Directeur de publication : Philippe Loeillot
Rédacteur en Chef : Laurent Michelet
Mise en page : Joel Leroux
Ventes : C.D.P.
Directeur de Publicité : Bruno Samir
Assistant : [illegible]
Comptabilité : Claudine
Secrétariat : Roselyne
Administration, Rédaction, Publicité : 20, rue du Marquis de Raies, 91023 EVRY CEDEX
Tél : 60.78.27.28
Radio Commande Magazine est une publication des Editions Loisirs Techniques S.A.R.L.
RC B 322 498 00019
Photocomposition : Créagraphic
Impression NIMIFI
N° commission paritaire : 63690
Depôt legal à parution. Distribution NMPP

RCM
radio commande magazine

Toutes reproductions interdites sans autorisation préalable de la rédaction. La rédaction n'est pas responsable des articles qui engagent 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

SOMMAIRE

"LA CONSTRUCTION TOUT PLASTIQUE DE A à Z"

Par J.C. BOSQUET — Dessins: J.C. GIRARD

Introduction — *page 6*

Et les Modèles réduits, alors ?

1e PARTIE: LES MATERIAUX

Les mousses de polystyrène — *page 7*

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

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*

Les gel-coats

Le micro-ballon

Le gel de silice

Le fibre coupée

Les agents de démoulage

2e PARTIE: LES OUTILLAGES

Pourquoi le vide ? — *pag*

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'entrainement 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

3e PARTIE: LE FUSELAGE

Le modèle page 33

Le moule page 38

Mouler le fuselage page 42

4e PARTIE: LA VERRIERE

Principe page 47

Le poinçon page 47

La matière page 47

Thermoformons page 48

5e 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 ingénieux 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 cageot 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'intéret 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 pulvériseraient 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 F3B 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 déja 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 déja quelques années par quelques mordus issus du club parisien " LES ALBATROS " et dont je fais partie ! Le principal intérêt de cette technique apparait 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 modéliste 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 proposent 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 modéliste moyen. En particulier tout modéliste 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 articles techniques sont plutôt rares en ce moment, ce n'est pas une volonté délibérée mais un singulier manque de matière.

1ère PARTIE

LES MATERIAUX

LES MOUSSES DE POLYSTYRENE

Vous les connaissez sûrement déja : 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 parfait maniement 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

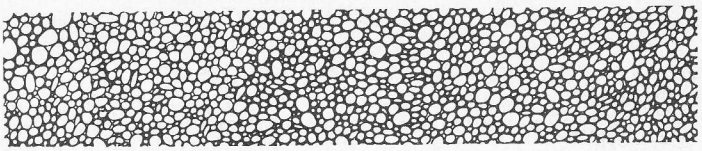
Il existe une " foultitude " de mousses utilisables dans la construction de nos modèles ; hélas, la plupart est difficile, voire impossible, à se procurer, du moins en quantité et à un prix raisonnable. C'est pourquoi nous nous limiterons ici volontairement à l'étude des mousses de polystyrène. On en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

- Les polystyrènes expansés
- Les polystyrènes extrudés

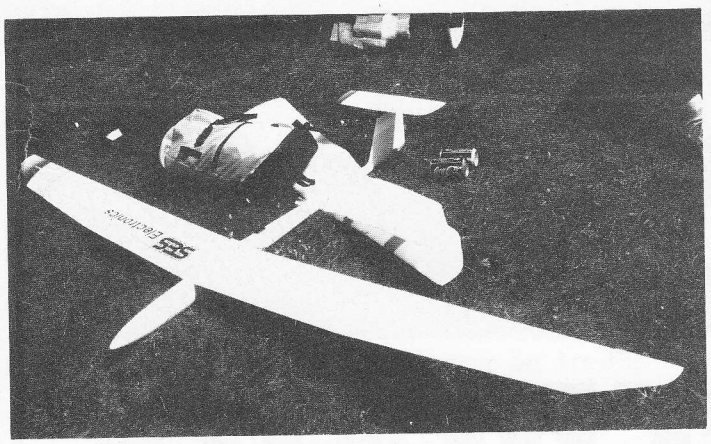
Ils se distinguent aisément par leur couleur et leur grain.

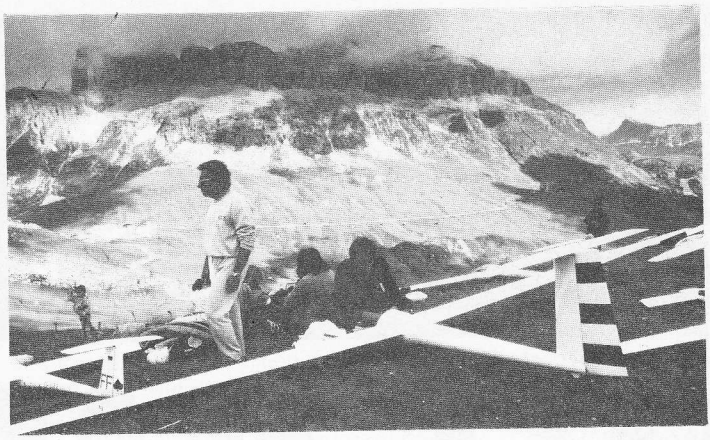
Les polystyrènes expansés

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 adhérant 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/m^3 sont utilisées dans le batiment 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/m^3 servent aussi à l'isolation thermique, mais des sols cette fois. On peut aussi trouver des qualités de 30 à 40 Kg/m^3, voire plus, destinées à l'emballage. Ces qualités conviennent à la fabrication d' ailes de planeur de grand allongement. Mais dès que la densité du polystyrène atteint environ 35 Kg/m^3, 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/m^3 ce qui est déja assez lourd. L'intérêt des extrudés réside dans leur homogénéité d'où découle leurs deux principales qualités : ils résistent assez bien a 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 enfourné 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 "traînait" 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 déja 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 polystyrene

Je n'ai jamais rencontré, avec les extrudés, les problèmes que j'ai cité 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 cédera 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 qu 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 es moins lourd que l'extrudé que nous connaissons depuis long temps (32 Kg/m^3) et résiste beaucoup mieux à l'écrasement tout au moins dans le sens de l'épaisseur de la planche ... c'es 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 te 42.81.51.51, dépot et service commercial à Paris, tel (1 48.20.02.28. Cette mousse sert ordinairement à la fabricatio de planches à voiles et est souvent distribuée par certain commerçants spécialisés dans ce domaine ou par des mar chands d'articles de sport. Son seul inconvénient est son condi tionnement: en gros bloc qu'il va falloir transporter et débiter e planches d'épaisseur raisonnable pour nos besoins ce qui n'es pas insoluble . Ce matériau semble bien représenter ce qu' nous faut.

LES PLASTIQUES STRATIFIES

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 époxy.
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 déja accélérée : dans ce cas, bien sur, 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 sur, 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 pale 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'infiltre 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 SEPAREMENT 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 " époxy 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 sur, 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 auss 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 peuven employer ces produits sans réserve, en respectant les indica tions générales que je vais donner, même si certaines techni ques décrites ici ne les concerne pas directement.

Leur emploi.

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

Le dosage indiqué par le fabricant doit impérativement êtr respecté scrupuleusement. Un conseil : notez-le de façon indé lébile sur l' étiquette ou directement sur le pot contenant le produits ; ne vous fiez pas trop à votre mémoire. Ces dosage sont pratiquement toujours donnés en "PP" ce qui signifie "Parties Pondérales". Je m' expliquerai plus clairement à part d' un exemple. Supposons que le fabricant indique :

dosage : résine 100 PP
durcisseur 34 PP

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

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

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'ambiante 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 : repréparer 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 définitivementà 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.

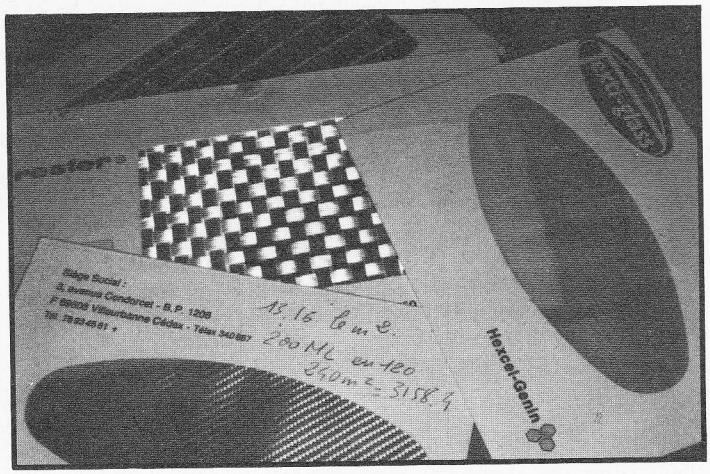
Bien que relativement peu nocives, les résines ne valent pas le miel ! Il faut donc respecter quelques principes élémentaires même s'ils peuvent sembler contraignants.
D'abord le local. Il doit être très bien aéré. Il doit aussi y faire chaud, disons 18 à 20°C, sinon les résines seront trop visqueuses. 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 m'étonnerait ! Je l'ai déja 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 dégats : le cancer (rien que ça !) et des allergies. Ce sont les vapeurs qu'elles dégagent qui sont cancérigènes 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 déja 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 sensible 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 Système 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 : HEXCELL-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 modeleurs mécaniciens : tous à vos minitels !
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 besoin : 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



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 mouiller 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.

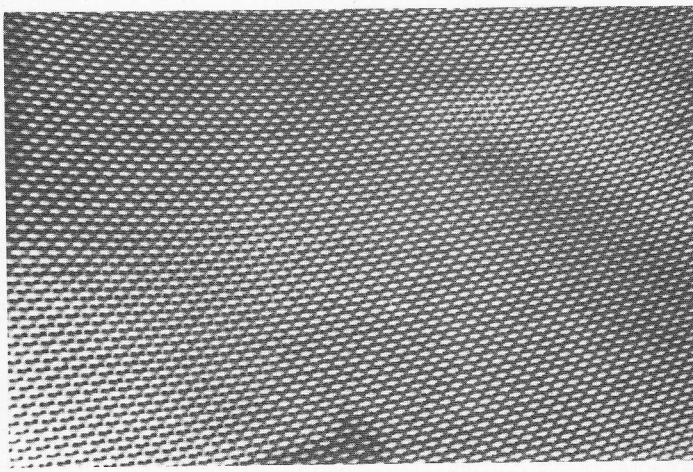
Les différentes natures de fibre

Fibre de verre, Kevlar, carbone, bore, tout modéliste a déja 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.

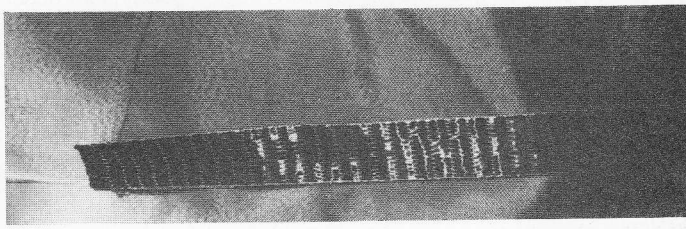
CARACTERISTIQUE	VERRE E	KEVLAR 49	CARBONE HR	CARBONE HM
Couleur	blanc	jaune	noir	noir
Densité	2,5	1,45	1,78	1,80
Diamètre d'un filament	3 à 30 µ	12 µ	8 µ	8 µ
Rupture en traction	3400 MPa	3100 MPa	2800 MPa	2200 MPa
Module d'élasticité	73000 MPa	130000 MPa	200000 MPa	400000 MPa
Comparaison de prix	[1]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

D'après document SETIM

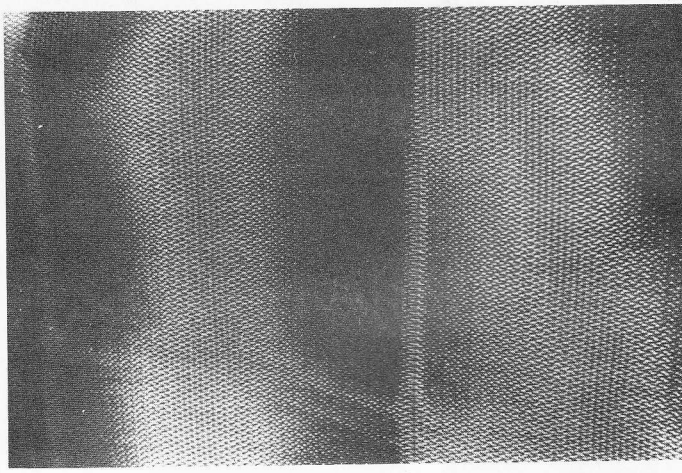
Il existe d'autres sortes de fibres, parfois moins performantes, parfois plus. Pour le carbone, HR signifie Haute Résistance (à la rupture en traction) et HM : Haut Module (d'élasticité). Ce sont deux types de fibres très différentes. Le verre E est ce qu'on trouve le plus souvent et qui présente le 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 d silione de 330 g/dm² tissé très lâche pour épouser toute les formes.



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

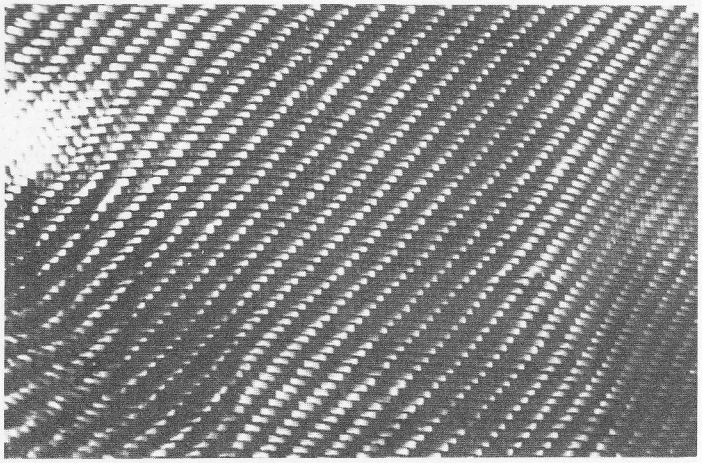


Le satin de silione unidirectionnel 8/1 de 140 g/dm² q sert à faire les ailes.

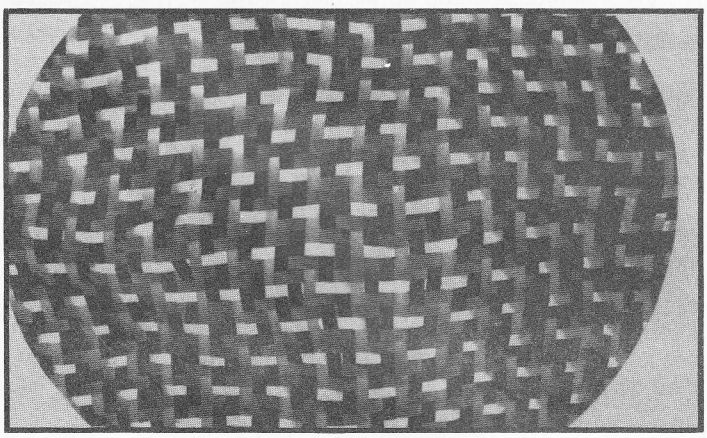
Pour ceux que les chiffres rebutent, voyons ce qu'ils signifien La densité nous donne une comparaison du poids de chaqu fibre. On constate que le Kevlar est le plus léger, presque deu fois mieux que le verre. Ceci explique en partie le succès c cette fibre.

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

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.

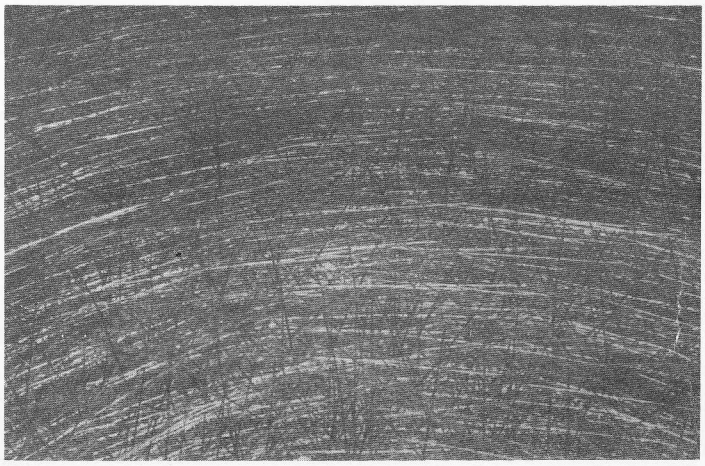
On voit que les caractéristiques de ces matériaux sont très différentes, et qu'il ne faudra pas mettre n'importe quelle fibre n'importe où. Par exemple, un fuselage en carbone risque de casser au premier atterrissage " un peu " dur : gros prix pour un médiocre résultat. Le Kevlar s'impose pour cet emploi 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 affutés 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 déja 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 enzimes 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 un " 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.

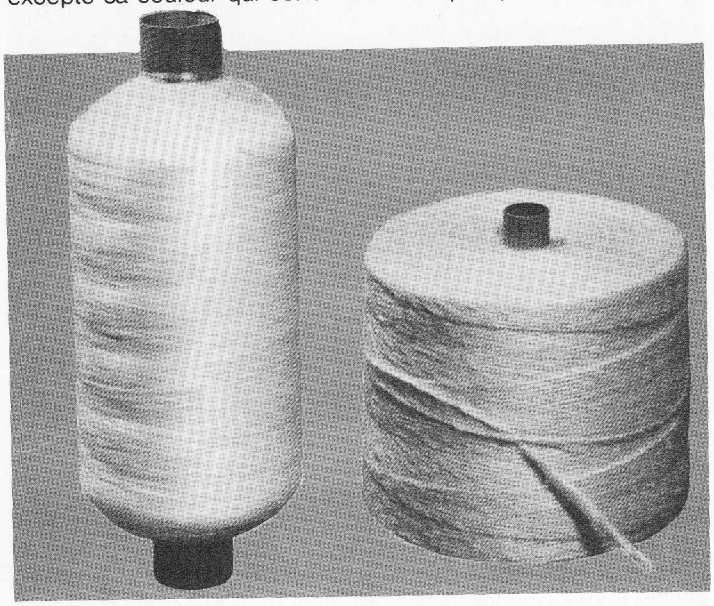
Les fils discontinus d'abord.

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 éparses. 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 enzimage. 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-même 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.



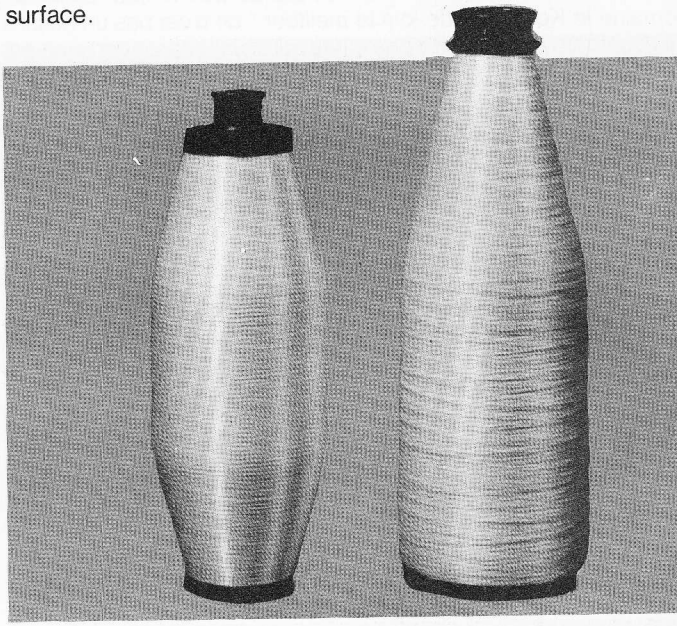
Les vérannes ont le même emploi que les mats de verre. Leur intéret réside dans la possibilité de les désenzymer et donc de les employer avec les résines époxy. Elles permettront donc de réaliser des moules en époxy à un coût abordable et ne conviendront pas pour réaliser une quelconque pièce d'un modèle 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 coté 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 son enroulés ensembles, un peu à la manière d'un toron de ficelle Le nombre de tours d'enroulement par mètre peut varier d'un f à l'autre dans de grandes proportions. Ces fils sont nettemen plus épais que les rovings et donnent donc un stratifié beaucou plus rigide du fait de leur meilleure inertie. Ils convienner parfaitement pour le fuselage de nos modèles. Les silionnes o souvent un gros défaut : le tissu qu'elles donnent possède de trous entre chaque fil et il faut faire très attention à bien "moui ler" le stratifié sous peine d'obtenir plein de petits trous e surface, à moins d'employer un roving très fin en tissu d surface.

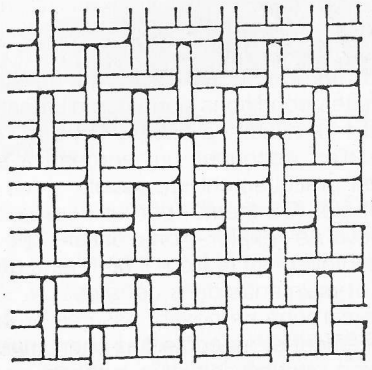


Les différents tissages

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

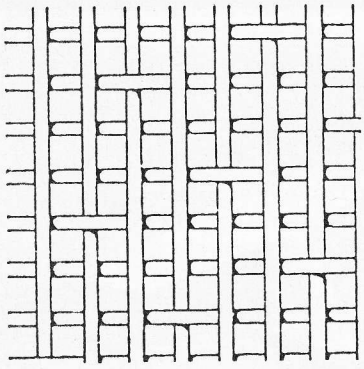
Mais il existe tout de même des grandes classes qu'il intéressant de connaître car les caractéristiques d'utilisation c tissus obtenus sont assez différentes. Essayons d'y voir un p plus clair.

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



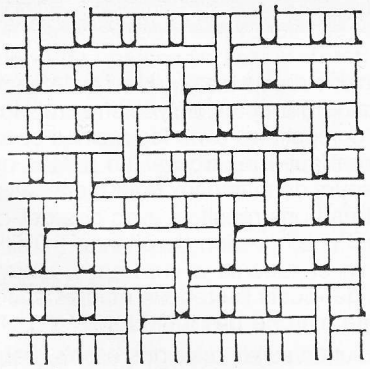
Armure toile ou taffetas

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 sergé

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/m^2. Le plus lourd dépasse 1,2 kg/m^2. 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/m^2 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 stabilo tout plastique.
Un tissu de 100 gr/m^2 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/m^2, 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/m^2 pour réaliser les pièces de mes modèles. Par contre j'emploie volontiers des mats de verre ou des vérannes de 600 gr/m^2 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 pinceaux 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/m^2 qu'une seule de 300 gr/m^2. 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.

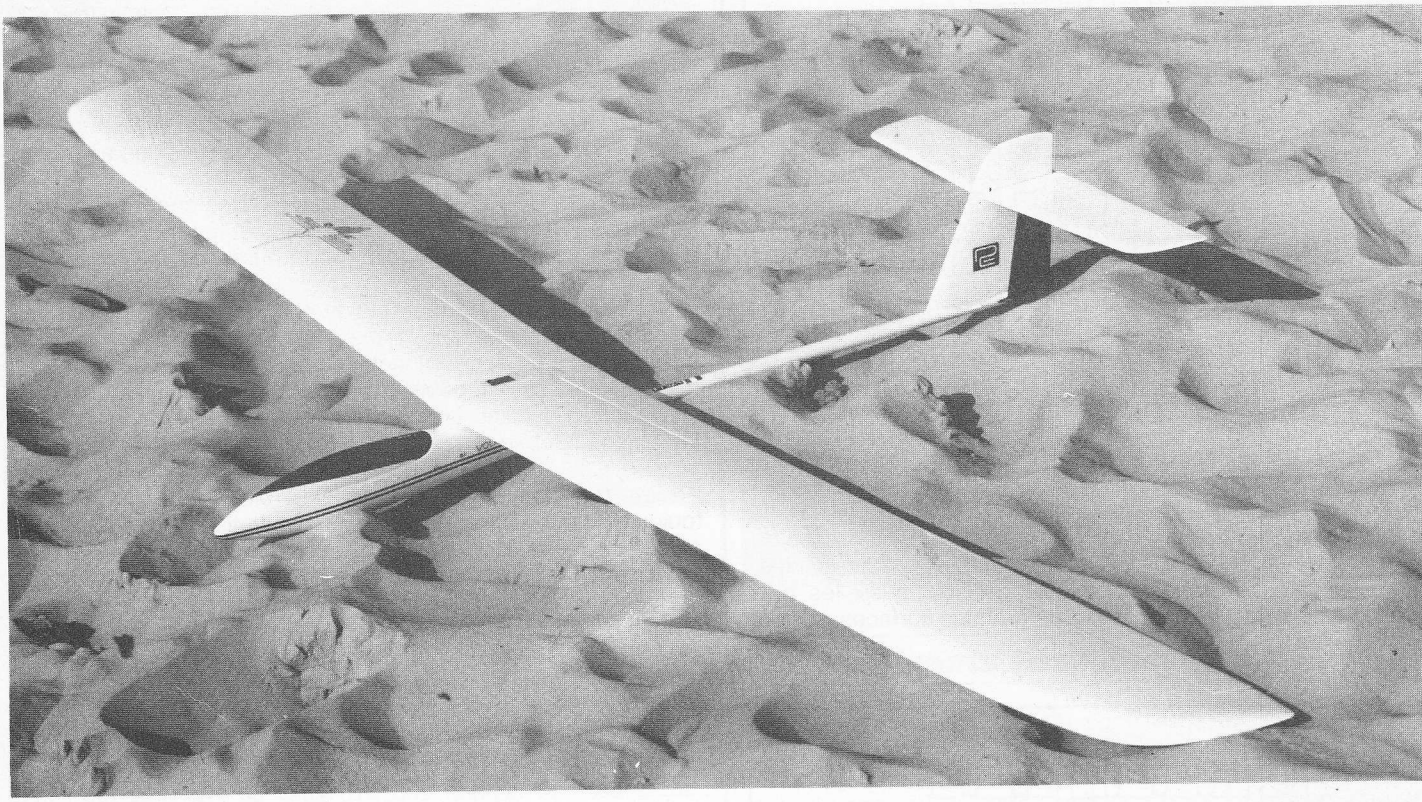
Où trouver ces tissus ?

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 modeleurs mécaniciens et les spécialistes que j'ai déja cité dans le chapitre des résines.
Citons surtout les fournisseurs spécialistes pour modélistes et autres: GVSystem, Multitechnic,... Fouillez les "pubs" de votre RCM favori !
J'ajouterai 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 " modeleurs mécaniciens ". Cela vous donnera déja 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 vous faire mettre de la résine polyester sur du polystyrène expansé !!!

LES AUTRES PRODUITS POUR LES STRATIFIES



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 époxy.

En principe, pour fabriquer une pièce en époxy, il faudrait utiliser un gel-coat époxy. 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 époxy.

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 époxy. Heureusement ce n'est qu'u principe ! Certains gel-coats polyester sont étudiés spécial ment pour être compatibles avec les résines époxy... c'est bi pratique... encore faut-il les trouver en petites quantités. Peu être les fournisseurs de matériaux pour planches à voile. En fa on arrive à de très bons résultats avec des gel-coats polyest classiques : c'est une question de chance ! D'ailleurs quelqu échecs sanglants et récents m'ont appris à être très méfia même avec les gel-coats prétendus étudiés spécialement po les époxy : ça ne marche pas toujours !

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

Il est possible de se passer de gel-coat pour fabriquer modèle réduit : les peintures ou les apprêts de carrossier fo parfois l'affaire (très pratique lorsqu'ils sont vendus en bom).. Mais là aussi les incompatibilités entre produits sont fréque tes : faites des essais AVANT de vous lancer dans le moula 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 déja 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 plasturgie 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 déja 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 repolit 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 modeleur-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 déja 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.

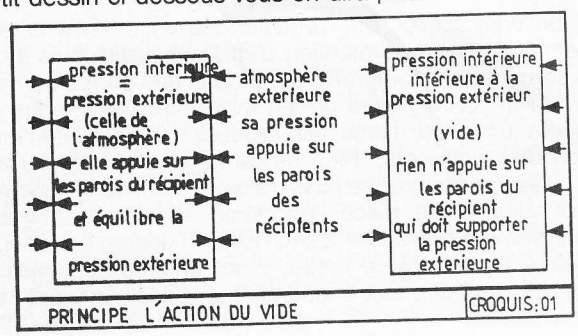
Ne partez pas en courant : les bricolages que je vous propose sont tout à fait à la portée d'un modéliste. Je peux même ajouter que, souvent des modélistes ont construit des machines bien plus compliquées que ce qui va vous être proposé ici. Mais j'ai la certitude, basée sur une utilisation régulière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

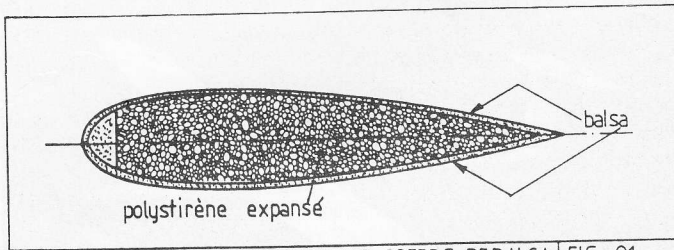
Le petit dessin ci-dessous vous en dira plus :



PRINCIPE L'ACTION DU VIDE | CROQUIS:01

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

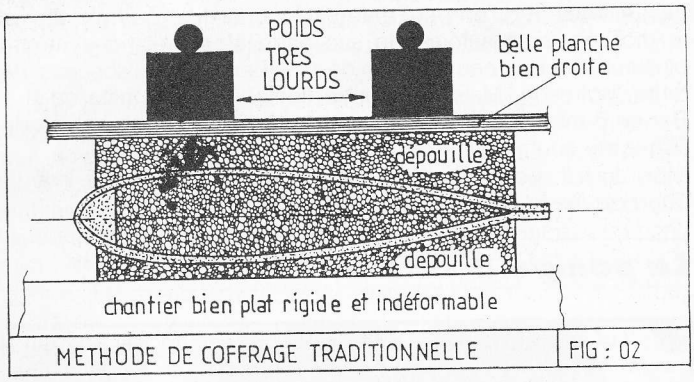
Prenons l'exemple de la fabrication d'une aile en polystyrèn expansé recouverte de balsa :



COUPE D'UNE AILE EN POLYSTIRENE COFFRE DE BALSA | FIG.: 01

Problème: comment coller le balsa sur le polystyrène ? Supp sons que la colle employée soit de la résine époxy (c'e d'ailleurs ce qu'il y a de mieux dans ce cas !). Il va falloir gard en pression le balsa et le polystyrène pendant environ 2

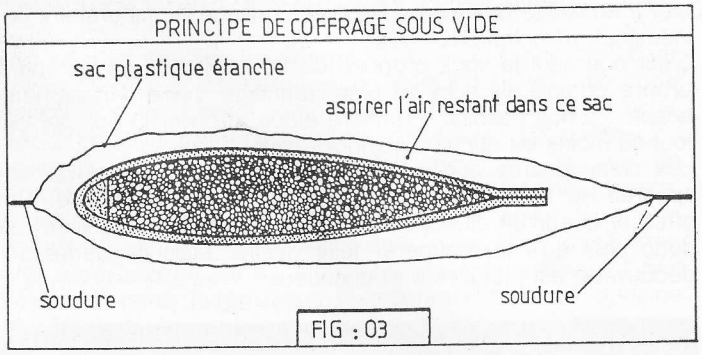
heures, fortement et régulièrement sur toute la surface. La méthode la plus courante consiste à mettre l'aile sous presse dans les deux dépouilles de polystyrène :



METHODE DE COFFRAGE TRADITIONNELLE FIG : 02

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 encollé (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/m^3

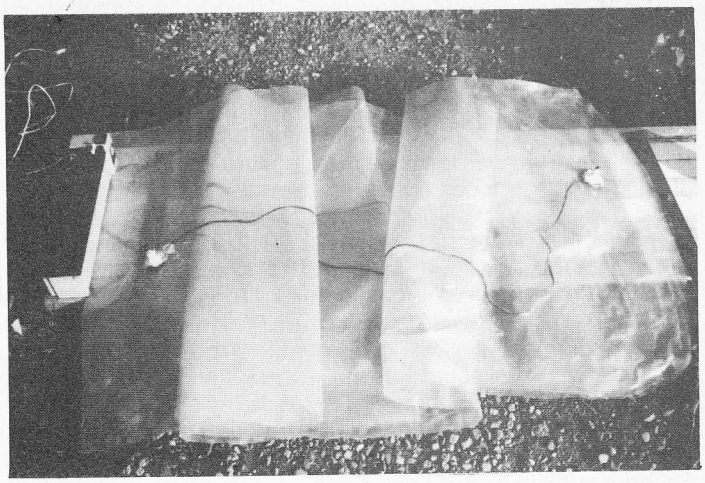


Pour vous donner une idée des forces que cette méthode permet d' obtenir facilement, pensez que si vous avez mis ainsi sous vide votre paire d'ailes de planeur de 4m d'envergure et de 80 dm^2 de surface totale, avec une dépression de seulement 0,1 Bar, c'est comme si vous aviez mis 800 Kg sur ces ailes, 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 déja 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 stabilos, éventuellement la dérive 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.

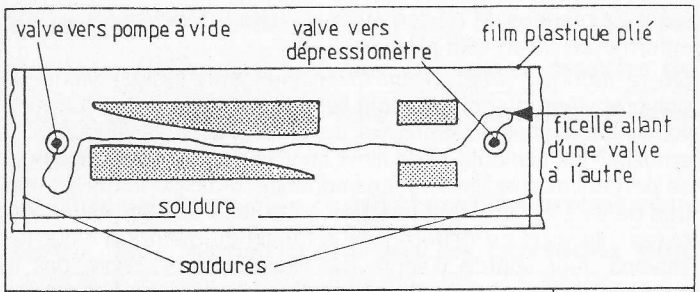
Première solution : le "Soudsac". Ca se trouve au rayon "appareils ménagers" du super-marché du coin. Ca sert d'habitude à fermer hermétiquement des sacs contenant des aliments pour la congélation. En réglant l'appareil au maximum et en alignant plusieurs soudures les unes au bout des autres, on arrive 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 malaxage, 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

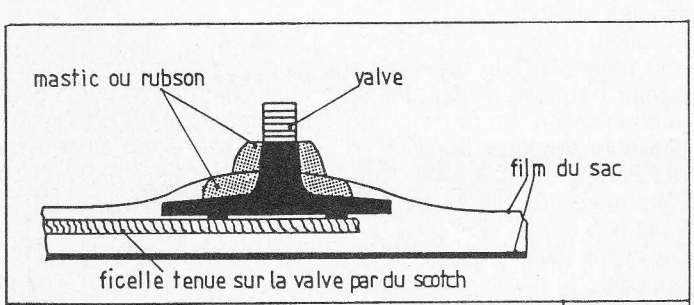
bouts de scotch, un tube de mastic silicone, genre Rubson, ou de la pâte à modeler ou du mastic de couvreur, et enfin deux valves de chambre à air de voiture (tiens, bonjour monsieur le casseur de voiture... Dites, z'auriez pas deux.... ? Notez bien sa tête quand il aura compris pourquoi vous venez le 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 qu'elle ne vienne pas n'importe où 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 généreusement 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.



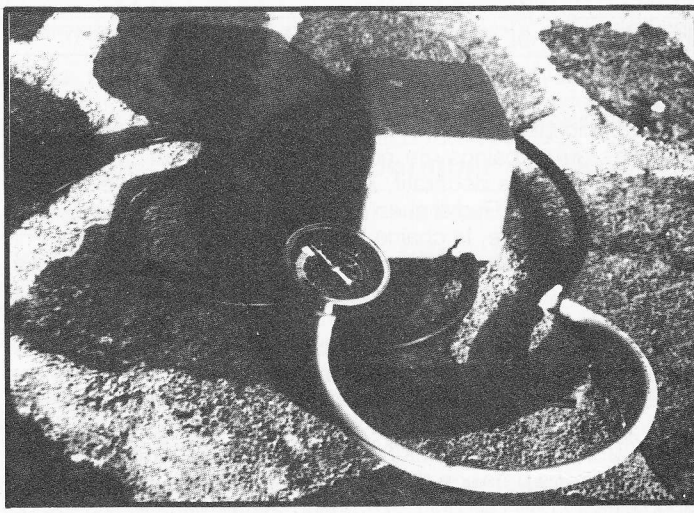
FIXER UNE VALVE SUR LE SAC A VIDE | FIG : 05

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' aile 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 aile 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

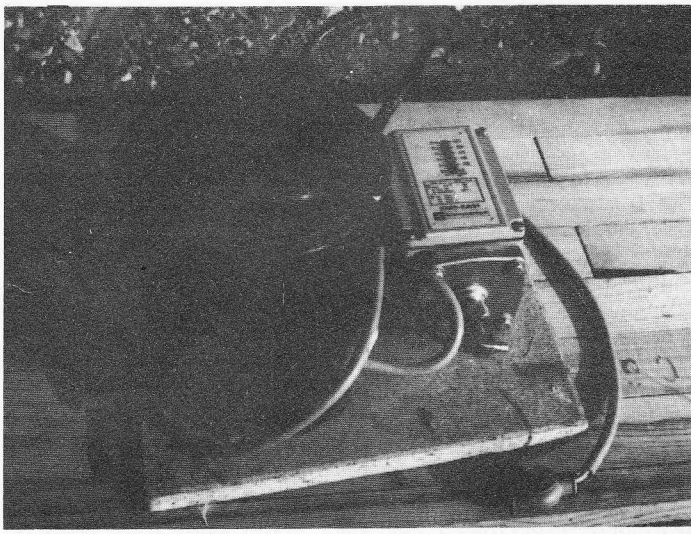


Une pompe à vide Piot et Tirouflet et un vacuomètre.

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 coeur de ces appareils est une pompe à vide. Il n'y a donc plus qu'à la 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.