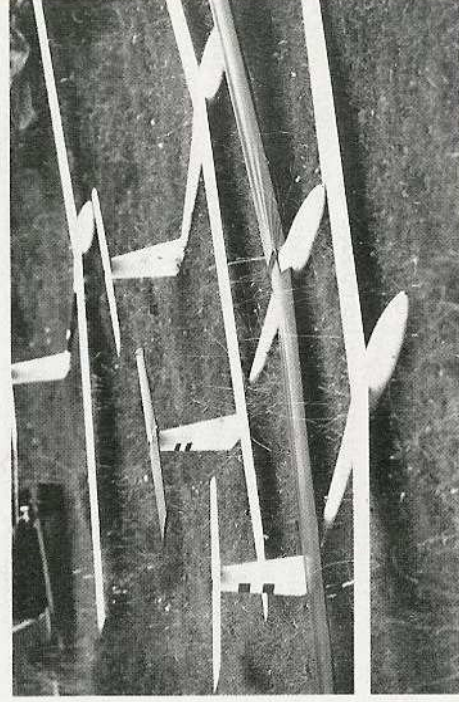


FIG : A7

AUTRE METHODE DE FERMETURE DU MOULE D AILE TYPE " DASSEL "

Je ne vous ai pas expliqué comment se fabrique la fixation de l'aile sur le fuselage parce-que ... je l'ignore ! Mais je vous fais confiance : si vous en arrivez jusque là, vous trouverez bien une idée ! Au fait, mais je crois que vous l'avez déjà compris, pour cette technique là, débutants s'abstenir !! Toutefois, le résultat est à la hauteur de l'effort accompli : c'est, sans contestation possible, par cette technique que les ailes réalisées sont les plus belles, tant du point de vue aspect que respect du profil.



ET LES FRANÇAIS ALORS ?

Vers la même époque à peu près, BLS Productions mettait au point une technique assez similaire mais présentant tout de même quelques différences. Les moules employés par BLS n'étaient pas obtenus par moulage mais par moulage d'un modèle. D'autre part, BLS n'employait pas de rooform mais du polystyrène expansé de 20 kg/m³ environ ce qui permettait de l'écraser davantage que du rooform et donc réduisait la nécessité d'une découpe parfaite.

Le résultat final était certes moins beau que ce que faisaient les Autrichiens mais le rapport qualité/prix de cette production est resté inégalé à ce jour.

Depuis, quelques habitués du F3B ont réalisé leur planeur en faisant des ailes moulées. Si leur technique de réalisation des ailes est similaire à celle des Autrichiens pour le DASSEL, les ailes par elles-mêmes ne sont pas faites de la même façon puisqu'elles sont creuses. Je ne vous expliquerai pas comment

ils s'y prennent : ils l'ont déjà fait ailleurs qu'ici et sont bien mieux placés que moi pour expliquer leur technique.

D'autres, dont je fais partie, ont estimé qu'il fallait trouver un moyen permettant de se passer de moule. Roger CAMPANA a été le premier à y parvenir avec son PIK 20 C de quatre mètres. Sa méthode a été reprise peu de temps après par Gohier et Valla qui en ont tiré la fameuse " peau GV ".

Avec quelques copains, nous estimions que ces deux méthodes donnaient des ailes trop lourdes car il entrainait dans leur composition des matériaux qui ne participaient pas à la solidité de l'ensemble ... ou si peu ! C'est pourquoi nous nous sommes acharnés à trouver autre chose. C'est le résultat de nos recherches que je vais vous exposer. Sachez que la première paire d'ailes construite ainsi date de fin 1980, qu'elle a volé sans gros problème jusqu'en Juin 1987, et n'est probablement pas la cause du crash de cet avion que j'aimais tant. Sachez aussi que tout ce que j'ai pu construire depuis l'a été par cette technique.

UNE AILE EN PLASTIQUE ET SANS MOULE !

D'abord, je tiens à remercier tous les copains qui ont été à la base de la naissance de cette technique, et en particulier Eric Charles qui a été le premier à " sortir " une aile " volable " (que deviens-tu, Eric ? Donnes de tes nouvelles !).

Le matériel nécessaire a déjà été décrit, mais rappelons-le :

- Le nécessaire complet pour faire du vide : pompe à vide avec son régulateur, capable de 0,6 Bar, sac à vide, tuyaux, vacuomètre ...
- Le nécessaire complet pour découper le polystyrène expansé : arc à fil chaud, alimentation, machine de découpe ...
- Petit outillage modélisme classique : cutters, scies, poncettes
- Petit matériel pour l'utilisation des produits pour stratifiés : boccoux, pinceaux, rouleaux ébulleurs, ciseaux, gants ...

A tout cela, il faut ajouter un " outil " qui est le " secret " de cette technique : une feuille de plastique . Nous verrons le moment venu son utilisation, mais décrivons tout de suite ce qu'il faut. Le plastique employé sera ... ce que vous pourrez trouver ! Disons de suite que j'ai déjà essayé polyéthylène, polypropylène, nylon, PVC ... chacun a son D'avantage et ses inconvénients. L'épaisseur de cette feuille dépend du matériau employé. Pour fixer les idées, pour le nylon 0,8 mm suffit ; pour le PVC, choisir de préférence 1 mm ; pour le polyéthylène, au moins 1,2 mm. Il faut que cette feuille ait au moins une face bien polie et le moins rayée possible ; en plus, elle doit être parfaitement plane.

Certaines feuilles présentent souvent des ondulations locales (souvent avec le polyéthylène et le nylon) : évitez les car ces ondulations laisseront des traces sur les ailes. En ce moment, j'utilise couramment du PVC transparent en feuille d'un millimètre d'épaisseur que je trouve dans un Super-Marché de bricolage, au rayon " articles pour le jardin " en rouleau de largeur 1 m ou 1,2 m au choix. On peut s'en couper la longueur voulue ce qui permet toutes les envergures. Le prix est raisonnable : 45 à 55 Fr le mètre suivant la largeur. Seul inconvénient : l'état de surface n'est pas terrible ...

Voyons maintenant la matière première nécessaire :

- du polystyrène extrudé (de préférence S-FOAM , à défaut STYROFOAM ou autre matériau d'isolation de sol) .
- de la résine époxy de bonne qualité et du tissu de verre .
- du gel-coat ou de la peinture (voire les deux !) .
- Peut-être de la soie .

- peut-être du contreplaqué, des baguettes de pin, des blocs de balsa .Na quincaillerie classique modélisme : clés d'ailes, aéro-freins, tringleries d'ailerons, etc ...

Bon, au travail maintenant.

PREPARONS LE NOYAU

Je suppose que vous avez déjà défini l'aile que vous allez entreprendre : cordes d'emplanture et de saumon, envergure ...

Commençons par le plaisir grinçant de la lime : le tracé et la découpe des gabarits destinés à découper le S-FOAM. Pour le tracé, se souvenir que le revêtement époxy est épais de deux à trois dixièmes de millimètre, c'est à dire à peu près l'épaisseur de S-FOAM que le fil chaud fera fondre. Il suffit donc de tracer l'extrados exactement au profil et l'intrados agrandi du diamètre du fil pour respecter le profil de l'aile à un pouième près (tout au moins en théorie !!).



Remise à la bonne cote du noyau. Coupez au cutter.

Il faut maintenant découper le roofmat. Suivant l'envergure et la forme en plan de l'aile, cette découpe pourra être en une ou plusieurs pièces : à votre guise. Un seul impératif : soignez tout particulièrement cette découpe, aussi bien en ce qui concerne l'aspect général que la précision de la découpe. Tout défaut à ce stade sera quasi impossible à faire disparaître. Reportez vous au chapitre traitant ce sujet. Sachez aussi qu'à partir de maintenant, toute dégradation du noyau de mousse devra être réparée avant coffrage donc ne posez jamais ces noyaux directement sur le chantier où des outils trament mais toujours protégés par l'une des dépuilles ; soyez adroits : ne lâchez pas les outils sur le noyau, etc ...

La suite dépend entièrement de l'aile que vous allez faire, des équipements qui y seront intégrés, de sa fixation au fuselage, etc ... On peut employer bon nombre de techniques différentes suivant ce qu'on veut faire, ce qu'on a l'habitude de faire, ce qu'on préfère faire ! Je vais tâcher de résumer les principales techniques couramment employées.

A noter: tous les collages d'éléments quelconques sur le noyau se feront avec une colle époxy. Cela pourra être une époxy lente ou rapide, pas d'importance : cela ne dépend que de votre vitesse de travail et de votre impatience. D'autre part, chaque élément rapporté dans le noyau et affleurant sa surface doit être PARFAITEMENT ajusté. En AUCUN CAS un quelconque insert n'a le droit de désaffleurer le noyau sous peine de graves problèmes de solidité à venir. Enfin, toutes les coupes et ouvertures dans le noyau devront être réalisés à l'aide d'un cutter ou du fil chaud mais jamais avec un fer à souder qui laisserait des bords trop durs et en surepaisseur qui laisseraient des traces sur l'aile terminée.

La fixation de l'aile au fuselage.

On peut trouver un nombre impressionnant de méthodes diverses suivant le type d'appareil, son envergure ... Citons en particulier :

- l'aile d'une pièce posée sur le fuselage et tenue par des élastiques ou des vis nylon.

- l'aile tenue au fuselage par une ou deux clés rondes, le dièdre pouvant être donné par les clés tordues, ou par le fourreau du fuselage ou par les tubes dans l'aile qui sont inclinés.

- l'aile tenue au fuselage par une clé plate et maintenue en incidence par une clé ronde.

Voyons ces cas de figure l'un après l'autre.

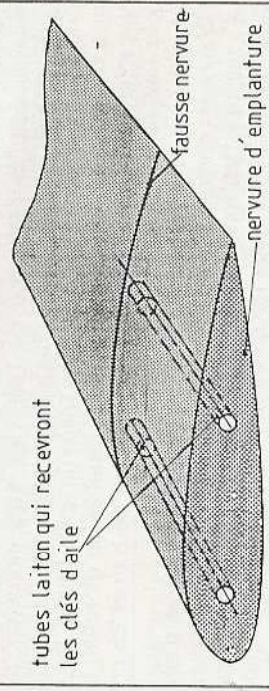
L'aile d'une seule pièce présente bien des avantages : il n'y a rien à insérer dans la mousse avant coffrage ! Donc moins de travail, gain de poids ... c'est parfait si l'aile obtenue reste transportable dans une voiture normalement constituée !

La fixation par clé ronde.

On rencontre ce cas pour les planeurs jusqu'à trois mètres d'envergure au grand maximum. Le plus simple consiste à poser une nervure d'emplanture et une seconde nervure un peu plus loin et à faire traverser ces nervures par la ou les clé(s). Commencez par déterminer où sera la seconde nervure et coupez le noyau à cet endroit.

FIXATION D'AILES PAR CLÉS RONDES NERVURE ET FAUSSE NERVURE

FIG : A8



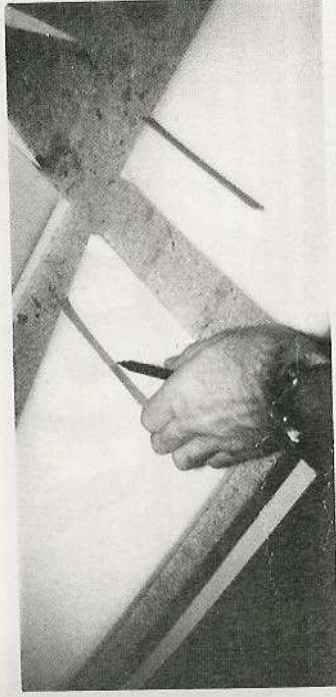
Se servir du morceau de noyau ainsi coupé pour tracer les nervures sur du contreplaqué de 3 mm environ. Ensuite percez les trous qui recevront les tubes. De préférence, découpez et percez les nervures droites et gauches ensemble de façon à travailler plus vite et à faire pareil des deux cotés .. ce sera toujours ça de pris ! Ensuite, reconstituez les noyaux en y intercalant la nervure supplémentaire. Ah oui, au fait, les nervures doivent être parfaitement découpées, pile à la cote ! Si vous n'y arrivez pas, coupez un poil trop petit et vous remplirez le creux obtenu avec du microballon juste avant de coffrer. Mais surtout pas de nervure trop grande qui dépasserait du noyau : ce serait désastreux tant du point de vue aspect de l'aile terminée que du point de vue solidité de l'aile.

Enfin, percez la mousse d'une nervure à l'autre avec ce qui vous tombera sous la main (grand foret, morceau de corde à piano, ...) pour pouvoir enfiler le tube qui recevra la clé.

La fixation par clé plate.

On l' utilise en particulier sur les grands planeurs ou sur les avions "petit gros". En ce qui concerne la clé par elle-même et le fourreau du fuselage, faites comme d'habitude pour vous les procurer ... Vous en arriverez fatalement à vous demander comment fixer la clé plate dans l'aile.

Le morceau d'acier plat fixé dans l'aile n'a pas besoin d'être bien grand : 150 mm pour un planeur de 5m d'envergure et 5 Kg, c'est ce que j'emploie avec succès. Mais cette clé est solidement fixée dans un fourreau bien plus long que je fabrique en contreplaqué :



Comment tracer les fausses nervures pour qu'elles soient pile à la cote.

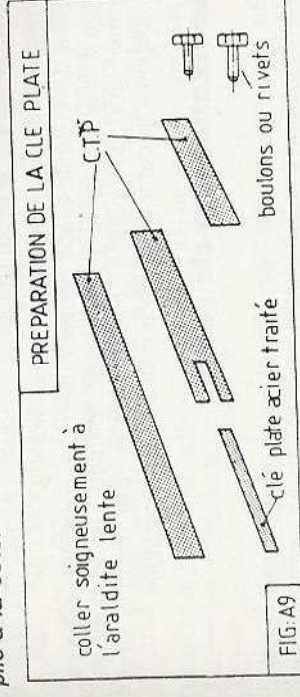


FIG. A9

Chaque morceau de contreplaqué fait la même épaisseur que la clé en acier. Le tout est collé à l'araldite lente, très soigneusement : il s'agit bien sur d'un collage vital. Ensuite, par sécurité, je boulonne ensemble la clé et les deux bouts de contreplaqué qui l'enferment : deux ou trois vis de trois millimètres et il faudra vraiment un énorme crash pour arracher la clé. Pour éviter d'arrêter brutalement un renfort dans l'aile ce qui est toujours mauvais pour la résistance de l'aile, les trois morceaux de contreplaqué constituant ce fourreau ne font pas la même longueur : ils s'arrêteront donc dans l'aile l'un après l'autre. Pour vous donner une idée des dimensions usuelles, le morceau le plus long fait 40 cm pour une aile de planeur de 5 m et 25 cm pour une aile de 3m.

Il faudra aussi tracer et découper une paire de nervures d'emplanture en contreplaqué de 2 à 3 mm d'épaisseur, ouvrir dans ces nervures les fentes nécessaires pour laisser passer la clé plate et percer les trous nécessaires pour la petite clé ronde arrière.

Reste à fixer ce fourreau dans le noyau. Il faut faire une saignée dans le noyau, exactement à la bonne dimension et bien perpendiculaire à la corde de référence de l'aile. Personnellement, j'emploie la DREMEL, en conservant la dépouille intrados sous le noyau. Les petits veinards équipés d'une scie à ruban feront de même. Pour les malheureux n'ayant ni l'un ni l'autre, ils devront se sortir cette découpe à l'aide d'un cutter, de préférence assez costaud et surtout "super affûté" ! Avec un peu de patience, on arrive à faire du très beau travail au cutter dans le S-FOAM, quitte à figoler au papier de verre ... Enfin, collez le tout en place dans le noyau.

Il reste à fixer la petite clé ronde arrière qui sert à tenir l'incidence de l'aile. Employez la technique décrite pour les clés rondes, mais il suffira d'un petit morceau de nervure localisée à hauteur de la clé et non pas d'une nervure complète faisant toute la largeur de l'aile.

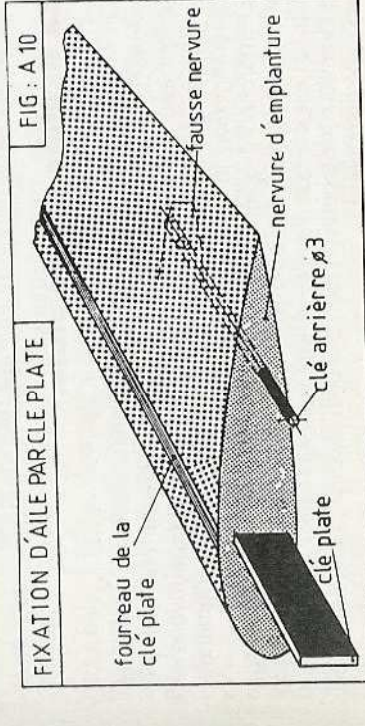


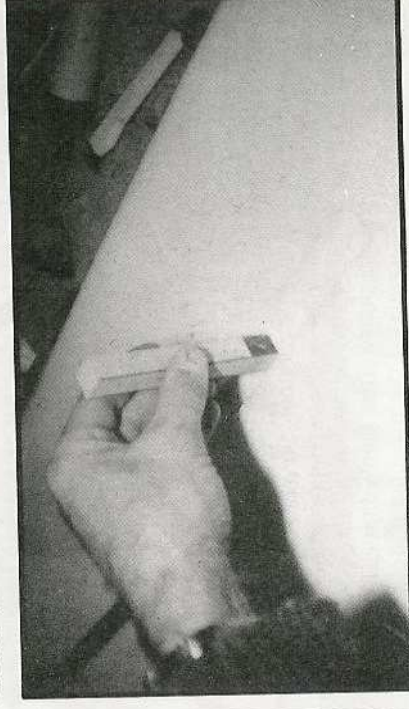
FIG : A 10

J'insiste lourdement : tous ces inserts doivent être réalisés le plus parfaitement possible : en aucun cas ils ne doivent dépasser du noyau ; dans le pire des cas, ils peuvent être légèrement en retrait, étant entendu qu'il faudra reboucher les ouvertures excédentaires au microballon juste avant de coffrer ce qui représentera du travail inutile à un moment où vous aurez d'autres chats à fouetter.

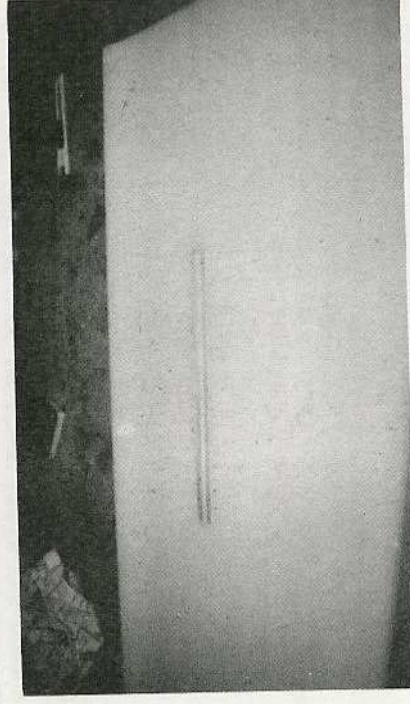
Les aérofreins



Comment ébaucher une entaille dans le noyau à l'aide de la mini-perceuse.



On peut figoler une entaille dans le noyau à l'aide d'un outil vitre bricolé.

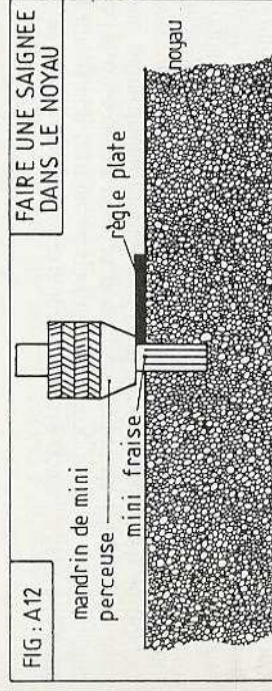
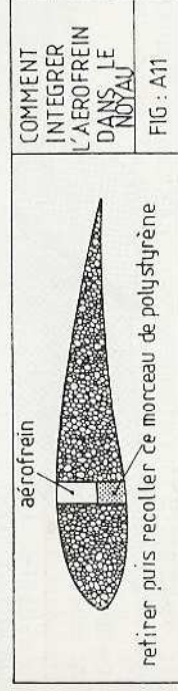


Enfin à sa place, la réglette qui supportera le train d'atterrissage sur notre aile de remorqueur "Super-Bombix". On réalise de la même façon l'emplacement d'un aérofrein.

J'ai une dent contre ces équipements vicieux, qui passent leur temps à refuser de fermer quand je le voudrais ou l'inverse !! J'estime que la meilleure solution consiste à s'en passer ... quand on le peut ! C'est pour cette raison que mes derniers planeurs, qu'ils fassent 4 ou 5 mètres d'envergure, n'ont plus d'aérofreins mais des ailerons qui se lèvent et des volets qui se baissent à la mode F3B. C'est presque aussi efficace que des aérofreins classiques et bien plus facile à construire !! Et en plus, ça ne siffle pas en vol ce qui me repose les oreilles.

Pour les inconditionnels de ces équipements, voici comment s'y prendre.

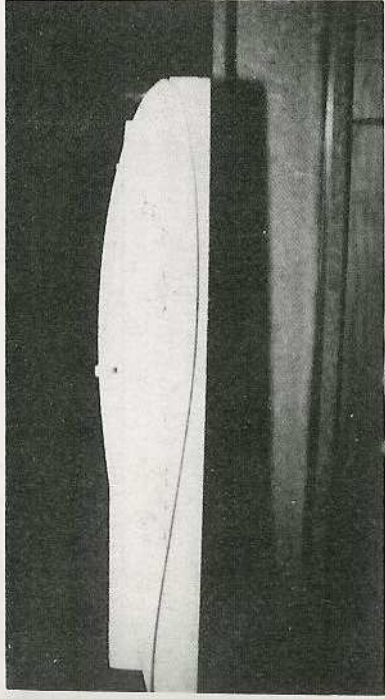
On peut insérer les AF avant ou après coffrage, au choix. Avant coffrage, il suffit de couper au cutter l'ouverture nécessaire et suffisante pour y encastrer cet équipement. Pour me faciliter la vie, j'ai pris l'habitude de faire traverser toute l'aile à ma découpe, j'enlève le morceau entier, j'intègre l'AF à sa place et je recolle par derrière le petit bout manquant à l'intrados. Il peut être utile, mais pas indispensable, de remplir les puits d'AF avec quelques bouts de mousse : ceci évitera que la pression du vide provoque un affaissement du revêtement au niveau de l'AF. En tout cas, il faut coller l'AF avant coffrage et le laisser monté et fermé pour le coffrage.



A présent, si le noyau est en plusieurs morceaux, il est temps de les coller ensemble. Collez aussi les dépouilles. Attention à bien respecter la forme en plan de l'aile en collant ces pièces. Après séchage de la colle, poncez légèrement le raccord si nécessaire : le joint doit complètement disparaître.

Les tringleries de commande

Là comme partout, tous les modélistes ont leur habitude, connaissent La gaine qui va bien avec Le câble qu'il faut ... Loin de moi l'idée de vous faire changer d'avis ! D'autant plus que si vous connaissez une méthode qui marche à tous les coups, vous avez bien de la veine et continuez à l'utiliser ! Pour ma part, j'emploie de la gaine intérieure de tringlerie souple KAVAN ou GRAUPNER dans laquelle j'enfile une corde à piano de 0,8 mm de diamètre. Cela donne de bons résultats si on évite les virages trop serrés et si on ne détériore pas la gaine en la posant dans le noyau. Le résultat dépend donc entièrement de la méthode employée pour poser cette gaine dans le noyau. Voilà comment je m'y prends.



Une tringlerie de commande insérée dans le noyau.

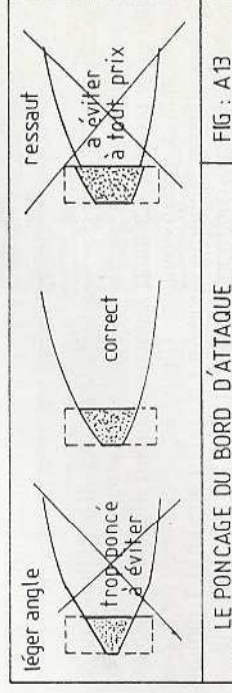
Je réalise une saignée dans le S-FOAM à l'aide d'une petite fraise montée sur la mini-perceuse et en guidant ce travail à l'aide d'une règle. Le mandrin de la mini-perceuse reste appuyé sur la règle tout au long de l'usinage de cette saignée pour ne pas faire varier sa profondeur. De plus, les divers virages sont aussi obtenus en restant guidé sur un gabarit en plastique découpé suivant le rayon voulu. Enfin, au moment de poser la gaine dans le noyau, j'y enfle une corde à piano de diamètre 0,8 mm. Grâce à toutes ces précautions, j'arrive à obtenir des commandes parfaitement libres et pratiquement sans jeu.

Dernier détail, il faut impérativement boucher chaque extrémité de la gaine avant le coffrage. En cas d'oubli, vous prenez le risque de voir de la résine pénétrer dans la gaine, au moment de la mise sous vide, la rendant définitivement inutilisable ! Cette mésaventure est particulièrement désagréable : croyez-en mes tristes expériences !!!

Le bord d'attaque

Je n'ai pas trouvé de technique parfaite pour réaliser le bord d'attaque : j'ai essayé divers moyens, tous plus ou moins efficaces, et en tout cas longs et peu satisfaisants. Il est possible de réaliser le bord d'attaque entièrement après coffrage et tout en plastique : nous verrons cela lorsque le moment sera venu. Mais on peut aussi le faire en bois, bien classiquement, et dans ce cas, il faut s'en occuper maintenant.

Recoupez le noyau d'environ 5 mm tout le long du bord d'attaque au fil chaud ou au cutter. Collez à la place une baguette de pin de la même épaisseur. On peut remplacer le pin par du balsa si on n'aime pas beaucoup le rabot et surtout si on ne redoute pas les chocs sur les bords d'attaque (z'avez jamais vu un buisson traverser la piste juste au moment où votre superbe machine atterrit ? Moi je l'ai souvent vu !!). Après séchage complet de la colle, rabotez cette baguette et finir à la poncette en prolongeant le noyau sans le reponcer mais surtout sans jamais laisser le bois déborder le noyau.



A tout prendre, il vaut mieux poncer légèrement trop que pas assez. Inutile de finir l'arrondi de bord d'attaque maintenant : de toute façon, il faudra y revenir à la fin.

Le saumon

C'est exactement le même problème que le bord d'attaque : je n'ai pas trouvé la panacée universelle ! Mais c'est beaucoup moins ennuyeux car il n'y a pas de forme précise à respecter. Comme pour le bord d'attaque, il est possible de tout faire en plastique après coffrage mais on peut aussi le préparer maintenant.

Le saumon recevant rarement des chocs, le balsa suffira. La largeur de ce saumon en balsa doit être légèrement supérieure à l'épaisseur maxi de l'aile. Commencez par recouper le noyau avant de coller le morceau de balsa et conservez cette petite chute de noyau qui resservira. Après séchage de la colle, reponcez le bloc de balsa en suivant le profil de l'aile. Ne pas D/arrondir, pas même une ébauche. Au contraire, recollez, après le balsa, la chute de noyau. Après séchage, parfaire le raccord d'un coup de poncette si nécessaire.

Il arrive fréquemment que des phénomènes complexes se produisent en bout d'aile lors du coffrage sous vide. Le résultat peut être un mauvais collage du revêtement localisé sur quelques millimètres et situé à moins d'un centimètre du bout d'aile. Ainsi, en recollant un morceau de noyau dans cette zone qu'on

enlèvera lors de la finition de l'aile, le défaut de collage ne se retrouvera pas sur la partie utile de l'aile. Je recommande vivement d'employer la même procédure à l'implanture : avant de coller la nervure d'implanture, recoupez environ un centimètre de noyau et recollez le sur la nervure avant de coffrer.

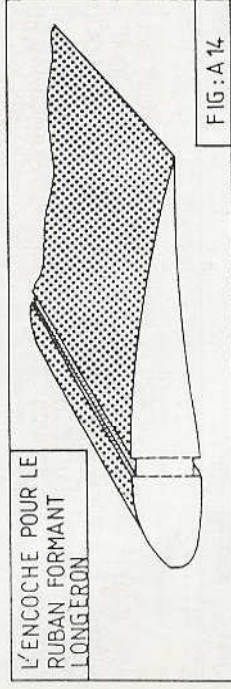
Le longeron

C'est la pièce maîtresse de la résistance de l'aile. J'ai employé de nombreuses techniques différentes, chacune a ses avantages et ses inconvénients, toutes ont donné d'excellents résultats au point de vue solidité, et des résultats variables mais corrects au point de vue facilité de mise en oeuvre et aspect final de l'aile.

Premier cas : l'avion de moins de deux mètres et 4 kilos ou le planeur jusqu'à deux mètres cinquante et deux kilos. C'est de loin le plus simple: pas du tout de longeron !!! Comme ça c'est tout de suite fait ! Par exemple, l'Axel n'a aucun longeron et s'en passe fort bien. Je n'en avais pas mis non plus sur mon remorqueur Bombix (2m et 4,5 Kg) et il a tenu le coup pendant près de 7 années de bons et loyaux services mais c'était un peu juste. Au-delà, il faut un longeron. J'ai employé deux méthodes différentes, suivant les matériaux que j'ai pu trouver.

* La méthode du ruban de carbone.

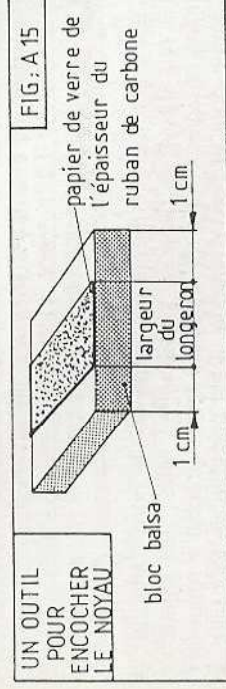
Le ruban employé fait 15 mm de largeur et environ 0,3 mm d'épaisseur. Il est fabriqué par BROCHIER Industries et commercialisé, entre autres, par GV. System. Ce ruban doit obligatoirement être inséré dans le noyau car sinon il causerait une surepaisseur disgracieuse sur l'aile. Il faut donc réaliser une encoche dans le noyau pour y loger ce ruban :



L'ENCOCHE POUR LE RUBAN FORMANT LE LONGERON

FIG: A 14

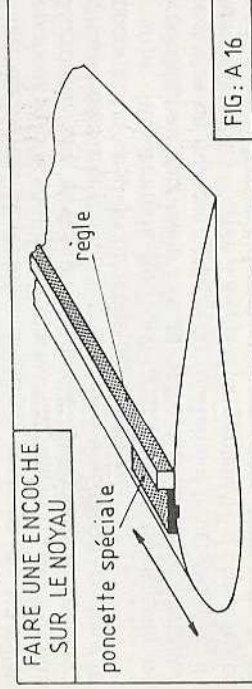
Pour que cette encoche fasse pile la largeur et la profondeur du ruban (sinon, elle se verra sur l'aile terminée), il faut se fabriquer un outil adéquat. Mesurez au pied à coulisse l'épaisseur exacte du ruban employé. Cherchez un morceau de papier de verre faisant la même épaisseur ou au maximum 0,1 mm de moins. Coupez en un morceau de la même largeur que le ruban et de 5 cm de long environ. Préparez un morceau de balsa de 5 cm de long et 2cm de plus en largeur que le ruban de carbone. Collez y (colle contact) le ruban de papier de verre.



UN OUTIL POUR ENCOCHER LE NOYAU

FIG: A 15

Et voilà un outil qui fera l'encoche pile à la cote sans effort ! Il suffira de le guider le long de l'aile avec une règle. Essayez : vous verrez que c'est plus facile à faire qu'à décrire. Le ruban par lui-même sera posé au dernier moment, pendant l'opération de coffrage.



FAIRE UNE ENCOCHE SUR LE NOYAU

ponçette spéciale

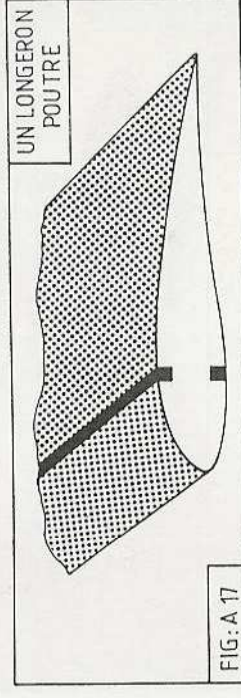
règle

FIG: A 16

Je dois ajouter qu'il est impératif de procéder ainsi, sous peine d'obtenir des résultats très laids sur l'aile terminée : un dixième de millimètre d'erreur dans la profondeur de l'encoche se verra. C'est en partie pour cette raison que je vous propose une autre méthode, plus sûre mais plus longue à réaliser.

Le longeron-poutre.

L'ennui du ruban c'est qu'il est difficile de tailler une encoche précise sur 15 mm de largeur. Il sera plus facile de bâtir un longeron respectant exactement le profil s'il est moins large. D'où cette autre méthode.



UN LONGERON POUTRE

FIG: A 17

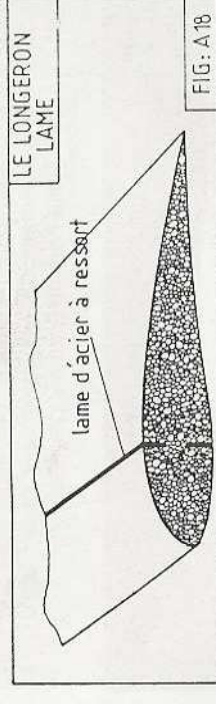
Commencez par tailler la saignée dans le noyau. Il faut que cette saignée soit précise et parfaitement propre. Je la taille comme je l'ai déjà décrit pour la pose des gaines de tringleries : avec une petite fraise montée sur la mini-perceuse et en se guidant avec une règle. Il faut bien maîtriser la largeur et la profondeur de cette saignée.

Ensuite, on va bâtir le longeron directement en place. Il faut des mèches de verre ou de Kevlar ou de carbone. Mesurer la section des mèches disponibles et calculer combien il en faut pour remplir la saignée. N'en gardez qu'un peu plus de la moitié : la résine fera le reste. On peut définir la quantité de mèches nécessaires empiriquement en faisant quelques essais sur des chutes. Imprégnez ces mèches de résine puis essorez au maximum le "trop plein" de résine, par exemple avec un chiffon (opération horriblement sale : gants indispensables !). Ensuite seulement, placez les mèches imprégnées dans leur saignée de l'aile. Chaque fibre des mèches doit rester parfaitement droit : pas question de bourrer ces mèches dans leur saignée n'importe comment; mais ce n'est pas difficile.

Lorsque la résine a durci, rattrapez le profil du noyau au niveau de cette saignée : poncez le longeron s'il déborde légèrement ou bouchez les trous au microballon. En final, il ne doit subsister ni trou ni dépassement.

La lame métallique.

C'est la méthode la plus simple. Le principe consiste à planter une lame de ressort dans le noyau.



LE LONGERON LAME

lame d'acier à ressort

FIG: A 18

Cette lame mesure environ 5 à 6 mm de large et au maximum 0,1 mm d'épaisseur. Où la trouver ? Vous connaissez tous ces mètres ruban qui sont censés s'enrouler tous seuls dans leur boîte (il arrive que ça marche, si si !). La lame de ressort qui remplit cette fonction semble avoir été créée pour nos besoins ... Bref, récupérez la sur un vieux mètre "en panne" (?). Nettoyez, dégraissez parfaitement le ressort. Entaillez le noyau avec un cutter parfaitement affûté guidé par une règle pour que cette entaille soit parfaitement perpendiculaire au noyau et bien droite. Poncez la lame de ressort, enduisez la légèrement de

résine pour la coller dans le noyau et enfiler la en place, jusqu'à ce qu'elle affleure juste la surface. Essayez l'éventuel excédent de résine avant qu'elle ne durcisse. Voilà : c'est fait !

Comment dimensionner le longeron ?

Evidemment, tout va dépendre de la solidité que vous voulez ! Si quelqu'un croit savoir comment le calculer, je lui cède la parole bien volontiers ! Pour ma part, je me contenterai de vous donner quelques exemples, l'expérience me semblant le moyen le plus fiable ...

Avion remorqueur de planeurs : envergure 2m30, poids 6kg, allongement 7 épaisseur de l'aile : 15 %. Un longeron-barreau en carbone, largeur 2 mm, hauteur 4 mm, située à l'épaisseur maxi de l'aile et sur les 2/3 de l'envergure. Un autre longeron, de même dimension mais en Kevlar, situé au niveau de la fixation du train d'atterrissage et ne servant qu'à reprendre les efforts de ce dernier.

Planeur de voltige : envergure 3 m, poids 4 Kg, allongement 15, épaisseur de l'aile à l'emplanture : 10 %. Le fourreau de clé plate prolongé sur 35 cm, une lame de ressort plantée dans le noyau sur la moitié de l'envergure à l'extrados seulement et un ruban de carbone de 15 mm de largeur sur les 3/4 de l'envergure intrados et extrados. Un renfort supplémentaire sous la forme d'un triangle de tissu 100 gr/m² allant jusqu'à 40 cm de l'emplanture et intrados / extrados ! Résultat inutilement trop solide : l'aile ne plie pratiquement jamais, même dans les ressources les plus violentes. D'où le planeur suivant.

Planeur de voltige : envergure 4 m, poids 5 Kg, allongement 17, épaisseur de l'aile à l'emplanture : 10 %. Exactement la même structure que celle du planeur de voltige de 3 m décrit ci-dessus. Solidité largement suffisante : la clé en tôle bleue de 20 mm par 2 mm cassera avant l'aile !

Planeur de Durée-Vitesse : envergure 5m, poids 4,99 Kg, allongement 22, épaisseur de l'aile à l'emplanture : 12 %. Le fourreau de clé d'aile se prolonge sur 40 cm environ. Un longeron-barreau en carbone, de section triangulaire de 7 mm de côté, intrados / extrados, court sur les deux tiers de l'envergure et est prolongé par un petit bout de ruban de carbone largeur 15 mm qui sert surtout à éviter la faiblesse due au logement du servo d'aileron. Là aussi, un renfort en tissu 50 gr/m², triangle allant de l'emplanture à 50 cm environ puis un deuxième n'allant qu'à 30 cm. Une aile pèse 1 Kg en état de vol, tout compris, même le servo. La solidité permet de ne pas se poser de question lors des virages de vitesse et de lui faire subir toutes les vicissitudes de la voltige. En plus, ça plie juste comme il faut ... très joli !!!

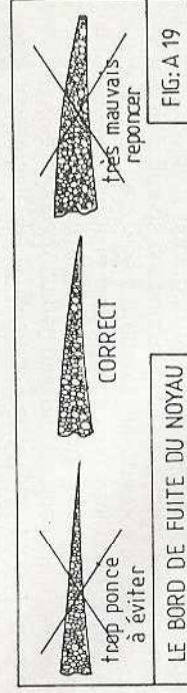
Planeur de voltige : envergure 4m, poids 4,5 Kg, allongement 18, épaisseur de l'aile à l'emplanture : 10 %. Exactement la même structure que le planeur de Durée-Vitesse de 5 m cité ci-dessus à part le longeron-barreau dont la section est carrée de 4 mm de côté. Le dimensionnement est correct : l'aile plie juste assez pour calmer le pilote s'il se défoule de trop ... ! Une aile pèse 850 gr en état de vol.

Voilà, j'espère que ces quelques exemples vous aideront à y voir plus clair. Sachez que toutes les ailes en plastique cassées que j'ai pu voir ont toujours cassé par flambage du revêtement soumis à la compression. C'est pourquoi le principal rôle du longeron est d'empêcher ce flambage : sa principale mission n'est pas de transmettre des efforts. C'est aussi pourquoi je n'ai jamais fait un longeron qui traverse toute l'épaisseur de l'aile : cela ne servirait à rien car le danger ne vient pas de là.

Extrapolons tout de même un peu pour envisager le cas qui intéressera le plus de monde. Soit un planeur d'environ 3m d'envergure pour 3 Kg, destiné à faire le zouave le dimanche, ou un avion genre "multi". Bien que je n'ai pas essayé, je suis certain qu'un longeron-barreau de section rectangulaire de 2 mm de large sur 4 mm de haut, en fibre de verre, suffira amplement, surtout si l'épaisseur à l'emplanture atteint 12 %. Bien sur, à la condition express que le tout soit bien construit, en particulier que le revêtement soit parfaitement collé sur toute la surface du noyau et sur le chant du longeron.

Le bord de fuite

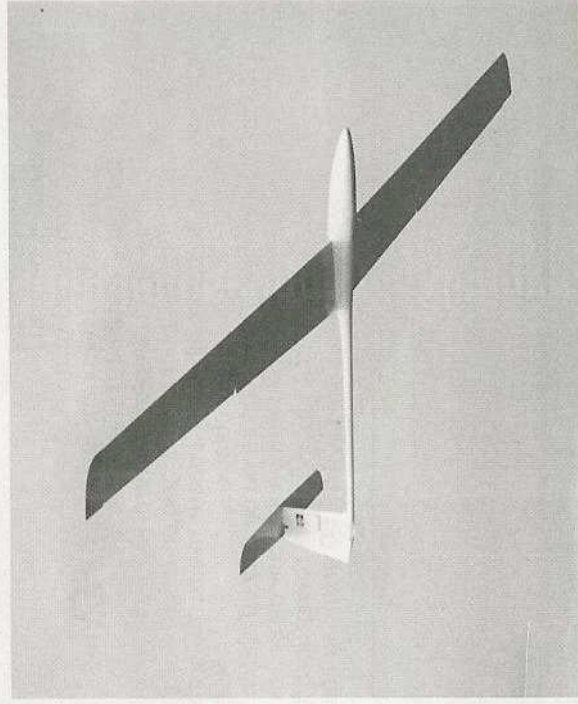
C'est le dernier petit détail à régler avant de coffrer l'aile. Le noyau doit avoir une corde plus faible de 2 à 5 mm que l'aile terminée et se terminer par une épaisseur nulle. Si vous avez obtenu ce résultat dès la découpe du polystyrène, parfait ! Si le noyau découpé est un peu trop petit, ma foi tant pis ! Vous verrez bien ce que ça donnera. Mais s'il est un peu grand, il faut le recouper. Une règle et un cutter s'en chargeront mais il faudra peut être reponcer un peu le noyau pour obtenir une fin sans épaisseur. Cela demande beaucoup de délicatesse; employez un papier de verre assez fin, grain 180 par exemple.



Ouf ! Ça y est, le noyau est terminé ! Est-ce bien sur ? Vérifions. Vous devez avoir préparé (si besoin) :

- le collage des différents morceaux de noyau
- la fixation de l'aile au fuselage : clés, nervures, etc ...
- l'aérofrein est intégré, colle en place
- les tringleries d'aérofrein, d'ailerons, de volets ...
- le ou les longerons
- le bord de fuite
- le bord d'attaque
- le saumon
- la fixation du train (avion à ailes basses)
- etc ...

Toutes les fentes, saignées, trous volontaires ou non doivent avoir été rebouchés avec une pâte résine + microballons ou des bouts de polystyrène. Il est INDISPENSABLE que la surface du noyau soit totalement exempte du moindre défaut, trou ou bosse, qui se verrait immanquablement sur l'aile terminée. A la rigueur, et si on a bien l'habitude d'utiliser les matériaux stratifiés, on peut admettre de laisser les quelques derniers petits rebouchages pour la dernière seconde, et encore ... Tracez sur un bout de papier les emplacements exacts des différents éléments inclus dans l'aile et qu'il sera peut-être difficile de retrouver après coffrage car on ne les verra plus. Notez des cotes précises relevées par rapport à des points précis et fiables ... Relevez ainsi les points de départ et d'arrivée des tringleries, la position des aérofreins, etc ...



LE COFFRAGE DE L'AILE SOUS VIDE

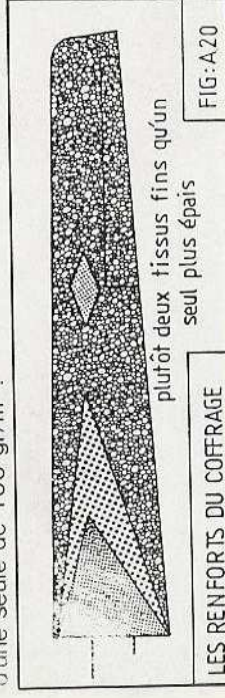
C'est maintenant qu'intervient l'arme secrète dont je vous ai déjà parlé : la feuille de plastique épaisse, polyéthylène ou nylon ou PVC ... Par commodité, à partir de maintenant, je l'appellerai PVC. Tout d'abord, il faut découper des panneaux un peu plus grands que l'aile à réaliser, disons environ 2 cm de plus tout autour pour être à l'aise. Comme on va coffrer la paire d'ailes d'un seul coup, il faut 4 panneaux. On peut aussi préparer des panneaux carrément deux fois trop grands qui pourront resservir plus tard pour une aile plus grande : pour peu qu'on ne l'abîme pas, le même morceau de PVC peut servir une infinité de fois ... mais on finit toujours par l'abîmer ...

Ensuite, si le matériau n'est pas autodémoulant, ou si on a le moindre doute, il faut le cirer. Soigner tout particulièrement cette opération : ce serait trop bête de loupier l'aile maintenant ! A présent vient la décoration de l'aile. Mais oui, dès maintenant ! C'est d'ailleurs l'un des principaux attraits de cette méthode : la finition s'obtient d'origine, sans un seul coup de ponctette, tout au moins sur la presque totalité de la surface de l'aile ! Donc peignez ou gel-coatez toute la surface du PVC, suivant ce dont on dispose et que les essais préalables auront montré possible. On peut employer le rouleau ou le pistolet à peinture. On peut faire tout blanc ou toutes les décorations qui passeront par la tête, à condition de retirer le scotch de masquage avant séchage de la peinture car celle-ci n'adhère pas sur le PVC et s'arracherait avec le scotch. Si vous avez utilisé une peinture monocomposant, donc qui sèche au contact de l'air, il faut impérativement la laisser sécher à fond. Au contraire, s'il s'agit d'un gel-coat ou d'une peinture qui n'a pas besoin d'air pour sécher, il faut passer à la suite dès que possible : l'accrochage de la résine sera meilleur.

Pendant que la couche de décoration sèche sur le PVC, découpez et roulez proprement les tissus de verre nécessaires. Au fait, quel tissu employer ? Mes premières ailes étaient faites avec un satin de silicône de 140 à 190 gr/m² unidirectionnel, c'est à dire qu'il avait huit fois plus de fibres dans le sens longitudinal que dans le sens transversal. Les ailes obtenues étaient très rigides en flexion, mais pas terribles en torsion et surtout tout choc frontal donnait des dégâts excessifs. Par la suite, j'ai employé un taffetas de roving de 160 gr/m², meilleur en cas de choc, mais encore un peu jeune en torsion, surtout pour les très grandes envergures. A présent j'en suis arrivé à mettre deux couches de tissu :

- 1 taffetas de roving de 80 gr/m² fil droit
- 1 taffetas de silicône de 100 gr/m² fil à 45°

Cette combinaison me convient parfaitement. Quoique ... sur mon dernier remorqueur, j'ai remplacé le verre 100 gr/m² à 45° par du Kevlar 62 gr/m² toujours à 45° : gain de poids, quand tu nous tiens ... ! Evidemment, c'est encore mieux, mais ça commence à devenir du pinailage coûteux ... Pour les éventuels renforts d'emplanture ou de début d'aileron, employez le tissu le plus fin possible sinon il risque de se voir sur l'aile terminée. Le mieux est un taffetas de roving de 50 gr/m² et d'employer plutôt deux couches de 50 gr/m² au lieu d'une seule de 100 gr/m² :



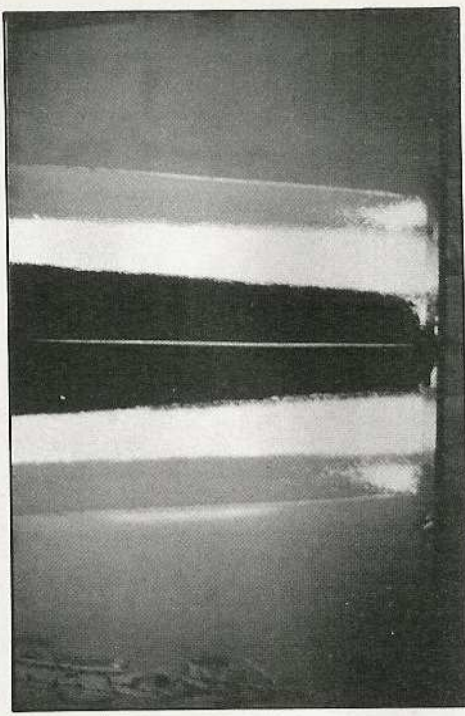
plutôt deux tissus fins qu'un seul plus épais

LES RENFORTS DU COFFRAGE

FIG:A20

La résine employée doit laisser un temps de travail de près de 2 heures pour pouvoir travailler en paix, sans être trop bousculé. Pour savoir combien il en faut, c'est facile : pesez les tissus découpés, il faudra à peu près autant de résine. Surtout ne pas préparer toute la résine d'un seul coup mais par petites quantités au fur et à mesure des besoins de façon à toujours travailler avec une résine la plus fraîche, donc la plus fluide possible. Il faut aussi préparer la pompe à vide et le sac à vide et s'assurer que tout cela fonctionne normalement.

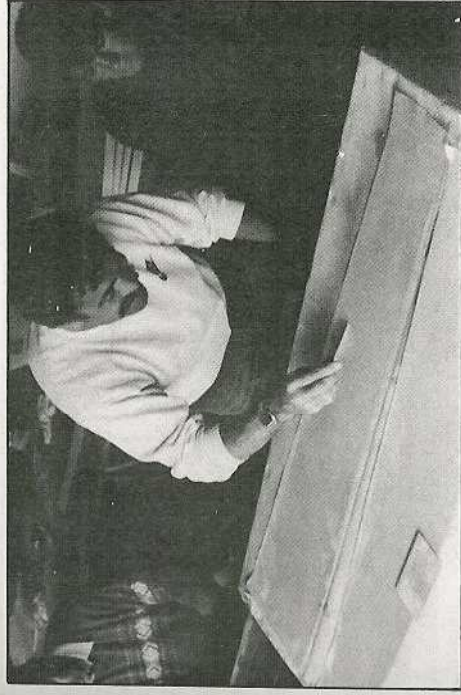
Allons-y à présent. Plus question de s'arrêter tant que la mise sous vide ne sera pas terminée, donc embrassez votre femme, débrazchez le téléphone, fermez la porte et au travail ! Commencez par disposer les dépouilles intrados du noyau sur le chantier puis ouvrir par dessus le sac à vide. Disposez les PVC peints sur une table soigneusement protégée des éventuelles éclaboussures de résine ... Si vous avez opté pour le longeron sous forme de ruban de carbone, il faut maintenant le poser à sa place et l'imprégner sur toute sa longueur, mais uniquement à l'intrados (difficile de faire les deux cotés à la fois sans dégâts). C'est aussi le moment de reboucher les derniers petits trous au microballon si ce n'est pas encore fait.



Les feuilles de PVC décorées prêtes à mouler... Ici un décor bleu-blanc-rouge, style patrouille de France!



Autre méthode : peinture des coquilles de moulage d'aile en fibre durant une démonstration lors de stages de construction organisés par F. Cahour.



Etalage de la résine à la raclette par G. Chaintreuil durant une démonstration en stage.

Étalez de la résine fraîche sur les PVC peints destinés à l'intrados, coté peinture bien sur. Dès que la première feuille de PVC a reçu sa couche de résine, déroulez dessus la première couche de tissu en évitant au maximum de laisser des plis qu'il faut de toute façon supprimer immédiatement. Ne pas essayer d'imprégner de suite ce tissu : il se débrouillera bien tout seul. Au contraire, passez de suite au deuxième panneau de PVC et recommencez l'opération : étalez de la résine, déroulez le tissu, enlevez les plis éventuels et revenez au premier panneau. Pendant qu'on s'occupait du deuxième panneau, le premier a pompé toute la résine disponible et il suffit de compléter les quelques derniers endroits qui ne sont pas encore tout à fait bien imprégnés. Ne pas pleurer la résine : le surplus servira à la deuxième couche qu'on peut maintenant dérouler. Continuez ainsi en sautant d'un panneau de PVC à l'autre jusqu'à imprégner tous les tissus voulus ainsi que les renforts prévus. Inutile de rajouter le plus petit gramme de résine pour assurer le collage du noyau : ce ne serait que des grammes inutiles.

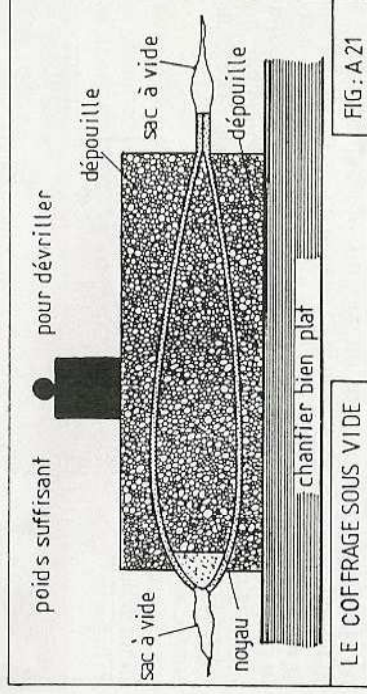
Lorsque tous les tissus sont bien imprégnés sur les PVC intrados, placez les PVC sur le sac à vide, à peu près à leur place sur la dépouille correspondante puis placez le noyau dessus. Bien positionner le noyau par rapport à la feuille de PVC : le bord d'attaque du noyau est en retrait du bord du panneau de PVC d'environ 1 à 2 mm, pas plus.

Maintenant, placez les rubans de carbone extrados et rebouchez les derniers trous éventuels sur l'extrados du noyau. Il ne reste plus qu'à recommencer la litanie de l'imprégnation

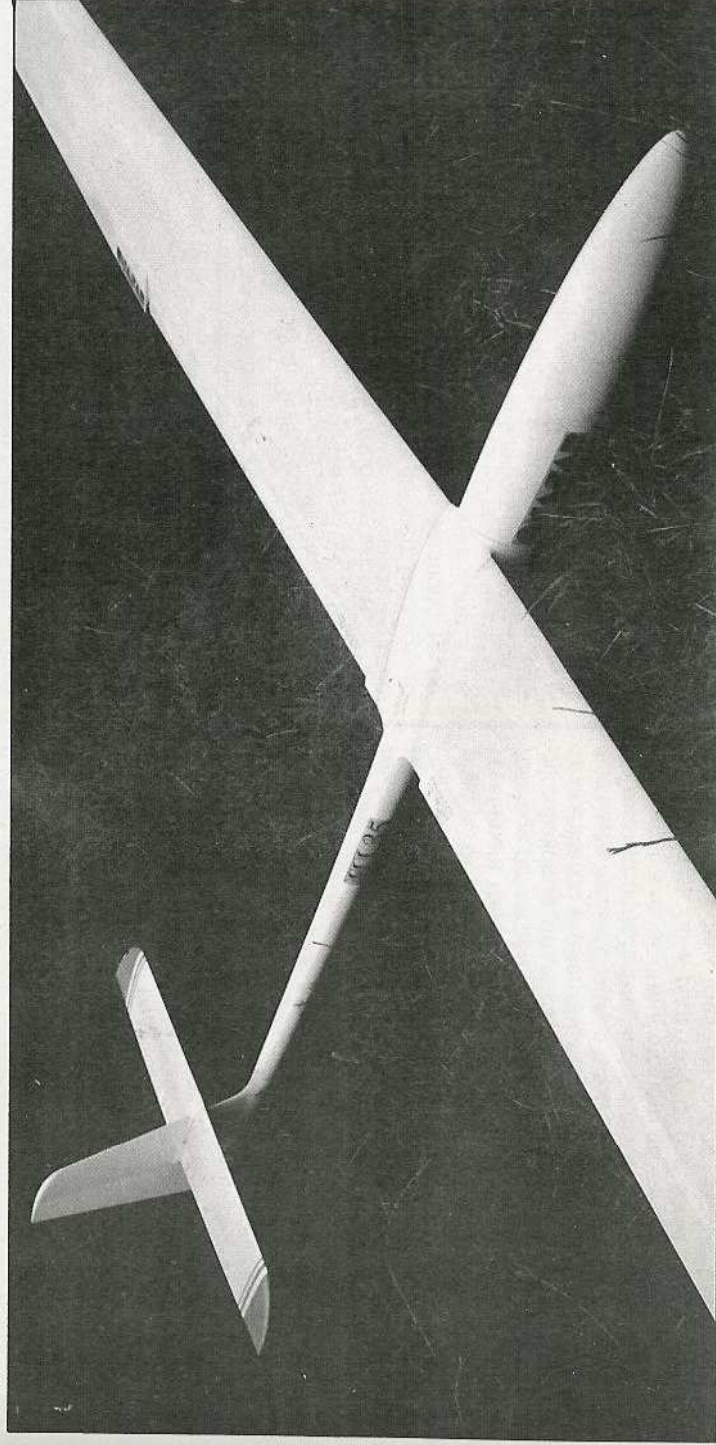
des tissus de verre sur les panneaux de PVC extrados : résine, tissu, etc ... Vous connaissez maintenant.

Lorsque c'est prêt, retournez les panneaux de PVC sur le noyau, en les positionnant de la même façon : le bord d'attaque du noyau en retrait d'environ 1 à 2 mm par rapport au bord du panneau de PVC. Refermez alors le sac à vide soigneusement et branchez la pompe. Inutile de vous fatiguer de suite à placer chaque panneau d'aile bien à sa place par rapport à sa dépouille, contentez-vous d'assurer le positionnement des noyaux et de leur panneau de PVC, en particulier méfiez-vous des contraintes créées par le vide qui peuvent déplacer les éléments à l'intérieur du sac. Il arrive aussi parfois que le sac à vide soit aspiré en sandwich entre les panneaux de PVC et le noyau : ne pas laisser cela.

Une fois le vide atteint, plus rien ne bougera à l'intérieur du sac : il devient facile de bien repositionner les ailes par rapport à leur dépouille intrados (rappel : celles-ci sont restées à l'extérieur du sac à vide), puis de placer par dessus les dépouilles extrados et de coiffer le tout de quelques objets lourds qui permettront d'éviter tout vrillage. Lorsque tout est en place, débranchez la pompe à vide et relâchez le vide du sac pendant quelques minutes afin de permettre aux différents éléments de glisser les uns par rapport aux autres jusqu'à supprimer tout vrillage éventuel. Rebranchez alors la pompe jusqu'à obtenir une dépression d'au moins 0,6 Bar.



Laissez sous vide le plus longtemps possible : au moins 24 heures mais de préférence nettement plus longtemps. Pour ma part, je laisse à 0,6 Bar pendant 48 heures puis je ramène la dépression à 0,1 Bar et je laisse ainsi une semaine ... La température peut permettre d'aller plus vite : une journée entière dans une voiture en plein soleil en été vaut toutes les temps d'attente mais c'est pas facile de faire cela sans devoir couper la pompe à vide ...

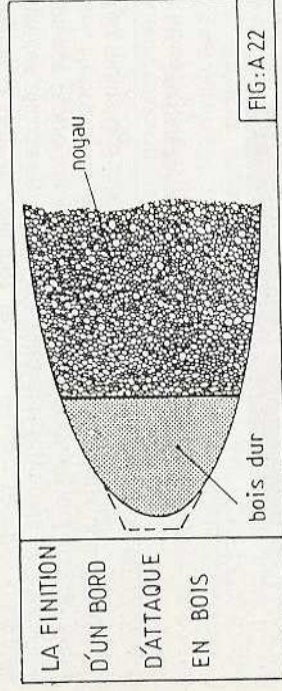


LA FINITION

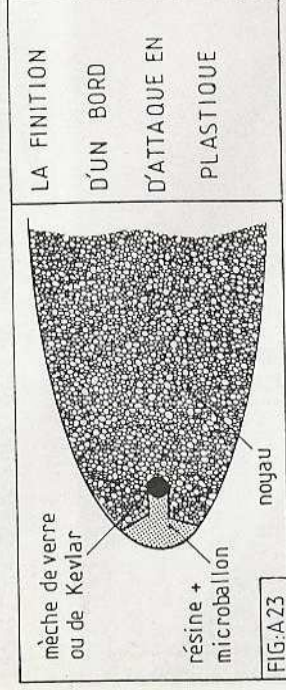
Enfin, fin de suspens : démoulez l'ensemble, c'est à dire retirez les panneaux de PVC et admirez le résultat. En principe, c'est solide, pas trop lourd et ça brille !
Il reste bien un peu de travail avant d'aller faire voler ce chef d'oeuvre.

Le bord d'attaque et le saumon

Si vous avez opté pour la solution bois et que ce bois est déjà collé sous le revêtement, ce sera simple et rapide : un bon coup de poncette pour arrondir et le tour est joué.



Par contre, si vous avez opté pour un bord d'attaque en plastique, les ennuis vont commencer. Commencez par ébarber les morceaux de revêtement inutiles. Puis faites une entaille dans le noyau sur toute l'envergure avec une petite fraise montée sur la mini-perceuse. Cette entaille peut faire 4 à 6 mm de profondeur et 2 à 3 mm de large. Au fond de cette entaille, placez une ou plusieurs mèches(s) de verre ou mieux de Kevlar imprégnés de résine. Ceci constituera le renfort qui limitera les conséquences d'un choc éventuel. Puis rebouchez le reste de la fente avec un mélange résine-microballon et profitez en pour recoller les endroits où le revêtement ne serait pas bien collé au noyau. Scotchez si nécessaire ...



Lorsque la résine a bien durci, finissez d'arrondir ce bord d'attaque d'un coup de poncette. Il faudra peut-être reboucher encore quelques trous avec du mastic polyester, genre Sintofer, rebouchez encore, rebouchez encore, rebouchez encore ... rien n'est jamais parfait du premier coup !

L'opération est tout à fait similaire pour le saumon : je ne redétaille pas ...

Reste la finition de tout cela, que la solution employée soit le bois ou le plastique. Le plus simple, c'est de cacher la mise sous un bout de scotch ! Bien posé, si le scotch est bien de la même couleur que l'aile ou franchement d'une toute autre couleur pour trancher et décorer, c'est une solution acceptable et qui a le mérite d'être particulièrement rapide. Mais quand on construit un appareil dont on attend performance et élégance, cela tourne au camouflage inadmissible ! Il existe une autre solution.

Repeindre toute la surface mise à nu avec la peinture qui a servi au reste de l'aile. Pendant que cette peinture sèche, placez l'aile le bord d'attaque vers le bas pour éviter au maximum les surépaisseurs le long du raccord. Ainsi, c'est déjà mieux, et ça contentera probablement la plupart. Mais on voit encore le raccord de peinture ! Les inconditionnels de la perfections font la moue. Qu'à cela ne tienne ! Il suffit de reponcer ce raccord avec du papier à l'eau grain 800 minimum puis de polir à la pâte à polir ... Si on a un peu de chance, il doit être possible d'arriver à un résultat absolument parfait : le raccord devient complètement invisible. Inutile de vous dire que je n'y suis jamais arrivé tout à fait : je m'en rapproche, mais ...

Pour le saumon, c'est beaucoup plus simple : il suffit de faire une décoration de bout d'aile et hop ! on cache la misère !!! Qui a dit "tricheur !" ? J'voudrais bien t'y voir, moi !!!

L'aérofrein

si tout s'est passé comme d'habitude lors du coffrage, on devine qu'on se trouve l'aérofrein grâce à quelques micro-défauts. Mais il arrive qu'on ne le devine même pas ! C'est là qu'on va voir si vous avez bien noté où il se trouve ... et si vous n'avez pas perdu le foutu bout de papier où vous l'avez noté !!!
Il suffit de couper le revêtement pour libérer le volet mobile ... encore faut-il couper au bon endroit ce qui réserve parfois quelques surprises plus ou moins désagréables ... Pour couper le revêtement, j'utilise un disque au corindon monté sur la mini-perceuse : c'est propre, rapide, et ça donne d'origine le jeu nécessaire. En principe, le revêtement reste collé sur le volet mobile de l'aérofrein ce qui lui assure un ajustement quasi parfait. Il n'y a plus qu'à finir la tringlerie si ce n'est déjà fait.

Le bord de fuite

Il suffit de le tracer et de le découper avec une paire de ciseaux. En cas de besoin, fignolez d'un coup de poncette. Ensuite, réaffutez ces ciseaux avant de les rendre à votre femme, conseil d'ami !!!

Raccorder les ailes

Si vous avez opté pour une version démontable, la liaison des ailes est déjà prévue. Il suffit donc d'arraser le revêtement à ras de la nervure d'emplanture à l'aide d'un cutter bien affûté (qui ne le restera pas longtemps !). Fignolez d'un coup de poncette. Il se peut que le fuselage que vous avez prévu d'utiliser ne comporte pas de karmans. Dans ce cas, il faut raccorder l'aile suivant le fuselage. Avant coffrage, tâchez de placer la nervure d'emplanture le plus possible parallèle au fuselage et recollez le morceau de noyau, apparemment devenu inutile, sur la nervure d'emplanture de façon à obtenir une surlongueur de revêtement au-delà de la nervure d'emplanture. Après coffrage, retirez cet excédent de noyau jusqu'à remettre la nervure d'emplanture à nu mais sans abîmer le revêtement. Montez le planeur et recoupez puis ajustez parfaitement l'excédent de revêtement suivant le fuselage. Démontez l'aile et protégez le fuselage par un peu de scotch. Remplissez de mélange résine+microballon le creux restant entre la nervure d'emplanture et l'extrémité du revêtement et remontez l'aile : le microballon va finir de se mouler contre le fuselage. On obtient ainsi facilement un raccord parfait, sans aucune discontinuité du revêtement et sans avoir à repeindre le moindre millimètre carré !

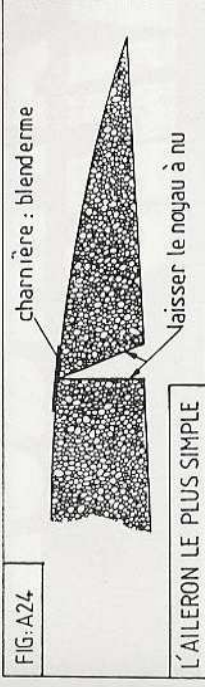
Si vous avez opté pour l'aile d'une seule pièce, il reste à raccorder les deux ailes. Recoupez l'excédent de revêtement

dépassant de l'emplanture et poncez l'emplanture suivant le dièdre voulu ... enfin ... aussi bien que possible ! Collez les deux moitiés au bon dièdre en utilisant beaucoup de microballon pour rattraper les écarts éventuels. Poncez le revêtement localement pour assurer un bon collage des tissus qui assureront la liaison puis stratifiez ces tissus. Combien en faut-il ? Suivant l'appareil deux ou trois voire quatre couches de tissu de 100 gr/m² feront l'affaire ... Ne surtout jamais arrêter deux couches au même endroit ce qui affaiblirait cet endroit en y concentrant les contraintes. Il vaut mieux les décaler, par exemple d'un centimètre à chaque couche, quitte à ce que la couche la plus petite semble ridiculement petite : elle servira quand même. Quand à faire une belle finition là-dessus ... hum ... c'est joli un motif décoratif localisé à l'emplanture, non ?? ...

L'aileron

Le plus simple consiste à le séparer de l'aile d'un coup de scie et de cutter ou de disque au corindon. En cas de besoin, un petit coup de poncette redressera les arêtes tordues ... Ensuite, recoupez l'aileron à l'intrados pour assurer son débattement vers le bas. L'articulation de l'aileron sera réalisée grâce à du blonderm : cette solution est parfaitement sûre, pourvu que ce blonderm soit changé dès qu'il semble vouloir se couper et au moins tous les ans.

FIG. A24



L'AILERON LE PLUS SIMPLE

Le guignol sera simplement découpé dans un bout de contre-plaqué cinq plis de 2 mm d'épaisseur ou dans du circuit imprimé verre epoxy de même épaisseur, et collé dans l'aileron à la colle epoxy lente. Il ne reste plus qu'à poser la tringlerie et le tour est

joué. Inutile de recouvrir d'un petit tissu de verre les parties de S-FOAM mises à nu : l'expérience m'a prouvé que c'était superflu.

Allez, vite en vol

Et bien voilà, l'aile est terminée maintenant. J'espère que vous avez réussi à m'accompagner jusqu'ici et que vous arriverez à vous fabriquer le plus bel engin volant qu'on n'ait jamais vu. De toute façon, quoique vous arriviez à vous construire, à vos propres yeux, ce sera le plus bel engin volant existant car c'est vous qui l'aurez fait de vos dix doigts et ce sera votre première récompense. Et quand, après les premiers vols, vous aurez constaté l'amélioration des performances que le plastique apporte, quel régal !

TOUJOURS PLUS FORT

A présent, plus question d'apprentissage, plus question de technique de base : vous en savez assez pour être capables de vous adapter à des situations originales ... et, pourquoi pas, de trouver vos propres trucs.

C'est un peu le sujet de ce chapitre : vous montrer par l'intermédiaire de quelques exemples comment on peut résoudre certaines difficultés, améliorer certains résultats, se simplifier la vie ... ou au contraire compliquer un peu pour affiner l'appareil. Certaines de ces idées sont classiques, connues depuis longtemps ; d'autres sont dues à quelques copains que je tâcherai de citer au passage.

MOULE PERDU

Il arrive souvent qu'on ne veuille pas se lancer dans la réalisation d'un moule pour faire une pièce qui a de grandes chances de rester unique. En effet, faire un moule représente malgré tout un gros travail souvent disproportionné avec le résultat à atteindre, surtout si on sait à l'avance qu'on n'a besoin que d'une pièce unique. L'exemple type est le capot moteur d'une maquette originale, mais ce n'est qu'un exemple. La même technique peut être appliquée à bien d'autres cas, tel que des carénages de roues ... voire même un fuselage complet, pourquoi pas ?

La seule limitation à cette technique est liée à sa difficulté : la finition. En effet, n'ayant pas de moule à fabriquer, on gagne beaucoup de temps, du moins au début. Hélas, la finition n'est pas obtenue d'origine au contact du moule, si bien qu'il faut finir la pièce "à l'huile de coude" ce qui fait repérer pas mal de temps. En plus, aucune chance de gagner du poids par cette méthode.

Mais voyons plutôt comment s'y prendre.

Principes de base :

- 1° La résine epoxy n'attaque pas les polystyrènes expansés ou extrudés. On peut donc "mouler" directement cette matière.
- 2° L'acétone (entre autres) attaque les polystyrènes expansés ou extrudés. Ils peuvent donc facilement les "dissoudre".

A partir de ces deux principes, on peut donc bâtir une méthode toute simple.

Commencez par tailler, dans un bout de mousse de polystyrène, un bloc ayant la forme extérieure désirée, exactement ou environ 1 mm plus petite. Si besoin, on peut évider ce bloc, par exemple pour pouvoir le tailler directement en place, autour d'un bati moteur ou autour d'une roue. La mousse de polystyrène se taille extrêmement facilement et rapidement : un cutter et un bout de papier de verre sont les seuls outils nécessaires. La seule vraie difficulté, c'est le risque d'aller trop vite et de retirer trop de matière, emporté par son élan. Dans ce cas, il vaut mieux recommencer car il est pratiquement impossible de rattraper per proprement l'erreur ... à moins de ne pas être difficile sur l'aspect final de la pièce !

Il vaut mieux employer le polystyrène extrudé qui donnera une meilleure surface, car les expansés ont la fâcheuse tendance à perdre des billes entières ce qui donne un modèle souvent trop approximatif pour un résultat correct. Bien ! Je suppose que vous n'avez eu aucun mal à me suivre jusqu'ici.

A présent, il s'agit de bâtir le stratifié sur ce bout de polystyrène. Trouvez un moyen de caler le polystyrène dans une position qui laissera libre accès à toutes les surfaces qui seront recouvertes de stratifié. Il vaut mieux qu'il soit bien immobilisé, quoiqu'on peut aussi préférer le tenir simplement d'une main pendant qu'on travaille de l'autre main ... mais ce n'est pas toujours bien pratique et rarement propre ...

Contrairement à ce que l'on fait d'habitude, il faut commencer par poser et imprégner le tissu le plus épais, pour finir par le plus fin ce qui permet d'obtenir une surface plus propre d'origine

et diminuera le travail de finition. Bien évidemment, employez de la résine epoxy et des tissus compatibles avec ce type de résine. Une résine polyester détruirait irrémédiablement la forme de polystyrène. Soignez au maximum la pose et l'imprégnation de la dernière couche de tissu, toujours pour éviter le maximum de travail de finition.

Lorsque la résine est bien durcie, il suffit de faire disparaître le morceau de polystyrène sur lequel on a bâti la pièce. L'acétone se fera un plaisir de s'occuper de cette tâche ! Si besoin, et si possible, on peut figoler d'un petit coup de papier de verre.

Il reste à finir l'aspect visible de la pièce. Bonjour la galère ! Commencez par poncer toute la surface pour enlever les plus grosses surépaisseurs. Puis rebouchez au mastic polyester tous les trous restant. Poncez les excédents de mastic pour égaliser la surface ... ce qui révélera probablement des trous oubliés ... qu'il faut remastiquer ... reponcer ... etc ... En final, il faut obtenir une surface lisse, régulière, poncée assez finement pour qu'on ne voie pas les rayures du papier de verre. Évitez les papiers abrasifs à l'eau qui sont gorgés de silicones et risquent de poser des problèmes d'accrochage de la peinture. Enfin, il ne vous reste plus qu'à peindre la pièce : ça, vous connaissez !

LE BORD D'ATTAQUE DES AILLES

Voilà typiquement un tout petit truc qui simplifie diablement la vie, tout en améliorant le résultat. Je le dois à quelques copains des stages des Saisies, mais comme j'ignore qui en a eu l'idée exactement (c'est peut-être une trouvaille collective), je ne citerai aucun nom.

Le vide a beau appuyer très fort sur le PVC qui donne l'état de surface des ailes, il arrive qu'il ne suffise pas à le plaquer jusqu'au bout du bord d'attaque. C'est pourquoi il est souvent utile de l'aider. Un simple morceau de scotch fera ce travail ! Avant même de passer la peinture ou le gel-coat sur les plaques

Variantes

- Il peut se révéler utile de travailler à l'envers, c'est-à-dire que la surface visible de la pièce terminée sera celle directement au contact de la mousse de polystyrène. La méthode de fabrication revient exactement au même, sauf que la couche de tissu la plus fine sera posée directement au contact de la mousse de polystyrène et non pas en dernier.

- On peut aussi fabriquer un réservoir de carburant de forme très spéciale en utilisant cette méthode. Mais attention : il faut mouler les orifices de remplissage en même temps que le morceau de mousse car il serait difficile de les rajouter après puisque la pièce sera entièrement fermée et ne laissera aucun accès à l'intérieur. Moulage parfait obligatoire : une bulle = une fuite ...

- On peut encore améliorer le résultat en mettant sous vide la pièce moulée. En employant un plastique très fin qui fera beaucoup de petits plis, on peut améliorer l'aspect extérieur de la pièce ce qui diminuera le travail de finition. C'est aussi un bon moyen pour éviter les bulles, donc les fuites d'un réservoir ... À éviter si le morceau de polystyrène est évidé.

de PVC, les scotcher ensemble par le bord d'attaque, le scotch étant posé côté non peint du PVC. Laisser un peu d'espace entre les deux plaques de PVC, disons entre 1 et 5 mm suivant la forme du bord d'attaque. La suite du moulage s'effectue normalement.

Voilà une idée particulièrement simple et particulièrement efficace. Hélas, elle porte en elle sa propre limitation : difficile, voire impossible à utiliser lorsque le bord d'attaque n'est pas rectiligne sur toute l'envergure : pauvre DISCUS ...

DES FUSELAGES SANS BULLES

La méthode de moulage décrite précédemment est celle qui donne le meilleur rapport solidité/poids aux fuselages. Mais, quand on n'est pas un as du pinceau, on a vite fait de laisser "quelques" bulles par-ci par-là qui réapparaîtront rapidement à travers le gel-coat, obligeant à les reboucher à l'aide de mastic polyester puis à repeindre tout le fuselage ... ce qui n'est pas l'idéal côté temps de travail et poids du fuselage prêt au vol !

Jean-Luc ORAIN emploie quelques trucs simples qui aident bien les amateurs maladroits ... et que de nombreux professionnels feraient bien d'employer aussi ...

Les angles vifs.

Je vous ai conseillé de placer une mèche dans tous les angles vifs pour y éviter les bulles. Hélas, il arrive souvent qu'une simple mèche soit insuffisante pour augmenter suffisamment le rayon du

pli qu'il faudra donner au tissu. Jean-Luc préfère donc bourrer ces angles de "choucroute" constituée de fibre coupée imprégnée de résine. On peut poser cette "choucroute" facilement avec un pinceau à poils assez durs.

Certains fabricants emploient dans le même but une pâte faite de microballons et de résine. C'est encore plus facile à mettre en place mais plutôt catastrophique côté solidité du fuselage ! Au premier atterrissage un peu sec, ce bourrage se fissure. La choucroute est donc nettement meilleure, quoique seule une mèche de roving ou de silione renforce réellement le fuselage. L'idéal est encore de poser une ou deux mèches et de compléter le bourrage "anti-bulles" à la choucroute !!

Le plan de joint.

C'est assurément la partie la plus difficile à réussir sans bulle. La raison est simple : le tissu qui va assurer la liaison entre les deux moitiés du fuselage doit lui aussi faire un virage brusque pour

quitter le contact du moule et se replacer sur les couches de tissu de l'autre moule. Le tout est compliqué que tout cela se place dans le moule fermé et qu'on ne voit pratiquement rien de ce que l'on fait.

Jean-Luc obtient d'excellents résultats en plaçant du microballon mélangé à beaucoup de résine, tout le long du plan de joint, juste avant de refermer le moule. Ainsi, le microballon bourre les espaces restant entre les deux demi-coquilles et Jean-Luc n'a pratiquement jamais de bulle. Voilà une bonne idée !!

Marie-Claire et Michel MOREAU emploient une autre méthode plus subtile. Les bulles le long du plan de joint sont d'autant plus

difficiles à éviter que le fuselage est épais. Le phénomène est aggravé par le fait que toutes les couches de tissu sont recouvertes au même endroit, à savoir à ras du plan de joint du moule.

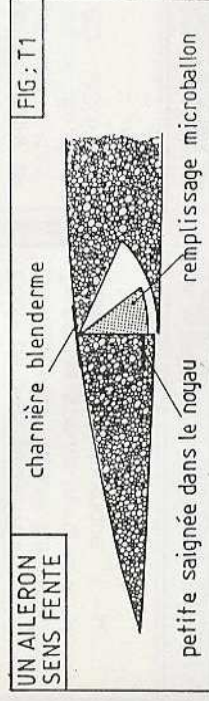
En recoupant les diverses couches de tissu à des endroits différents, par exemple la première couche recoupée à ras du plan de joint, la suivante trois à cinq millimètres à l'intérieur du moule, les suivantes encore trois à cinq millimètres plus loin, ils parviennent à éviter un décalage brutal et obtiennent des résultats quasi parfaits à coup sûr. Mais il faut dire que Marie-Claire est une virtuose des ciseaux ...

Voilà quelques bons trucs pour faire du bon boulôt que vous pourrez réemployer dans de nombreux cas.

DES AILERONS INTEGRES

A quoi sert de fabriquer une merveille tout en plastique si les ailerons sont mal finis et apportent des traînées supplémentaires ? C'est la question que je me posais lorsque je fabriquais mes premiers planeurs tout plastique. A l'époque, j'y avais partiellement répondu en utilisant l'incidence variable différentielle à la place des ailerons. C'est l'une des raisons qui ont conduit à cette solution sur l'AXEL. Mais cette solution est incompatible avec les profils d'aile plus porteurs, et devient trop compliquée sur les grands planeurs. Il fallait donc trouver autre chose.

La première solution que j'ai trouvée est de remplir la fente habituelle avec du microballon, et de creuser la partie fixe de l'aile pour permettre les débattements vers le bas.



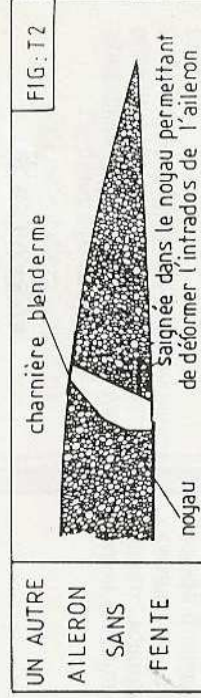
Commencez par séparer l'aileron comme d'habitude. Puis, avec une petite fraise montée sur la mini-perceuse, faites une petite entaille dans le noyau, parallèle à l'intrados et à peu près à un millimètre de celui-ci. Préparez un bon paquet de pâte de microballon, juste assez consistante pour ne pas couler. Remplissez la petite fente avec cette pâte et plaquez l'aileron sur un chantier en l'écrasant légèrement avec des serre-joints pour lui faire perdre environ 1 mm d'épaisseur. Puis rajoutez, sur la tranche de l'aileron, de la pâte de microballon, de façon à construire la partie qui pénétrera dans l'aide. On peut le faire assez bien du premier coup en se servant d'un couteau de peintre, à la manière du vitrier qui refait un joint de mastic sur une fenêtre.

Lorsque la pâte est bien durcie, reponcez l'excédent pour l'arrondir et permettre le débattement dans l'aile. Il faut aussi creuser l'aile. Faites le plus gros au cutter, puis fignolez avec un bout de papier de verre collé sur un morceau de bois arrondi pour donner la forme correcte. Poncez suffisamment aile et aileron pour laisser un peu de jeu entre ces deux pièces. Il est préférable de poser un petit tissu de verre dans l'ouverture ainsi pratiquée dans l'aile car sinon, les bords un peu fragiles se déformeraient (le polystyrène gonfle en reprenant l'humidité).

Autre méthode

C'est une idée signée François CAHOUR. Son principe est le même mais la réalisation est peut être un peu plus simple et rapide.

Là encore, commencez par séparer l'aileron comme d'habitude. Ensuite, recoupez l'aileron sur quelques millimètres de façon à donner un angle à sa partie avant :



Une nouvelle fois, faites une petite saignée dans le noyau pour pouvoir l'écraser légèrement et le faire pénétrer dans l'aile. Par cette méthode, il n'est pas nécessaire de bâtir avec du microballon la partie de l'aileron qui pénétrera dans l'aile. De plus, on conserve le revêtement à cet endroit, donc sa peinture ... Attention, comme il faut recouper l'aileron, il faut absolument couper le bord de fuite de toute l'aile en dernier lieu, sous peine de se retrouver avec un aileron trop petit ...

Encore une autre idée.

Et encore une idée signée François CAHOUR. J'ai envie d'appeler cette idée : "pinaillons un max" !! J'articule toujours mes ailerons à l'extrados de l'aile à l'aide de blenderm : c'est simple et parfaitement efficace. Evidemment, ce blenderm vient en surépaisseur sur l'aile ce qui n'est pas grave, mais ...

Si j'étais méchant, je dirais que François devrait pinailler ainsi la totalité de ses planeurs, mais comme je suis très gentil (seulement un peu taquin) je m'en garderai bien !!

Vous en savez presque autant que moi à présent. J'espère que ces explications vous auront familiarisé avec les matériaux composites et vous donneront envie de les utiliser pour construire votre prochaine machine volante. Si vous rencontrez des difficultés ou avez besoin d'autres renseignements, je pourrai peut-être vous répondre par le canal de RCM, surtout si ces renseignements peuvent intéresser d'autres modélistes. A bientôt peut-être !

TABLER DES ANNEXES

ANNEXE 1
CHOIX D'UN MATERIAU:
POURQUOI PENSER
COMPOSITES ?

I) Introduction

II) Domaine de déformation

- a. Déformation élastique
- b. Déformation plastique

III) Caractéristiques mécaniques à prendre en compte

- a. Essais de traction
- b. Essais de torsion

IV) Commentaires sur le tableau 1

Conséquences

- a. En traction
- b. En flexion

V) Comportement des matériaux

- a. Matériaux homogènes
- b. Matériaux hétérogènes

VI) Analyse des contraintes

- a. Traction
- b. Compression
- c. Cisaillement
- d. Flexion
- e. Torsion

VII) Rappels sur la constitution d'un matériau composites

- a. Les fibres
- b. La matrice

VIII) Applications

- a. Longeron principal
- b. Revêtement travaillant

IX) En guise de conclusion

ANNEXE 2:
BIBLIOGRAPHIE

Complément

Adresses

ANNEXE 3:
QUELQUES PLANS DE
PLANEURS DE F3B
"TOUT PLASTIQUE"

CHOIX D'UN MATÉRIAU: POURQUOI PENSER COMPOSITES?

par J.-C. Rouais (M.A.C.B.)

I. Introduction

La lecture des revues traitant l'aéromodélisme prouve, s'il en était besoin, du dynamisme qui anime certains passionnés de ce passe-temps. Pour améliorer la performance de leur modèle, toutes les techniques, bien souvent issues de la grande aviation, sont mises à contribution : études théoriques complètes par des essais, utilisation de la micro-informatique, emploi de matériaux de haute technicité. Cette similitude provient du fait qu'à un certain niveau d'utilisation les préoccupations des utilisateurs de deux types d'aviation sont identiques. En particulier, dans le domaine des procédés de construction, la recherche de structure résistante, rigide et légère est le souci constant de ceux qui réalisent et je peux affirmer, sans crainte de démenti, que certaines réalisations de constructeurs de modèles réduits sont d'un niveau bien supérieur à celui de leurs collègues amateurs de la grande aviation.

Cet article se propose de dégager les grandes lignes qui permettraient à un modélisme voulant améliorer son mode habituel d'élaboration de structure ou à celui qui voudrait en créer de nouveau de faire un choix dans les matériaux à utiliser. Cette hypothèse étant faite, nous prendrons, comme sujet d'étude, la réalisation d'une aile devant répondre aux critères suivants : résistance, rigidité, légèreté. Il y a un critère que nous ne prendrons pas en compte dans cette étude : le prix de revient...

Ces impératifs étant fixés, l'on doit définir les modes de sollicitation auxquels va être soumise la structure. Dans notre cas, l'aile est sollicitée en flexion par la portance et en torsion par la variation du centre de poussée et par l'action des ailerons. Nous pouvons maintenant entreprendre l'étude que nous nous sommes proposés.

II. Domaine de déformation

Toute sollicitation sur une structure va provoquer une déformation de celle-ci, déformation dont l'amplitude sera fonction de l'intensité de la sollicitation.

En mécanique, l'on distingue deux types de déformations :

a. Déformation élastique

La pièce se déforme, mais reprend sa forme initiale dès que la contrainte est relâchée. Corde à piano que l'on courbe et qui redevient droite lorsque l'on relâche l'effort.

b. Déformation plastique

La pièce est déformée d'une manière permanente lorsque la contrainte est relâchée.

Corde à piano que l'on met en forme avec une pince pour réaliser un crochet, un train d'atterrissage...

Pour notre exemple, l'aile ne travaillera que dans le domaine élastique et, dans celui-ci, les déformations devront être faibles pour que les fonctions que nous avons imposées à l'aile soient toujours assurées : fonctionnement et stabilité des ailerons ou aérofreins réalisés dans toutes les configurations de vol.

Pour répondre à ces conditions, nous devons être capables soit de dimensionner les éléments de la structure, soit de faire un choix parmi plusieurs matériaux disponibles.

Ce choix ne sera possible que si l'on est capable d'interpréter les caractéristiques mécaniques relatives à ces matériaux.

III. Caractéristiques mécaniques à prendre en compte

Pour bien comprendre la signification des grandeurs que nous allons rencontrer, nous allons décrire très rapidement les essais mécaniques à partir desquels nous les obtenons.

a. Essais de traction

La figure 1 montre le principe de cet essai. Une éprouvette est montée dans les mors d'une machine qui exerce une force F dans le sens de l'axe de symétrie de la pièce. Cette force produit un allongement ΔL .

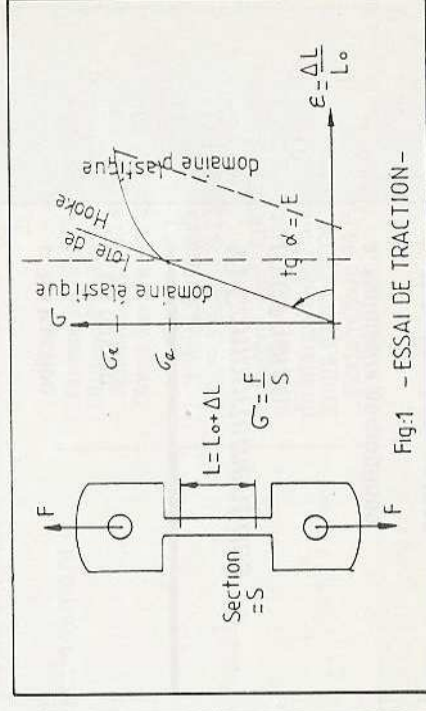


Fig.1 - ESSAI DE TRACTION -

Les résultats de cet essai sont traduits sur un graphique contrainte-déformation sur lequel il est fort aisé de séparer les deux domaines de déformation.

La partie linéaire caractérise le domaine de déformation élastique. Dans ce domaine, il y a proportionnalité entre contrainte et allongement. C'est la relation de HOOKE :

$$\delta = E \cdot \epsilon$$

| TABLEAU 1 | Nature | Masse spécifique (g.cm ³) | Résistance à la traction δ_{rt} (MPa) | Résistance à la compression δ_{rc} (MPa) | Module d'élasticité à la traction E (MPa) |
|--|-------------------------|---------------------------------------|--|---|---|
| | | | | | |
| | Spruce | 0,5 | 70 | 35 | 13 000 |
| | Frêne | 0,7 | 90 | 45 | 15 000 |
| | Peuplier, grisard | 0,5 | 60 | 35 | 11 000 |
| | Acier (traité) | 7,8 | 1 200 | 1 200 | 200 000 |
| | Dural | 2,8 | 450 | 450 | 72 000 |
| | Titane | 4,5 | 900 | 900 | 105 000 |
| Caractéristiques sur filament | | | | | |
| | Verre E (10 μ) | 2,55 | 2 500 | | 73 000 |
| | Verre R (10 μ) | 2,5 | 3 500 | | 83 000 |
| | Kevlar 49 (10 μ) | 1,45 | 2 600 | | 132 000 |
| | Carbone H.R. (8 μ) | 1,7 | 2 500 | | 260 000 |
| | Carbone H.M. (8 μ) | 1,9 | 2 200 | | 380 000 |
| Caractéristiques sur composite unidirectionnel - Matrice époxy - Pourcentage fibres en volume : 60% | | | | | |
| | Verre E | 2,04 | 140// | 90// | 46 000 |
| | Verre R | 2,01 | 190// | 97// | 52 000 |
| | Kevlar | 1,37 | 140// | 28// | 84 000 |
| | Carbone H.R. | 1,55 | 130// | 140// | 130 000 |
| | Carbone H.M. | 1,65 | 80// | 90// | 230 000 |

$$\delta = \frac{F}{S} : \text{contrainte,}$$

E : module d'élasticité en traction,

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{L} \times 100 : \text{allongement.}$$

La fin de la partie linéaire de la courbe permet de déterminer la contrainte limite élastique : δ_e

Au-delà de cette contrainte, le matériau va se déformer d'une manière permanente. La rupture de l'échantillon caractérise la contrainte de rupture σ_r , ainsi que l'allongement à la rupture $\Delta l/r$ en pour cent.

La simple observation des courbes de traction (figure 2) permet de caractériser le matériau quant à sa rigidité, sa fragilité ou sa ductilité.

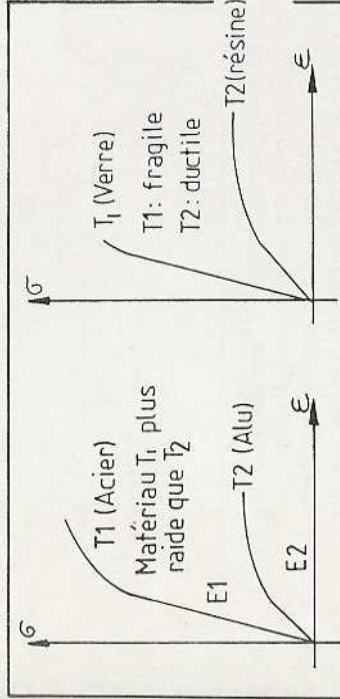


Fig.2 - COMPORTEMENT A LA TRACTION -

Il n'y a pas de relation entre δ_e et δ_r , si ce n'est que plus un matériau est fragile, plus δ_e est proche de δ_r .

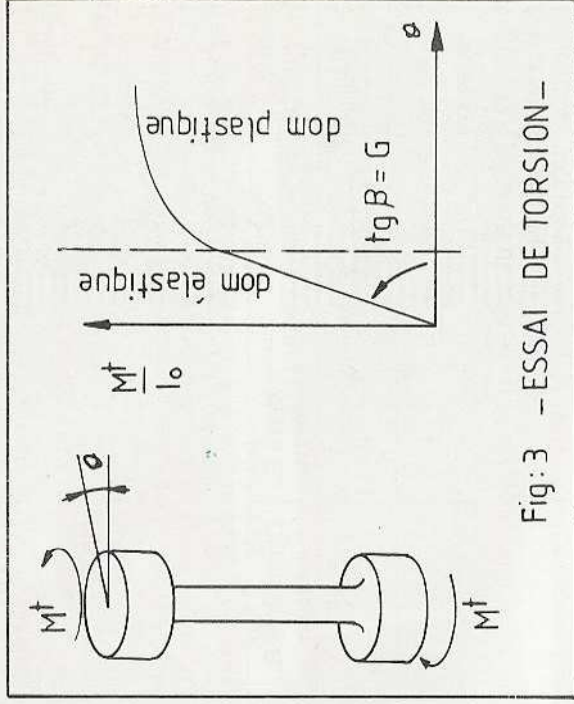


Fig:3 - ESSAI DE TORSION -

B. Essai de torsion

La figure 3 montre le principe d'un essai de torsion et la courbe qui traduit le comportement du matériau pendant cet essai. Là aussi nous distinguons les deux modes de déformations et la pente de la courbe détermine la valeur du module d'élasticité au cisaillement G.

On peut admettre que, pour un matériau homogène, les matériaux métalliques en sont un bon exemple, la valeur de G est voisine de la moitié de celle de E.

Nous pouvons déjà conclure que les performances d'un matériau sont proportionnelles aux valeurs de :

δ_e : contrainte limite élastique,

δ_r : contrainte à la rupture,

E : module d'élasticité à la traction,

G : module d'élasticité au cisaillement.

IV. Commentaires sur le tableau 1

Ce tableau permettra de faire un choix pour l'utilisation de différents matériaux.

Le premier tiers du tableau rappelle les principales caractéristiques des matériaux usuels. Nous constatons la modicité de certaines caractéristiques du bois, mais ce matériau est inégalable au point de vue densité et facilité d'emploi.

Le deuxième tiers présente les caractéristiques de nouveaux matériaux dont la forme première s'obtient sous forme de filaments continus de faible diamètre, quelques microns. Tant au point de vue densité que caractéristiques mécaniques, ces matériaux sont remarquables, mais *inexploitables dans cet état*. Pour les manipuler, l'on est obligé de les assembler pour former des fils qui peuvent être utilisés sous cette forme ou tissés pour obtenir des tissus. Même dans cet état, ils sont toujours inutilisables.

L'on est obligé de les mélanger à un liant qui aura pour rôle de les rendre utilisables. Le mélange de ces deux matériaux forme le matériau composite. Les performances mécaniques du liant étant généralement médiocres, nous constatons, dans le troisième tiers du tableau, que les valeurs de l'ensemble sont liées au pourcentage de fibres. Notons que le pourcentage en volume de 60% est proche du maximum utilisé, que ce taux de renfort est difficilement accessible à un amateur.

Conséquences

Nous allons, à l'aide de deux cas très simples de chargement, voir les conséquences sur le comportement d'une pièce selon le choix du matériau.

a. En traction

Supposons une poutre de section rectangulaire, soumise à un effort de traction F et dont la contrainte admissible est δ_{ad} . La section nécessaire pour l'utilisation de cette poutre s'obtient par la relation :

$$S = \frac{F}{\delta_{ad}}$$

Supposons que cette poutre soit réalisée avec du frêne, le tableau 2 montre l'évolution de cette poutre si nous utilisons d'autres matériaux.

| Matériaux | Acier | Dural | Verre E + résine | Carbone H.R. + résine |
|---------------------|-------|-------|------------------|-----------------------|
| Section divisée par | 13 | 5 | 15 | 14 |
| Poids divisé par | 1 | 1,25 | 5 | 6 |

Tableau 2 : Variation de la section et du poids d'un longeron réalisé initialement avec du frêne.

En traction, un matériau composite verre-époxy est aussi performant qu'un carbone-époxy.

b. En flexion

Supposons que cette même poutre, toujours réalisée en frêne, soit encastree à une extrémité et chargée uniformément. Ce pourrait être le cas d'un longeron principal d'une aile. Sous l'effet de la charge, la poutre va flechir et cette fleche sera maximale en bout.

Le tableau 3 montre l'évolution de la fleche et du poids suivant les matériaux, mais en gardant la même section de la poutre.

| Matériaux | Acier | Dural | Verre E + résine | Carbone H.M. + résine |
|---------------------|-------|-------|------------------|-----------------------|
| Fleche divisée par | 16 | 6 | 3,5 | 19 |
| Poids multiplié par | 11 | 4 | 2,8 | 2,4 |

Tableau 3 : Variation de la fleche et du poids d'un longeron réalisé initialement avec du frêne.

En flexion, un composite carbone-époxy est supérieur à un composite verre-époxy.

Ces deux exemples illustrent tout l'intérêt suscité par l'utilisation des matériaux composites dans certains cas bien spécifiques.

V. Comportement des matériaux

L'examen du tableau 1 montre que certains matériaux se comportent différemment selon qu'ils sont sollicités soit en traction, soit en compression, ce qui nous oblige à distinguer deux classes.

a. Matériaux homogènes

La grande majorité des matériaux métalliques que nous utilisons ont des propriétés mécaniques identiques dans toutes les directions. Il n'y a généralement pas de précaution à prendre pour leur utilisation.

b. Matériaux hétérogènes

Les matériaux fibreux, bois, matériaux composites, ont des propriétés bonnes ou excellentes dans les directions des fibres, mais leur comportement est différent en traction et en compression.

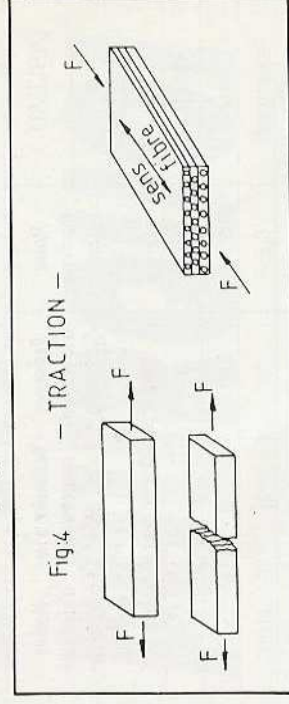
Les propriétés de ces matériaux sont mauvaises ou médiocres dans des directions perpendiculaires aux fibres.

Pour l'emploi judicieux des composites, il est donc nécessaire d'analyser les contraintes pour déterminer la direction dans laquelle elles agissent, afin d'orienter les fibres du composite dans cette direction.

VI. Analyse des contraintes

Nous allons rapidement examiner les différents cas de chargement, indiquer les caractéristiques mécaniques à prendre en compte, ainsi que l'orientation des fibres.

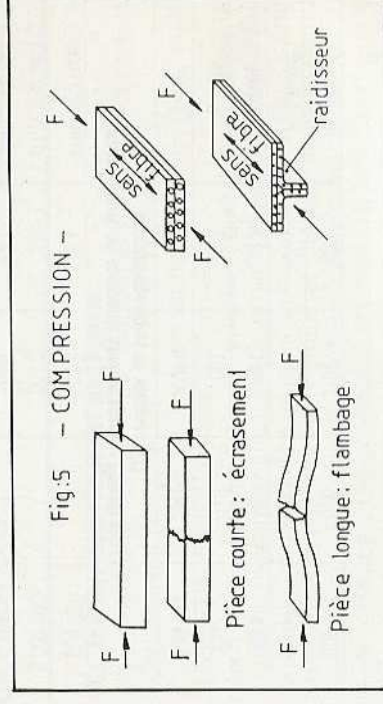
a. Traction (figure 4)



Les contraintes sont uniformes dans toute la section perpendiculaire à la force. Les caractéristiques mécaniques à prendre en compte sont δ_e , δ_r en traction.

Les fibres du matériau composite doivent être parallèles à la force.

b. Compression (figure 5)



Deux cas sont à considérer :

1. pièces courtes

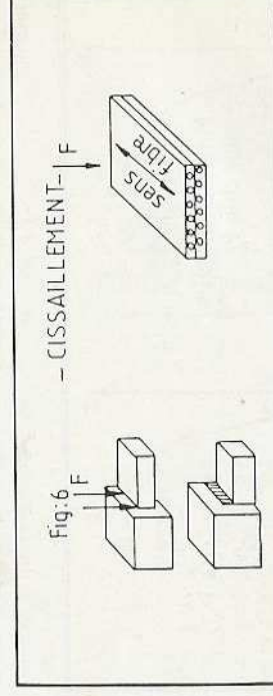
La plus petite dimension de la section n'est pas plus petite que cinq à dix fois la longueur de la poutre. Dans ce cas, les contraintes sont uniformes dans toute la section perpendiculaire à la force.

2. pièces longues

Elles vont être soumises au flambage et les contraintes seront maximales en surface. Les caractéristiques à prendre en compte sont δ_e , δ_r et E.

Pour un matériau composite, les fibres seront dans la direction de la force. Pour les pièces longues, prévoir un raidisseur.

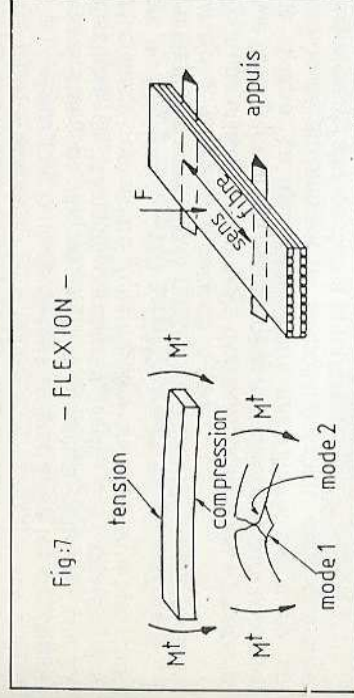
c. Cisaillement (figure 6)



L'effort est perpendiculaire à l'axe de la poutre, mais ce type de sollicitation est rarement rencontré isolé.

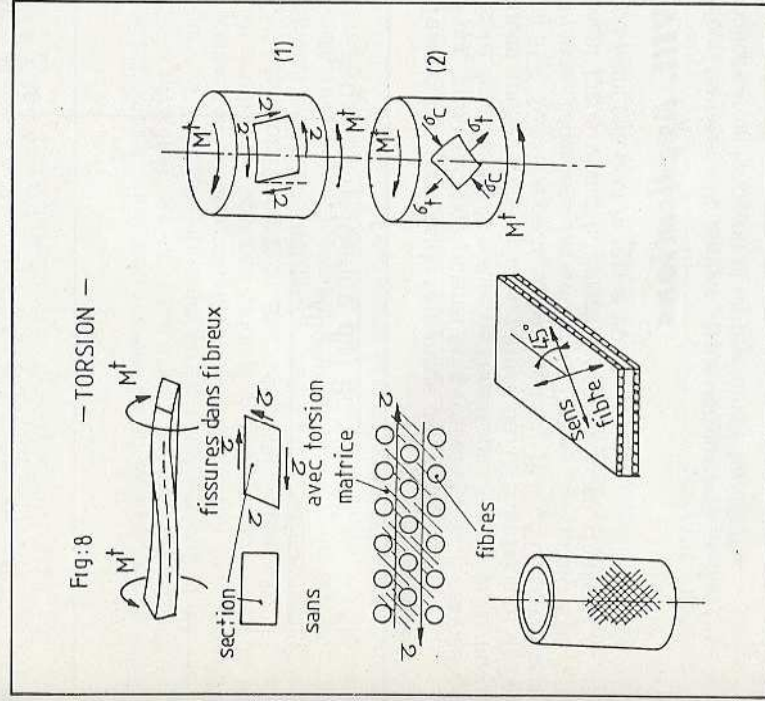
Les contraintes sont pratiquement uniformes dans la section parallèle à la force. La caractéristique mécanique à prendre en compte est le module de cisaillement G. Pour un matériau composite, les couches de fibres doivent être perpendiculaires à la force.

d. Flexion (figure 7)



Les contraintes sont maximales à la périphérie de la structure, où l'on trouve les deux modes de sollicitation : traction et compression. L'on recherche généralement à réduire la déformation ou flèche de la structure, ce qui conduit à utiliser un matériau ayant un module d'élasticité en traction élevée. Pour un matériau composite, les performances en compression sont généralement inférieures à celles en traction, ce qui obligera à calculer la poutre selon ce mode de déformation. *Les fibres seront dans l'axe du longeron, mais avec une forte densité sur les faces externes sollicitées en traction ou compression.*

e. Torsion (figure 8)



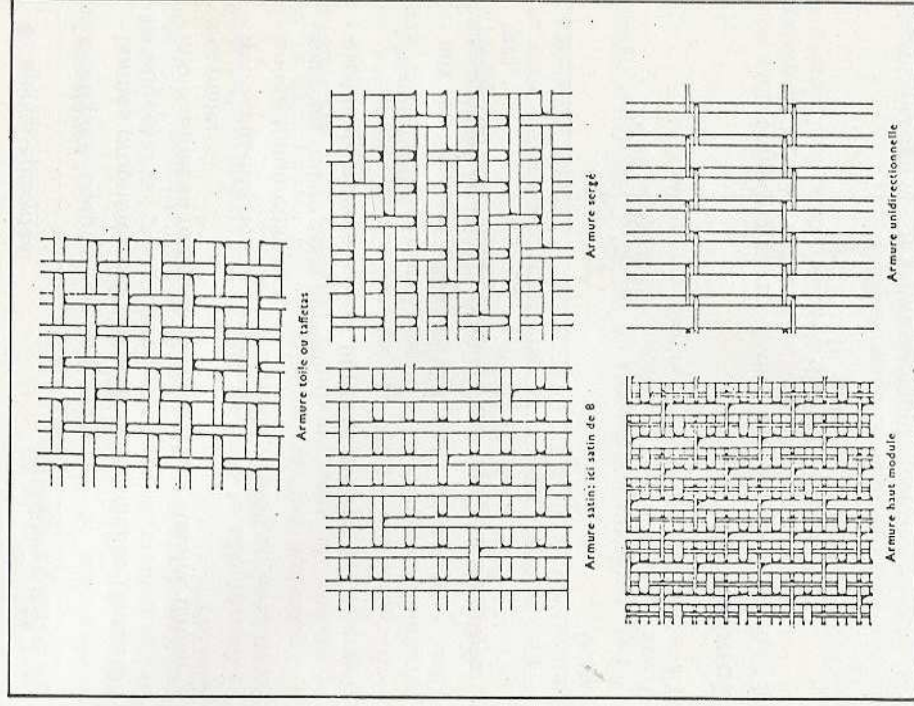
Si nous considérons un élément transversal d'une poutre soumis à une torsion, cet élément est déformé pour prendre la forme d'un parallélogramme. Cet élément est soumis à des contraintes tangentielles de cisaillement qui sont maximales en surface. Dans un matériau fibreux, ces contraintes provoquent des fissures qui se développent en surface et parallèlement à l'axe de torsion (très facile à visualiser sur une baguette de balsa que l'on tord). Le schéma 1 montre qu'un élément de surface représenté est soumis à des contraintes de cisaillement pur. Cette même surface (schéma 2), inclinée à 45° par rapport à l'axe de torsion, est soumise à la traction et compression. Dans un *matériau composite* soumis à de la torsion, pour éviter la rupture de la matrice (résine) sous l'effet des forces de cisaillement, il faut : — pour les plaques, orienter les fibres à 45° par rapport à l'axe de torsion, — pour les tubes, bobiner avec un angle de 45° .

VII. Rappels sur la constitution d'un matériau composite

Un matériau composite est un mélange ordonné de deux matériaux de propriétés fort différentes pour donner un produit fini dans lequel la meilleure des performances de l'un des constituants n'est pas trop altérée par la présence de l'autre. C'est un des rares cas où le bon l'emporte sur le mauvais. *Un matériau composite est constitué de fibres et d'une matrice.*

a. Les fibres

Elles doivent prendre en compte les contraintes, donc présenter des caractéristiques mécaniques élevées. Elles peuvent être en verre, en kevlar ou en carbone (tableau 1). On peut les utiliser sous forme de fils ou de tissus. La figure 9 présente les principaux types de tissages : — le tissage satin est le plus déformable, — le tissage sergé conserve une certaine souplesse, — les unidirectionnels manquent généralement de tenue.



b. La matrice

Dans notre cas, elle sera réalisée à partir de résines thermodurcissables. Elle devra : — Assurer une forme définitive au produit. Il faut qu'après polymérisation de la résine, la forme obtenue soit conforme à celle prévue, car il n'est plus possible de la modifier. Les modifications dimensionnelles sont à prendre en compte (retrait, expansion, gauchissement). — *Transmettre les efforts à la fibre.* La résine devra imprégner parfaitement la fibre et adhérer à cette dernière le plus efficacement possible. Cet accrochage est favorisé par un traitement de surface de la fibre, appelé enzymage. — *Protéger la fibre de l'environnement.* La fibre est un matériau fragile et la qualité du composite est liée à l'assemblage fibre-résine. Tout défaut dans cet assemblage altérera les performances du composite. Sont à redouter températures élevées, vieillissement aux U.V., microfissures, diffusion de l'humidité.

Les résines thermodurcissables que nous utilisons peuvent être :

● résines polyesters

* avantages :

- bon accrochage sur fibres de verre,
 - possibilité de translucidité,
 - facilité de mise en œuvre,
 - assez bonne tenue chimique,
 - prix réduit.
- * inconvénients :
- retrait important (6 à 15%),
 - propriétés mécaniques moyennes,
 - tenue réduite à la chaleur humide,
 - durée de conservation en pot limitée,
 - ventilation nécessaire lors de la polymérisation.

● résines époxydes

* avantages :

- bonnes propriétés mécaniques et thermiques (tenue à la fatigue),
- faible retrait au moulage (environ 1%) + stabilité dimensionnelle,
- bon comportement à l'extérieur,
- bonne tenue chimique,
- mise en œuvre sans solvant,
- excellente adhérence sur fibres et métaux.

* inconvénients :

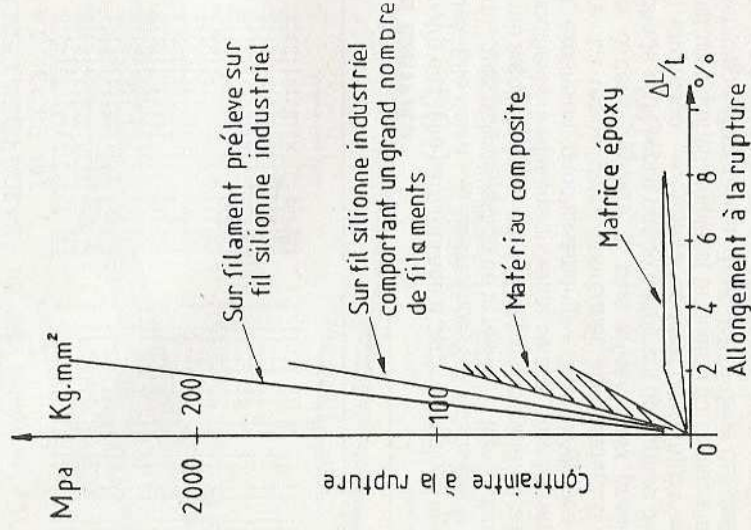
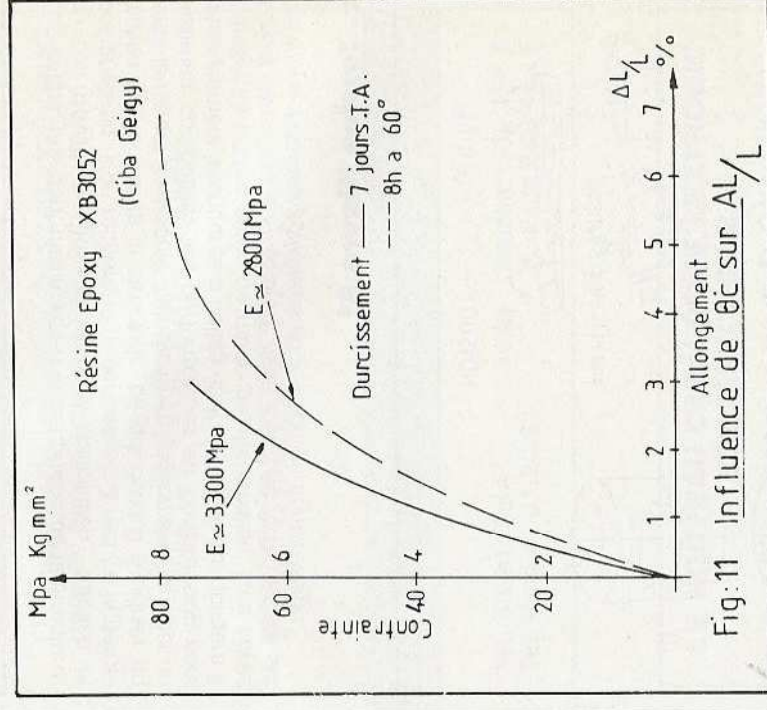
- prix relativement élevé,
- temps de polymérisation plus élevé que pour les polyesters.

La figure 10 montre le comportement en traction de différents éléments formant un matériau composite, ainsi que le résultat final (fibre + matrice).

Il est à remarquer la chute de performance entre les caractéristiques obtenues sur un filament et celles obtenues sur un ensemble de filaments constituant un fil. Ceci provient des difficultés à contraindre d'une manière uniforme un grand nombre de filaments.

Remarquons aussi que la *rupture du composite se produit pour un allongement égal à celui de la fibre.*

Pour une utilisation rationnelle d'un composite, il est souhaitable que l'allongement à la *rupture de la matrice soit supérieur* à celui de la fibre. La figure 11 montre tout l'intérêt de "cuire" un composite au moment de sa polymérisation, cette opération augmentant l'allongement à la rupture.

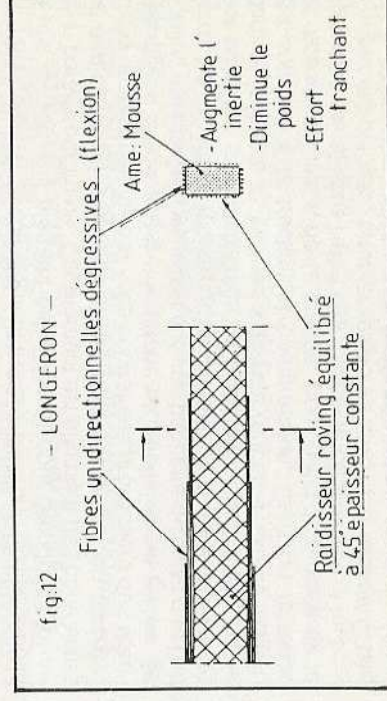


Test pour le contrôle de l'ensimage des tissus
 Pour un accrochage optimal fibre-résine-époxy, il est nécessaire de contrôler la nature de l'ensimage. Imprégner de quelques gouttes d'une solution formée de 15% de teinture d'iode et 85% d'eau une petite surface de tissu. Si la coloration devient orange, l'ensimage convient pour l'époxy. Si la coloration devient bleue violacée, l'ensimage est à base d'amidon et ne convient pas pour la résine époxy.

VIII. Applications

Pour terminer cet exposé, nous indiquerons la manière de concevoir un longeron et un revêtement travaillant.

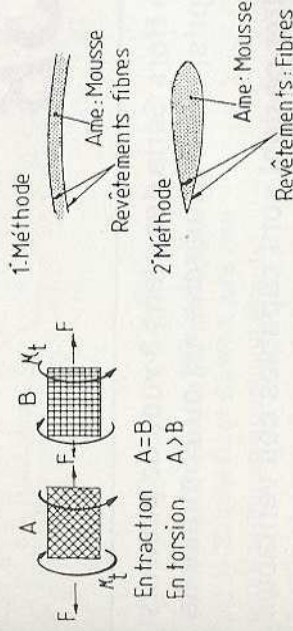
a. Longeron principal (Figure 12)



Cette pièce maîtresse peut être assimilée à une poutre encastree à une extrémité, libre à l'autre, chargée uniformément, de soumis à la flexion et à la torsion. Les efforts de flexion, de cisaillement et de torsion seront maximaux près de l'encastrement, c'est-à-dire à la jonction aile-fuselage. LA figure montre la disposition et l'évolution des tissus, ainsi que leurs fonctions.

b. Revêtement travaillant (Figure 13)

fig 13 - REVETEMENT TRAVAILLANT -



Roving équilibré à 45
densité dégressive

La solution idéale serait un enroulement à 45°....

Dans cette hypothèse, la majorité des contraintes sont prises en compte par les surfaces constituant l'intrados et l'extrados de l'aile. Le problème majeur de ce mode de réalisation est que l'aile n'est pas raccordée d'une façon permanente au fuselage et qu'il faut prévoir, dans la majorité des cas, un système de broche pour assurer la liaison. Cette nécessité impose que les efforts transmis par le revêtement soient concentrés en un point, ce que l'on fait généralement par un longeron. Il devient alors très difficile de distinguer la part des efforts assurée par le revêtement et le longeron. Ce revêtement travaillant peut se concevoir de deux façons :

— première méthode

Une âme, constituée par un matériau léger, est raidie et mise en forme par des couches de tissus stratifiés. On peut, par cette méthode, constituer l'intrados et l'extrados qui, une fois réunis, formeront une aile creuse. Mais il faudra insérer un longeron pour permettre le raccordement au fuselage. Cette méthode, demandant beaucoup d'investissement, des moules sont nécessaires, a été parfaitement décrite par P. NICAUD, dans M.M., août 1983.

— deuxième méthode

Un noyau d'expansé ou d'extrudé de faible densité, découpé au fil chaud, est rigidifié par drapage de tissus imprégnés de résine. Pour des modèles nécessitant une aile d'envergure voisine de 2,5 m, l'on peut envisager une aile non démontable. Celle-ci est réalisée à partir de deux demi-ailes assemblées par recouvrement. Dans ce cas, l'on peut admettre que les efforts de la structure sont assurés par le revêtement. Malheureusement, d'autres problèmes vont prendre naissance à l'interface fibre-mousse lors de conditions trop sévères : décollement, poinçonnage, dans ces deux cas, les revêtements travaillant seront réalisés à partir de tissus équilibrés (même densité de fils dans le sens chaîne que dans le sens trame), mais les fils seront orientés à 45° par rapport à l'envergure. En effet, au point de vue traction, un tissu équilibré, orienté à 45° par rapport à l'axe de traction, assure la même contrainte qu'un tissu équilibré, orienté à 0°. Avec cette orientation, seuls les fils dans le sens de la traction assurent la contrainte, les fils à 90° ne participant pas du tout. De plus, l'orientation à 45° offre la résistance maximale à la torsion, les fils se trouvent sollicités en traction ou compression pure.

IX. En guise de conclusion

Cet article, présenté lors du stage de conception tout plastique de F. CAHOUR, a été réécrit suite aux discussions que nous avons eues avec les stagiaires, et je pense l'avoir modifié dans le sens souhaité. Par contre, je n'ai pas répondu à leur souhait qui était de donner un mode de calcul, car cela n'est pas simple du tout. Les paramètres à prendre en compte sont tellement nombreux, nature des tissus, densité des fils, orientation des couches, mode d'imprégnation, de polymérisation, ... ajouter à cela les conséquences d'une mise en œuvre propre à chaque modeliste, qu'il aurait fallu être inconscient pour aborder un tel chapitre.

Je me contenterai de vous dire d'observer ce qui se fait autour de vous, de comprendre le pourquoi d'un succès et surtout, lorsque vous aurez trouvé un mode de construction qui vous convient, de bien noter les conditions de travail. Attention aux conséquences imprévues d'abandonner tel type de tissu pour un autre ou d'utiliser une nouvelle résine. Les matériaux composés, c'est comme la cuisine, il y a de bonnes et de mauvaises recettes, de grand chef et d'infâmes gatte-sauce...

Bibliographie

- Méthodes de transformation spécifiques au plastique armé - A. CHEVALIER (Doc. Vetrotex).
- Les cahiers du plastique armé - (Doc. Vetrotex) - Vetrotex-Saint-Gobain - 767, quai des Allobroges - 74000 Chambéry.
- Constitution et mise en œuvre des matières plastiques renforcées de fibres - (Doc. Ciba-Geigy).
- Explication sur les caractéristiques mécaniques et la technique de mise en œuvre données dans les modes d'emploi - (Doc. Ciba-Geigy).
- Documentation CIBA sur les produits (fibres, matrices, produits demi-finis) de la firme - Ciba-Geigy - Départ. Mat. Plast. - 14, rue du Lac - 69399 Lyon.
- Publications du Centre d'Etude des Matières Plastiques - 21, rue Pinel - 75013 PARIS.
- Les matières plastiques (structures, propriétés, mise en œuvre, normes) - A. DOBRACZYNSKI - (Edition Usine Nouvelle).
- Les matériaux composites (J. WEISS, C. BORD) (CETIM) Tome I : Structures, constituant, fabrication. Tome II : Calculs, essais, contrôle, conception.

Complément :

EOLE → On ne dira jamais assez la contribution des membres de l'association "EOLE" planeurs aux progrès de la construction tout plastique des planeurs.

Témoignage ce document :

→ "Une méthode de construction des ailes mouillées et de calcul d'un longeron en carbone." par Guy Revel et Xavier Heriard Dubreuil (Association EOLE).

MTB → Moderner Trag Flächenbau (en allemand avec de nombreux croquis).

Adresses

Rea Industrie : 29, rue Toussaint - 13003 Marseille France - Tél : 91.08.19.08 (Tous produits tissus, époxy, etc....).

CIBA : 14, rue du Lac - 69399 Lyon - Dép. Mat. Plastiques.

HEXCEL France Rézolin : Distributeur Servimétal - 2, rue Ampère - 69680 Chassieu - Tél : 78.90.21.01

VETTER Fils : 3, rue Christine de Wett - 69609 Villeurbanne - Tél : 72.33.22.16

Saint-Gobain Industries - Div. Verre Textile - 62, Bd Victor

Hugo - 92209 Neuilly-sur-Seine - Tél : (1) 46.37.10.00

Hawai (Produits planche à voile) - 69, Av. D. Casanova - 94200 Ivry - Tél : (1) 46.72.07.10

QUELQUES PLANEURS "TOUT PLASTIQUE" DE F3B

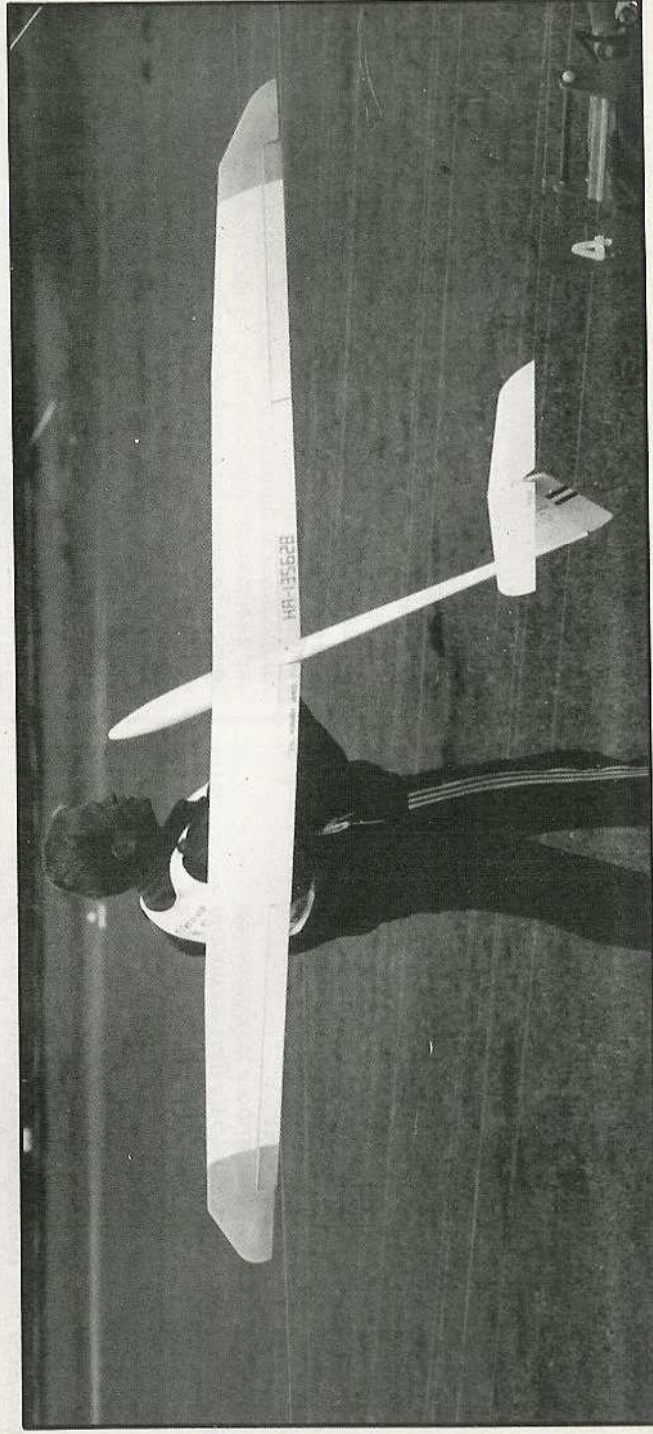
Pourquoi vous présenter dans les colonnes de ce Hors Série des plans 3 vues de planeurs de compétition, alors que, vous l'avez bien compris, notre démarche est au contraire de mettre le moulage à la portée de tous ?

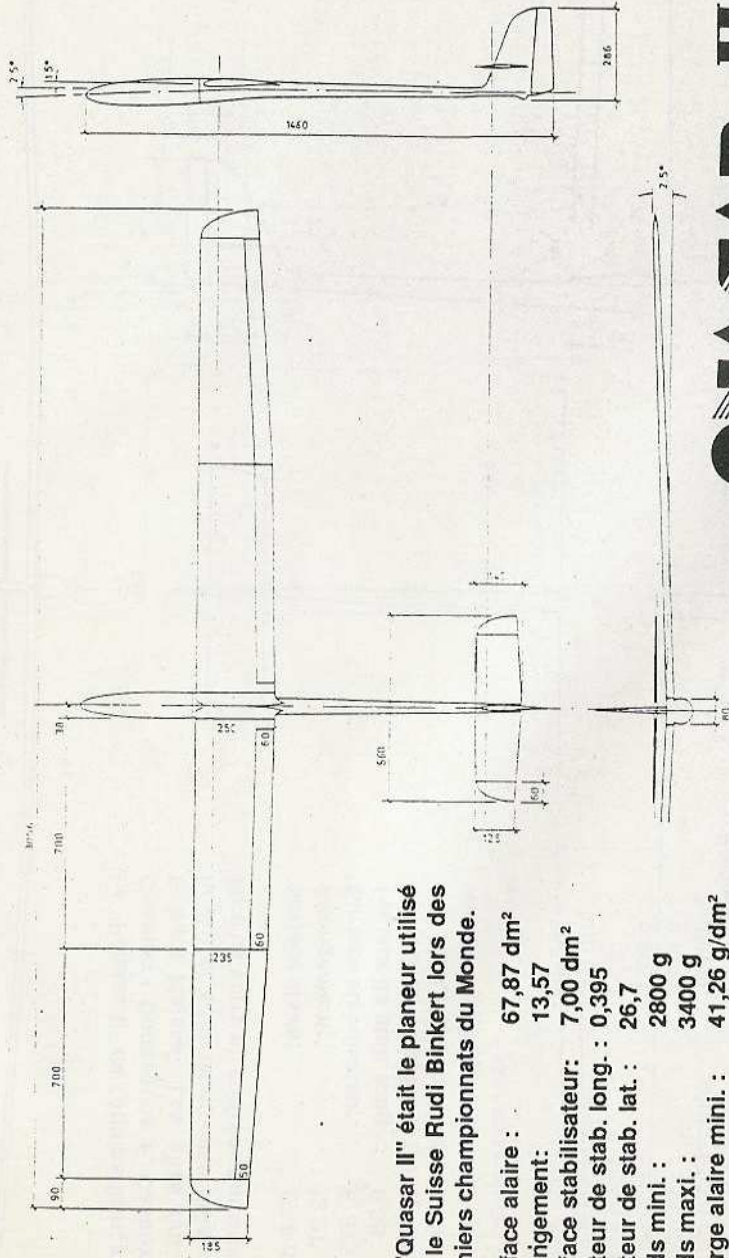
C'est peut-être tout simplement pour vous montrer ce dont sont capables ces véritables orfèvres en la matière que sont les ténors de la compétition. Les planeurs dont vous trouverez ici les plans reproduits ont tous (ou presque) une valeur "historique", puisqu'il s'agit pour la plupart de modèles ayant marqué les différents championnats du monde auxquels ils ont participé.

Mais si nous vous montrons ces dessins, c'est aussi et surtout pour vous donner des idées sur les proportions à peu près idéales d'un planeur modèle réduit. En effet, il ne faut pas oublier que les machines de F3B sont à l'heure actuelle parmi les plus performantes. Et ces performances ne sont pas atteintes uniquement par la qualité de la finition, donnée par la construction tout plastique, mais aussi par les caractéristiques aérodynamiques (et à ce sujet, vous pourrez trouver toutes les informations nécessaires dans le précédent Hors Série RCM). Un planeur, même parfaitement réalisé, ne volera pas bien s'il est mal conçu, il ne faut jamais l'oublier.

Mais, en revanche, pour avoir des qualités de vol très agréables, il ne faut pas obligatoirement utiliser une technologie aussi sophistiquées que celle des ailes creuses utilisées par les Champions. La méthode de construction décrite dans ce numéro Hors série suffit largement pour réaliser des modèles au dessus de la moyenne !

Peut-être n'arriverez-vous pas tout de suite à construire aussi parfaitement que les champions, mais il n'y a pas de secret: avec les explications et les conseils de ce Hors-série, ce n'est qu'une question de temps et d'entraînement... Bonne construction !

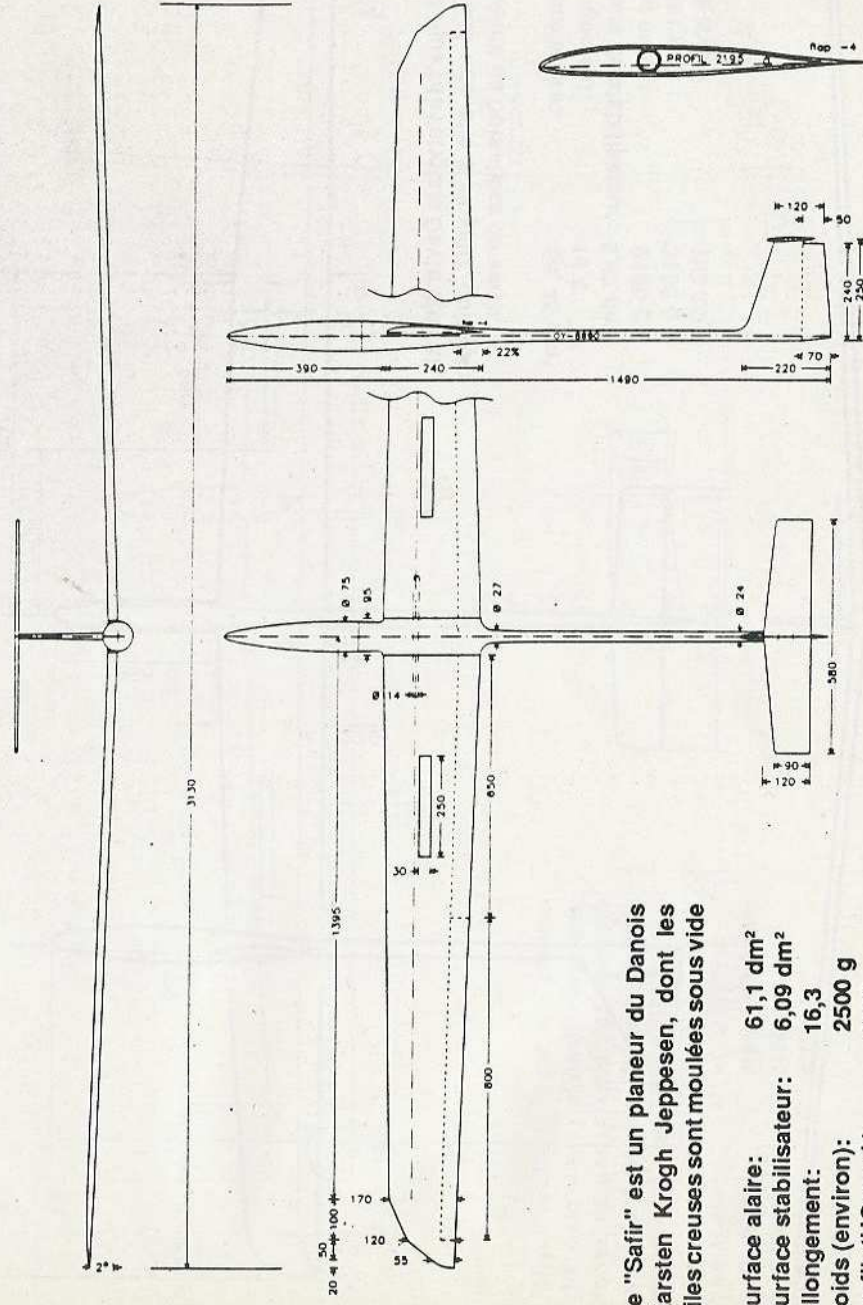




QUASAR II

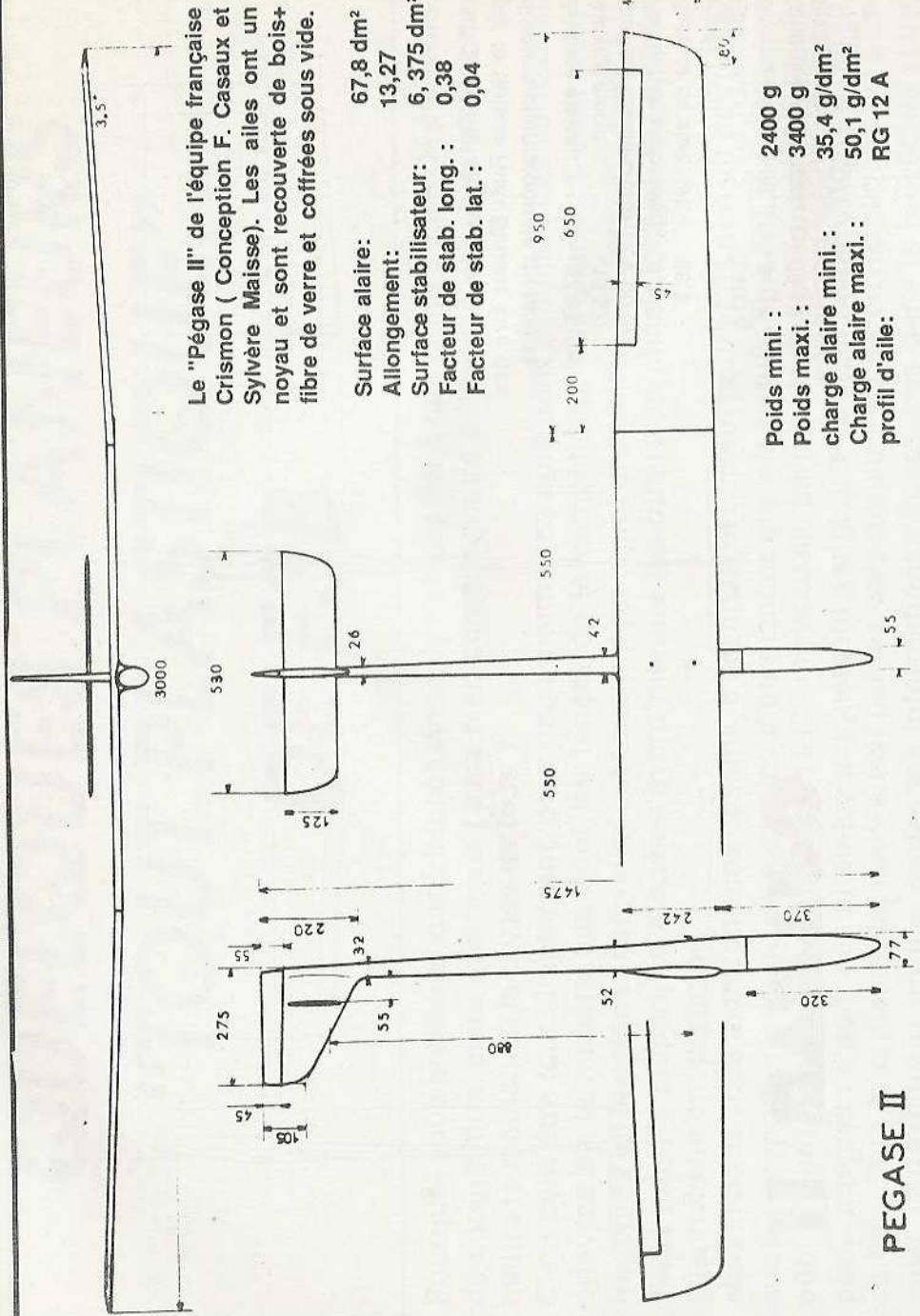
Le "Quasar II" était le planeur utilisé par le Suisse Rudi Binkert lors des derniers championnats du Monde.

Surface alaire : 67,87 dm²
 Allongement: 13,57
 Surface stabilisateur: 7,00 dm²
 Facteur de stab. long. : 0,395
 Facteur de stab. lat. : 26,7
 Poids mini. : 2800 g
 Poids maxi. : 3400 g
 Charge alaire mini. : 41,26 g/dm²
 Charge alaire maxi. : 50,10 g/dm²
 Profil d'aile: RG 15/8,93%
 Profil de stabilo: NACA 0007



Le "Safir" est un planeur du Danois Karsten Krogh Jeppesen, dont les ailes creuses sont moulées sous vide

Surface alaire: 61,1 dm²
 Surface stabilisateur: 6,09 dm²
 Allongement: 16,3
 Poids (environ): 2500 g
 Profil: (HQ mod.) 2195

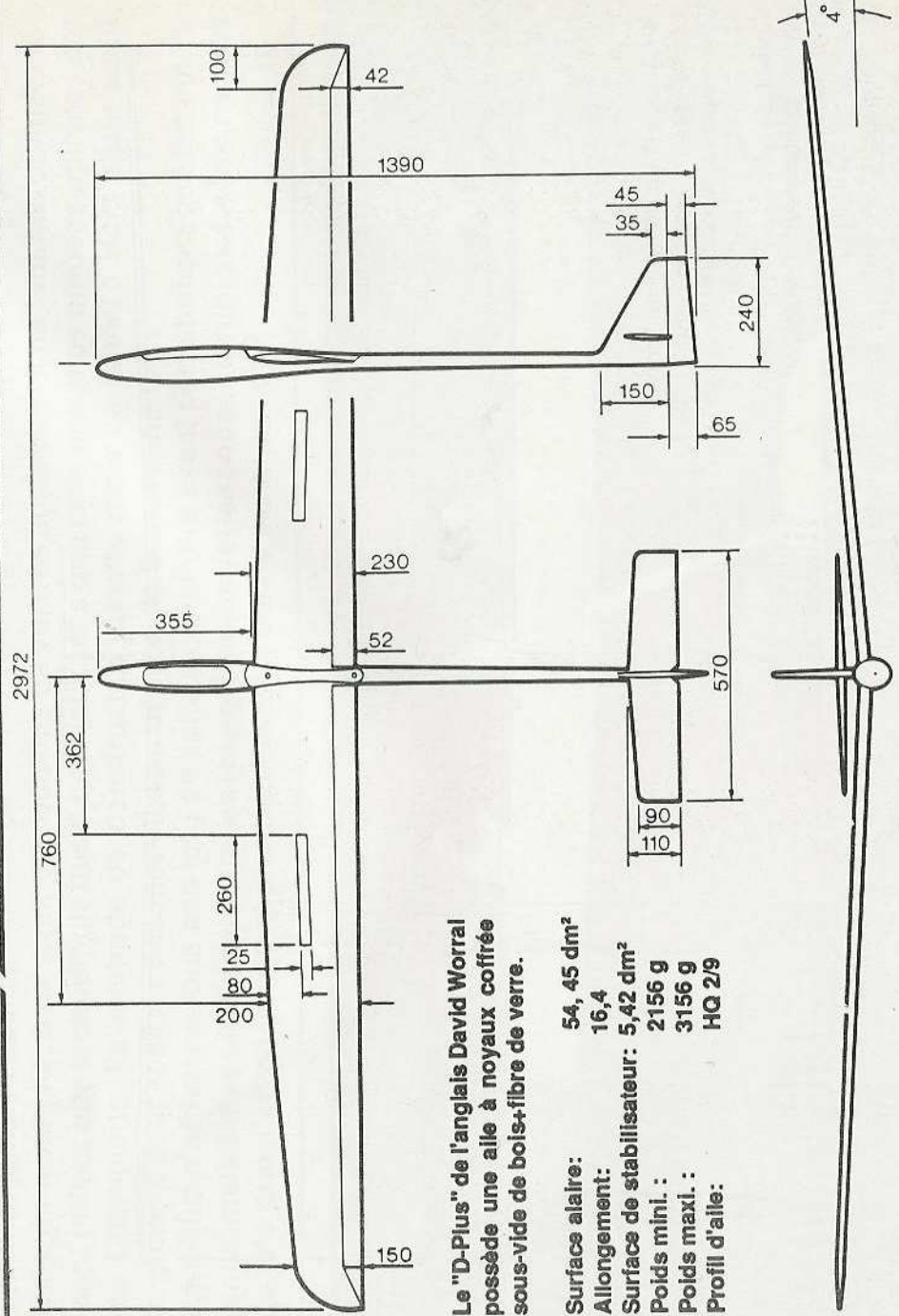


Le "Pégase II" de l'équipe française Crismon (Conception F. Casaux et Sylvère Maisse). Les ailes ont un noyau et sont recouverte de bois+ fibre de verre et coffrées sous vide.

Surface alaire: 67,8 dm²
 Allongement: 13,27
 Surface stabilisateur: 6,375 dm²
 Facteur de stab. long.: 0,38
 Facteur de stab. lat.: 0,04

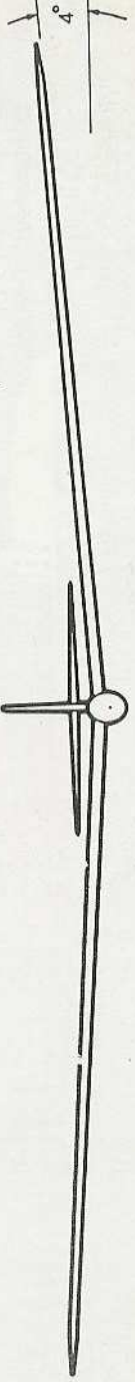
Poids mini.: 2400 g
 Poids maxi.: 3400 g
 charge alaire mini.: 35,4 g/dm²
 charge alaire maxi.: 50,1 g/dm²
 profil d'aile: RG 12 A

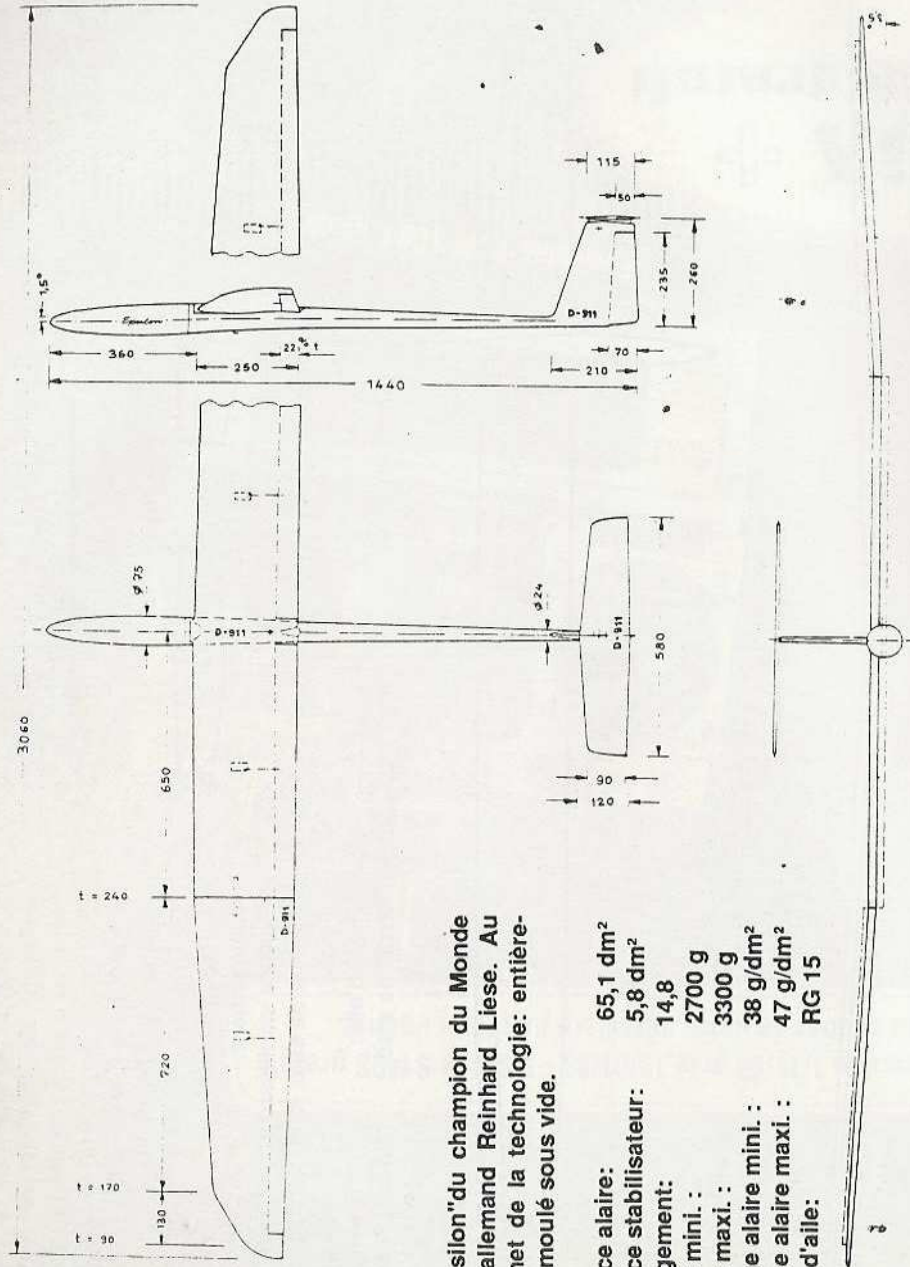
PEGASE II



Le "D-Plus" de l'anglais David Worral possède une aile à nœux coffrée sous-vide de bois+fibre de verre.

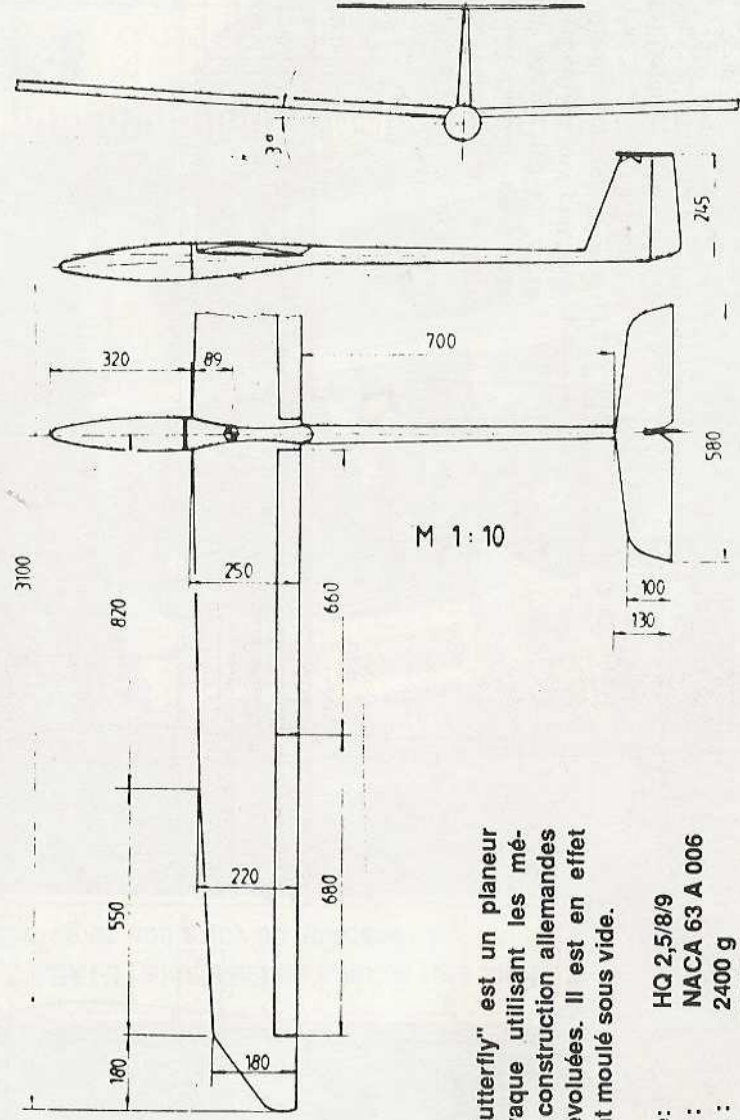
Surface alaire: 54,45 dm²
 Allongement: 16,4
 Surface de stabilisateur: 5,42 dm²
 Poids mini.: 2156 g
 Poids maxi.: 3156 g
 Profil d'aile: HQ 2/9





L'"Epsilon" du champion du Monde 87, l'allemand Reinhard Liese. Au sommet de la technologie: entièrement moulé sous vide.

Surface alaire: 65,1 dm²
 Surface stabilisateur: 5,8 dm²
 Allongement: 14,8
 Poids mini.: 2700 g
 Poids maxi.: 3300 g
 Charge alaire mini.: 38 g/dm²
 Charge alaire maxi.: 47 g/dm²
 Profil d'aile: RG 15



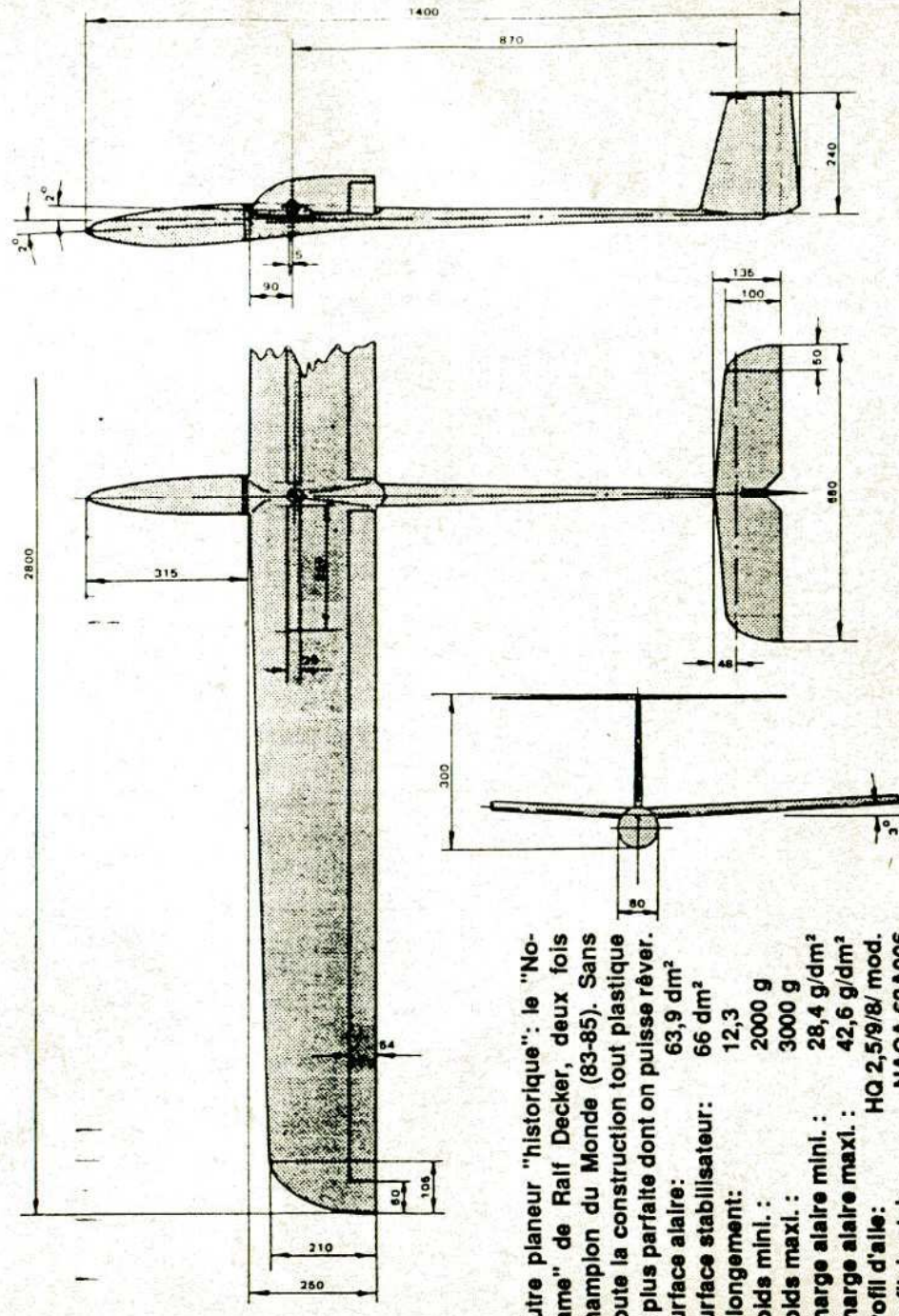
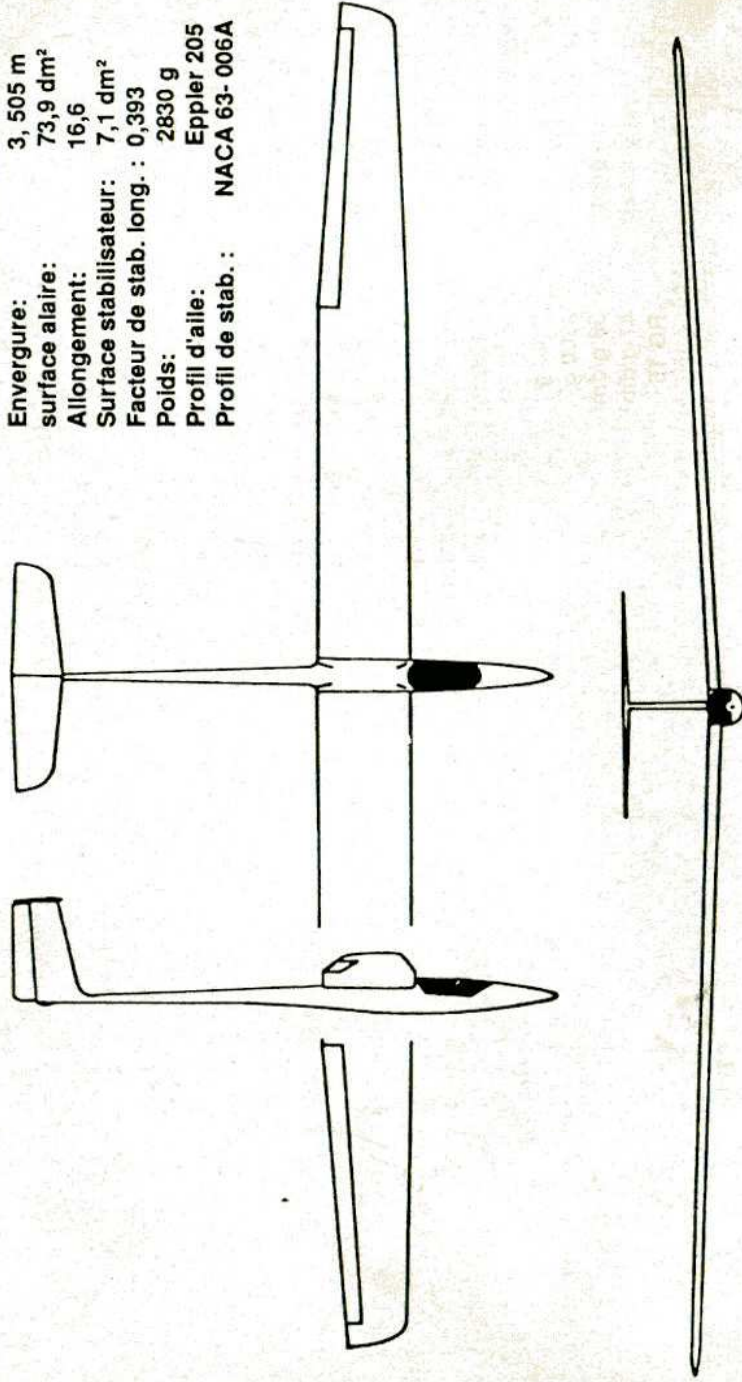
L'"Avant-Butterfly" est un planeur tchécoslovaque utilisant les méthodes de construction allemandes les plus évoluées. Il est en effet entièrement moulé sous vide.

Profil d'aile: HQ 2,5/8/9
 Profil stab.: NACA 63 A 006
 Poids mini.: 2400 g
 Poids maxi.: 3300 g

"SPARTAKUS"

Le "Spartakus" du suisse Rudi Binkert est un planeur historique, dans le sens où c'est le premier planeur de F3B à avoir possédé une aile réalisée en moule, la "peau" étant un sandwich balsa-fibre de verre.

Envergure: 3,505 m
 surface alaire: 73,9 dm²
 Allongement: 16,6
 Surface stabilisateur: 7,1 dm²
 Facteur de stab. long.: 0,393
 Poids: 2830 g
 Profil d'aile: Eppler 205
 Profil de stab.: NACA 63-006A



Autre planeur "historique": le "No-name" de Ralf Decker, deux fois champion du Monde (83-85). Sans doute la construction tout plastique la plus parfaite dont on puisse rêver.

Surface alaire: 63,9 dm²
 Surface stabilisateur: 66 dm²
 Allongement: 12,3
 Poids mini.: 2000 g
 Poids maxi.: 3000 g
 Charge alaire mini.: 28,4 g/dm²
 Charge alaire maxi.: 42,6 g/dm²
 Profil d'aile: HQ 2,5/9/8/ mod.
 Profil de stab.: NACA 63A006