

Conçu de A à Z

Il vous est certainement arrivé d'avoir le coup de foudre pour une forme ou une esquisse... Cela nous est arrivé au détour d'un présentoir pour maquette plastique. Sans nous douter que la suite serait une longue mais enrichissante aventure aboutissant à la conception d'une maquette : celle du planeur de voltige "Lunak". Voici l'histoire...

Texte & photos Raymond BRUN et Didier JAILLANT

Dans les années 90, Didier et moi étions à la recherche de maquettes de planeur en plastique, denrées très rares de nos jours d'ailleurs. Nous nous sommes retrouvés face à une série tchèque (Modelska) proposant des modèles originaux comme le Pionyr, le Blanik et ce fameux Lunak. L'échelle 1/42 dudit Lunak promettait une belle réalisation car, avec son allure de jet jaune canari, ce planeur tranchait des traditionnels suppositoires blancs des années modernes. Au même moment, je venais de faire l'acquisition d'un fuselage au quart venant de chez Gewalt. Durant les années qui suivirent, le virus du Lunak a sommeillé, attendant le moment propice pour surgir. Et puis, après le concours de voltige du week-end Z-Zéro au Salève, en 99, il s'est réveillé. Nous nous sommes alors décidés à réaliser ce modèle, mais à une échelle plus imposante - le tiers -, histoire de marquer dignement l'année 2000 ! Cet article en deux épisodes retrace les éléments les plus intéressants de la concep-

tion, puis de la construction, et enfin du vol, de ce bel oiseau.

D'abord un rapide historique

"Lunak" (prononcez "Louniak" en allongeant le "n") est le nom donné en République Tchèque aux rapaces du type milan. Le Lunak est un planeur produit entre 1948 et 1951 par l'entreprise Letov. Cette société tchèque est spécialisée dans la construction aéronautique depuis 1918. Elle a produit plusieurs types d'avions et de planeurs et, dans les années 1950, elle a pris en charge le montage sous licence d'avions MiG. Letov s'est désormais recentré sur les technologies de simulation et la construction de certains ULM. Cette société a produit une centaine de Lunak, malheureusement il semble que seule une petite dizaine a été sauvegardée de nos jours.

Dans les années 50, le Lunak était employé par les pilotes militaires pour leurs vols d'entretien. Sa

conception en fait un planeur très polyvalent. Il est équipé de volets de courbure qui permettent de réduire la vitesse à 80 km/h, ce qui le rend, aux dires de ses pilotes, très efficace en spirale. En lisse, la vitesse maximale de ce planeur était de plus de 300 km/h. Sa géométrie très caractéristique était très moderne pour l'époque.

En 1952, les autorités tchèques ont décidé d'arrêter sa construction et de convertir l'usine pour le montage de jets russes (MiG 15). Depuis cette époque, certains Lunak ont été exportés aux Etats-Unis et en Europe de l'Ouest. En France, le centre national de Saint-Auban en possédait un qui, semble-t-il, a été cassé en vol.

A l'heure actuelle, il n'existe apparemment que cinq Lunak en état de vol. En 2000, lors du championnat national de voltige anglais, G. Saw aux manches d'un Lunak (OK-0927) a remporté la catégorie intermédiaire devant un Pilatus et deux Fox, montrant s'il en était nécessaire la vivacité et les qualités de ce "grand-père".

Une semi-maquette de 4,80 mètres !

Du point de vue forme, le Lunak LF-107 ne peut être rattaché à aucune famille. Il ne ressemble ni à un tout-plastique ni à un planeur tout bois. Il est à part. Mais, autant il est difficile de distinguer en l'air un DG d'un ASW ou d'un Cirrus, autant on

reconnaît un Lunak au premier coup d'œil à son aspect trapu, son allure "jet", sa large et haute dérive arrondie, et à ses ailes à fort effilement. L'échelle choisie, au tiers donc, nous a conduit à un modèle de près de 5 mètres d'envergure. C'était pour nous le deuxième plus grand planeur jamais réalisé dans notre club (le CMPG). Rappelons que le vrai mesure 14,27 mètres d'envergure pour 6,78 mètres de long, offre une surface de 13,38 m² (cordes de 1,35 m à l'emplanture et 0,46 m aux saumons) et présente un dièdre de 2,5°. Parallèlement, la maquette fait 4,80 mètres d'envergure pour 2,26 mètres de long, offre une surface de 138,4 dm² (cordes de 450 mm à l'emplanture et 180 mm aux saumons), et présente un dièdre de 1,5°.

Passons à la conception aérodynamique. Lorsque nous avons démarré ce projet, notre objectif était d'obtenir de bonnes qualités de vol. Nous avons donc travaillé sur trois caractéristiques essentielles :

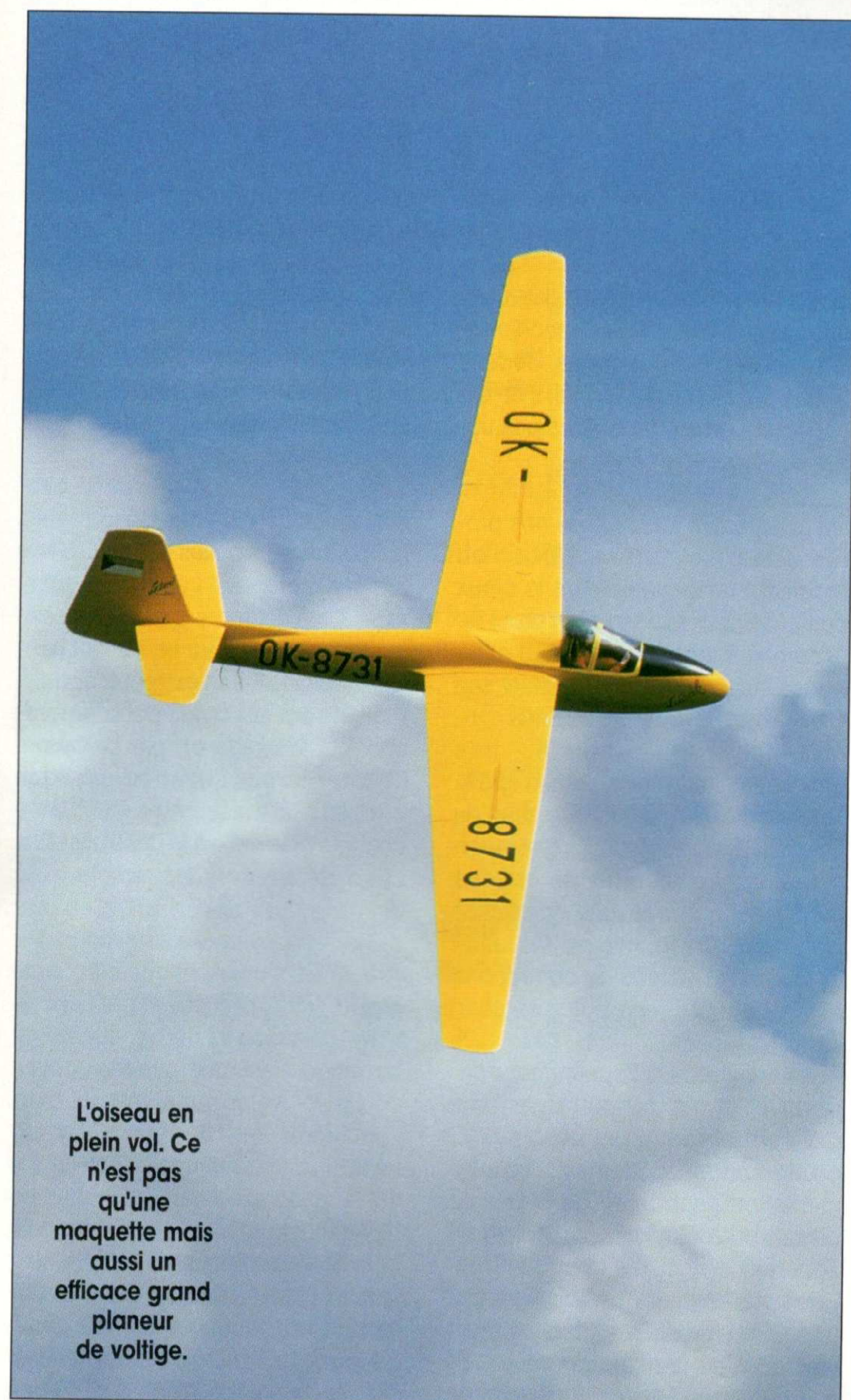
- l'efficacité des ailes aux différents régimes, définie essentiellement par l'allongement, le profil et le poids (charge alaire).
- une stabilité de vol suffisante, définie par la surface et le profil du stabilisateur horizontal.
- une bonne maniabilité assurée par la taille des gouvernes.

Lors de la construction d'une semi-maquette, il ne devrait pas y avoir de problème puisqu'il suffit de reprendre les dimensions du vrai auxquelles on applique le facteur d'échelle retenu. Par bonheur, en grande plume, souvent ça marche !





A gauche Raymond Brun, à droite Didier Jaillant : ce sont les deux protagonistes de cette conception d'un Lunak à l'échelle 1/3. Belle bête !



L'oiseau en plein vol. Ce n'est pas qu'une maquette mais aussi un efficace grand planeur de voltige.

Mais il faut tout de même rester vigilant et vérifier le comportement aérodynamique des ailes, qui peut réserver quelques surprises, surtout quand elles présentent un fort effilement comme celles du Lunak.

Quels furent les choix initiaux ?

1 - Fuselage à forte surface latérale

La plupart des fuselages du style "cane à pêche" ne permettent pas de réaliser une voltige propre car, à chaque braquage du volet de dérive, le modèle dérape. Ce dérapage est causé par un manque d'appui aérodynamique sur le plan latéral. L'appareil ne peut donc pas être conduit correctement sur l'axe de lacet. La forte surface latérale du fuselage du Lunak met à l'abri de ce genre d'ennui, et les figures comportant une phase de vol sur la tranche (tonneau lent ou à facettes par exemple) deviennent alors mieux contrôlables et plus faciles à exécuter.

2 - Cordes d'ailes élevées

Au CMPG, nous sommes fidèles, depuis longtemps, aux planeurs de voltige à grande corde (Mü 28, Air 100, Z-Zéro...). Le Lunak LF-107 ne déroge pas à la règle : celle-ci atteint, à l'échelle retenue, 450 mm à l'emplanture. Ce choix confère au modèle une excellente résistance mécanique (indispensable pour les figures serrées) et de meilleures performances aérodynamiques du profil (nombre de Reynolds plus élevé, précision relative de fabrication plus grande...).

3 - Volets de courbure indépendants en trois parties

Les profils biconvexes asymétriques d'acrobatie, à faible creux relatif, sont excellents aux angles de vol relativement faibles (vol de pente, voltige...) mais manquent de portance aux grands angles. L'emploi de volets de courbure indépendants et en trois parties sur toute l'envergure, que nous offre le Lunak, vient réduire en grande partie cet inconvénient. Avec un braquage évolutif à trois niveaux (+/- 8°, +/- 4° et +/- 2° à l'aileron marginal), la portance des ailes se trouve grandement augmentée et la traînée induite diminuée car l'angle d'attaque du saumon est alors plus faible que celui de l'emplanture. De ce fait, la vitesse de chute en vol à plat ou dos se trouve réduite. A noter que les vols dos peuvent alors être maintenus indéfiniment si le pilote a les nerfs solides. Cet accroissement de portance est fondamental si l'on veut pouvoir faire de la voltige le plus souvent possible (temps de prise

BRIEFING

LF-107 Letov "Lunak"

CARACTÉRISTIQUES

ECHELLE	1/3
ENVERGURE	4,80 m
LONGUEUR	2,26 m
CORDES	450/180 mm
PROFILS	RB88-100A, 100T et 100E
SURFACE	138,4 dm ²
ALLONGEMENT	15,2
DIEDRE	1,5°
MASSE	8 kg
CH. ALAIRE	57 g/dm ²

d'altitude réduit) et avoir une bonne tenue en vol dos dans toutes les figures inversées.

4 - Compensation du lacet inverse par "aileron débordant"

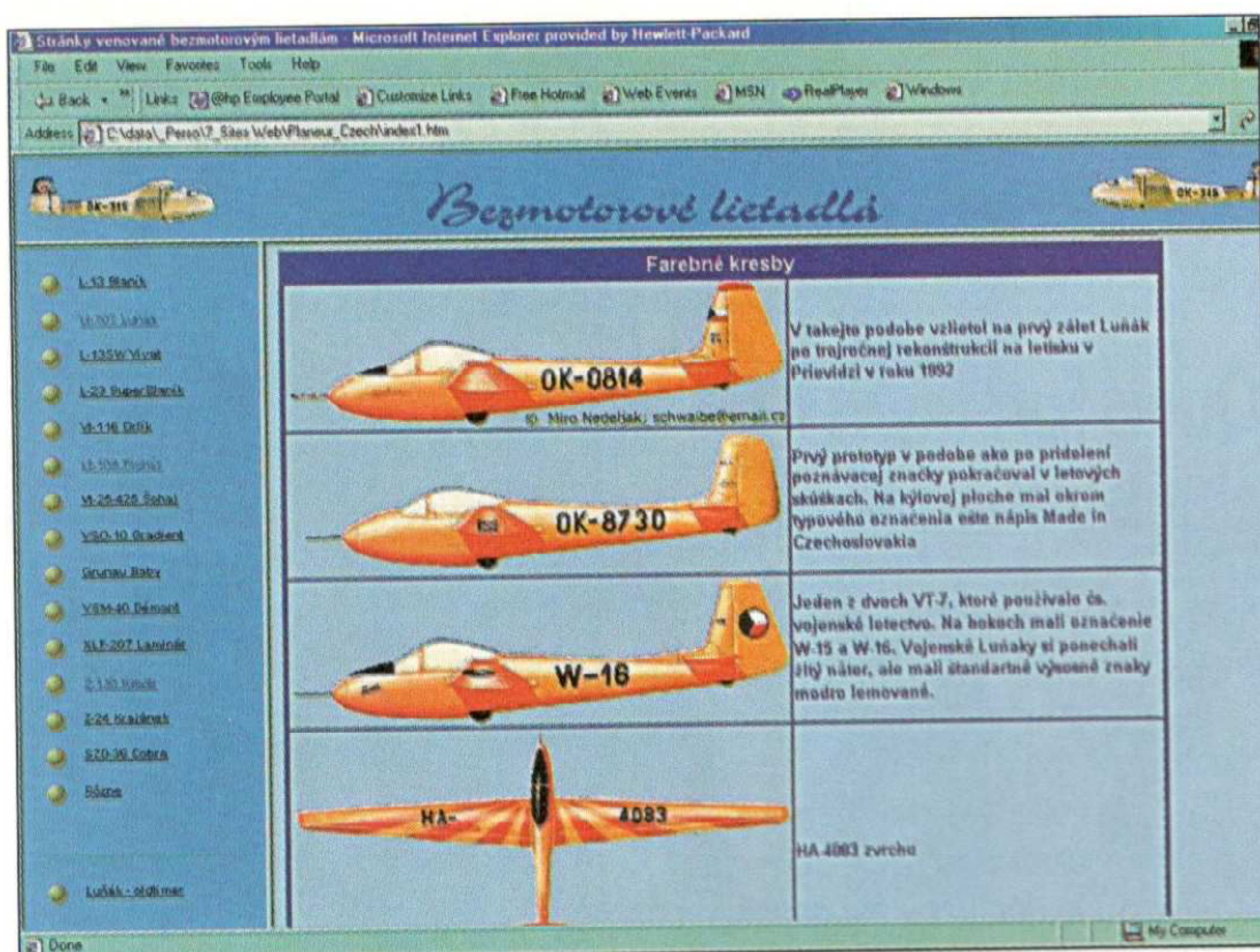
Les fortes mensurations de l'aileron conduisent à un lacet inverse très important. Pour combattre cette gêne, les ailerons ont été taillés en biais (technique de "l'aileron débordant" déjà détaillée dans Modèle Mag de juin 1999) comme montré sur la figure ci-jointe. De ce fait, lorsque les ailerons se soulèvent, la forme de ce dernier est telle qu'il déborde à l'intrados et crée une augmentation de traînée locale. Cette traînée est bénéfique puisqu'elle est appliquée sur l'aile intérieure au virage qui doit être ralentie par rapport à l'autre. Ainsi, le lacet inverse est fortement réduit et le comportement acrobatique amélioré.

5 - Ailes calées à + 1,5°

Le calage des ailes est souvent une affaire de goût. Nous avons retenu une valeur de 1,5° qui nous semble optimale pour ce genre de planeur. En effet, c'est la valeur minimale en dessous de laquelle le planeur volera vraiment trop "queue basse". Un calage plus important aurait par contre été néfaste pour la voltige : forte traînée sur le dos, mauvaise esthétique à grande vitesse, perte d'axe dans les figures complexes.

6 - Choix du jeu de profils

Nous avons privilégié la sagesse à l'audace, en conservant le squelette du profil de l'Air 100 (RB88-100 et RB95-1014, le second étant une évolution de creux du premier), défini il y a quelques années déjà et bien éprouvé (voir articles sur l'Air 100 parus dans Modèle Mag n°573, 574 et 576 de juin à septembre 1999). Pour répondre à l'impératif de géo-



Voici la page de garde du site de Miroslav : un vrai trésor qui fourmille de photos, illustrations et plans 3-vues.



Cette photo de l'un des rares Lunak encore en état de vol montre à quel point ce planeur a une silhouette caractéristique et facile à reconnaître.

Ce petit dessin humoristique montre que la caricature est facile. Pourtant, le Lunak de nos deux compères est bel et bien une maquette exacte.



métrie des ailes du Lunak, nous avons fait évoluer ce profil pour l'adapter au mieux à la distribution du coefficient de portance (C_z) sur l'envergure ($b/2$) de nos ailes. Ce procédé, connu mais souvent oublié, permet de réduire les risques de décrochage au niveau de l'aileron marginal dû à l'effilement. Cette distribution $C_z = f(b/2)$ représente l'évolution du C_z pour une incidence donnée en fonction de l'envergure du Lunak. Nous constatons qu'elle remonte et passe par un maximum au dernier quart de l'aile, concrétisant le point de décrochage de notre aile, puis redescend au saumon. Cette position proche du saumon conduira à des décrochages dangereux si aucune précaution n'est prise. Il fallait donc faire évoluer notre profil pour adapter son C_x -maxi (valeur de décrochage) à cette distribution de C_z . Pour résoudre ce problème et pour compléter nos tests de 1999 sur les divers outils logiciels qui peuvent aider dans leurs choix les pseudo aérodynamiciens que nous sommes, nous nous sommes intéressés cette fois-ci à Visuaéro de Patrick Médard qui présente deux avantages :

- il est bien adapté à nos besoins modélistes (voir ses nombreuses fonctions sur le site suivant : <http://visuaero.free.fr/>).
- il est facile à mettre en œuvre et, de surcroît, c'est un produit français (ndlr : distribué par Mijejo).

Nota : ce logiciel est également capable de piloter une machine à découper les noyaux d'ailes. Comme Didier, par intérêt personnel, s'en est construit une, nous n'avons pas utilisé cette possibilité.

Ce logiciel nous a permis :

- d'adapter les C_z -maxi de nos profils à la distribution. Nota : en modifiant raisonnablement le creux ou l'épaisseur relative d'un profil ou encore sa forme d'intrados ou d'extrados, nous pouvons faire varier son C_z -maxi dans le sens que nous souhaitons. Par exemple, une augmentation de creux et/ou d'épaisseur conduit à une augmentation du C_z -maxi (mais aussi du C_x !) et inversement... Le résultat de chaque modification est ensuite concrétisé par une polaire fournie par Visuaéro. Si le résultat obtenu ne correspond pas à l'attente, une autre itération est alors lancée.
- de vérifier que la largeur importante du volet n'engendrera pas, aux différents braquages usuels (voir polaires correspondantes), une augmentation importante de la traînée de notre profil (détérioration de sa finesse).
- de nous assurer que la polaire des principaux profils était relativement "ronde", c'est-à-dire en forme de "C" mieux adaptée à des impératifs de

voltige (pas de variations brusques du C_x).

Ce dialogue avec Visuaéro nous a conduits au jeu de profils suivant :

- RB88-100A à l'emplanture (épaisseur 10%).
- RB88-100A au premier volet (épaisseur 10%).
- RB88-100T à l'aileron (épaisseur 12%).
- et pour finir RB88-100E au saumon (épaisseur 9%).

Ce logiciel nous a également permis de connaître rapidement :

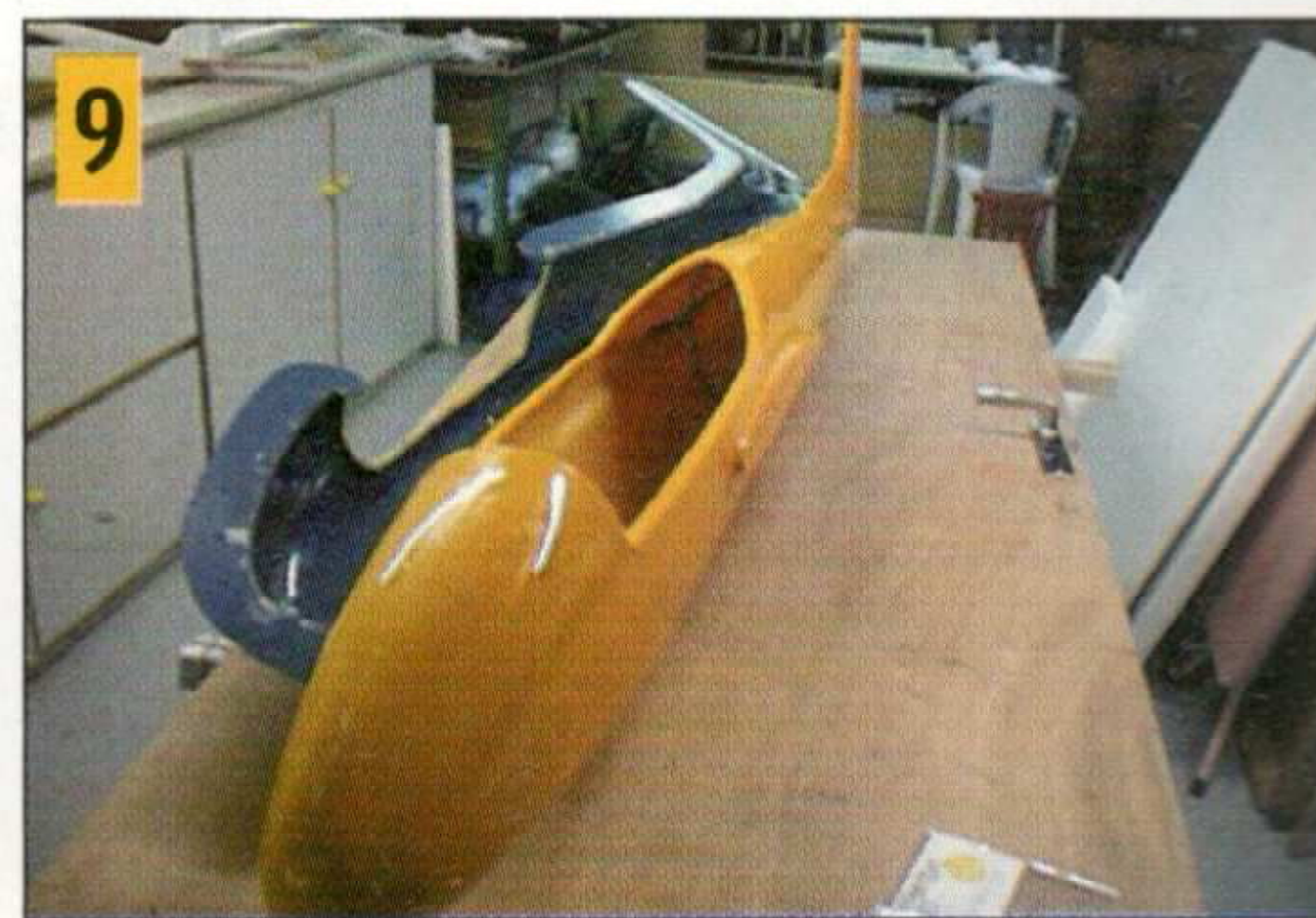
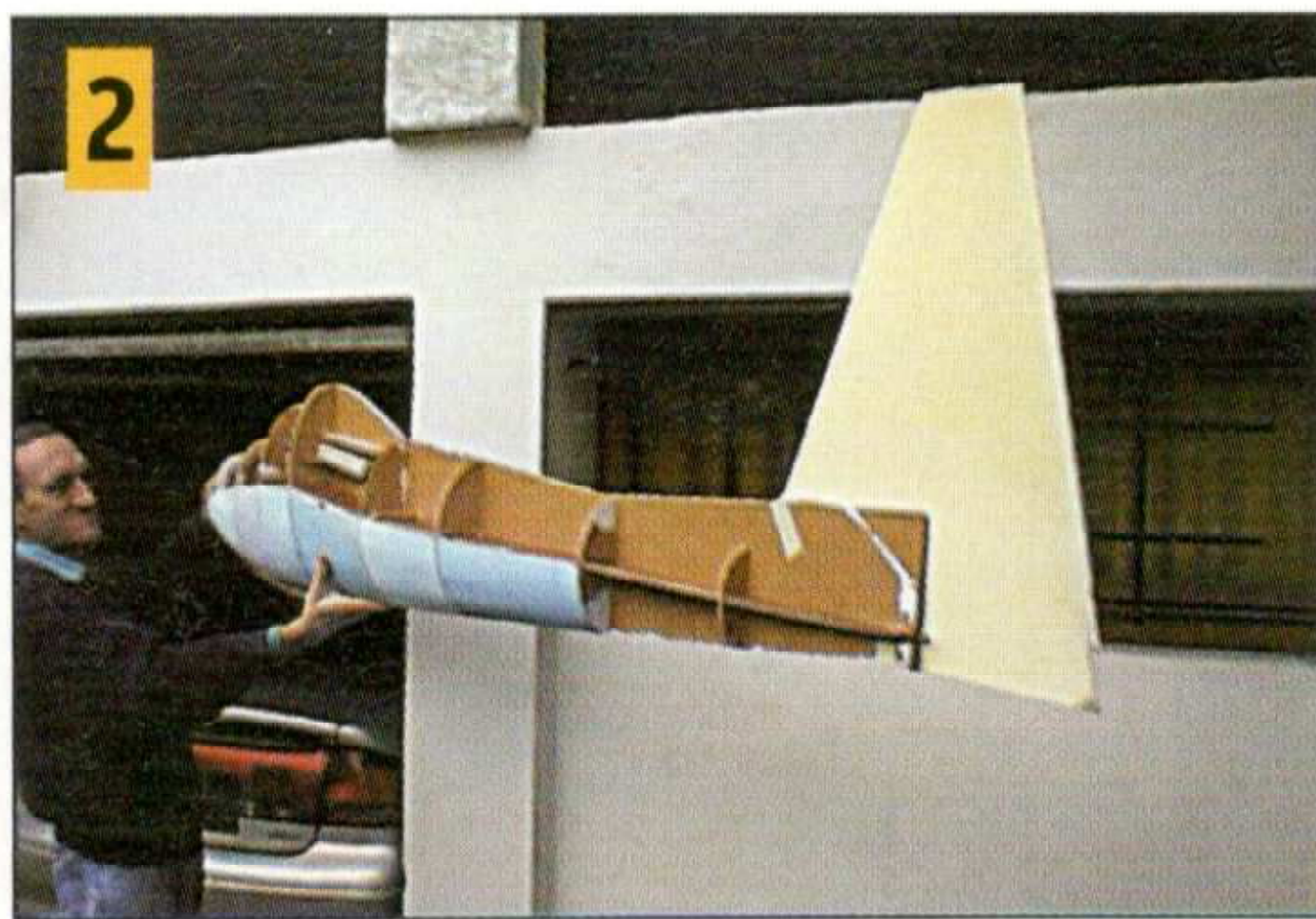
- l'évolution du centre de poussée CP en fonction du C_z .
- la variation de la finesse en fonction du C_z .

On passe à la réalisation du fuselage

1 - D'abord la forme

Après avoir déterminé l'échelle de notre planeur, nous étions devant un gros morceau : la construction du fuselage. C'est alors que les "dieux du web" sont venus à notre secours. Après quelques recherches et e-mail, nous voici devant le superbe site de Miroslav. Ce site présente de belle manière plusieurs planeurs tchécoslovaques. Il fourmille de photos, d'illustrations et de plans 3-vues. C'est un trésor ! Nos plans ont été dessinés en partant d'une des images de ce site. Le fuselage a été légèrement aminci d'environ 10% pour diminuer la traînée et faciliter la voltige. Un très grand merci pour ton aide, Miro !

Ensuite, les couples, vue de dessus et vue de côté ont été imprimés sur papier puis collés sur du CTP de 5 mm d'épaisseur. Le profil du fuselage a été renforcé par un tasseau sur toute sa longueur en suivant l'axe longitudinal. A ses extrémités, deux boulons ont été collés pour "embrocher" le fuselage et, par la même, faciliter la stratification. Chaque couple a été assemblé sur l'âme centrale puis collé à la colle blanche. Les intervalles ont été remplis avec du polystyrène. En progressant d'une manière régulière, on peut facilement découper chaque bloc au fil chaud. Après séchage et ponçage, le fuselage a reçu sa dérive, construite de façon classique avec un noyau de polystyrène recouvert de trois couches de tissu de verre 100 g/m². La liaison entre dérive et fuselage a été réalisée avec deux planches de balsa en triangle : scotchées en leur sommet, elles épousent parfaitement le fuselage. L'ensemble a été recouvert de trois couches de 100 g/m². La forme de la verrière a été enlevée du fuselage et stratifiée à part. Une



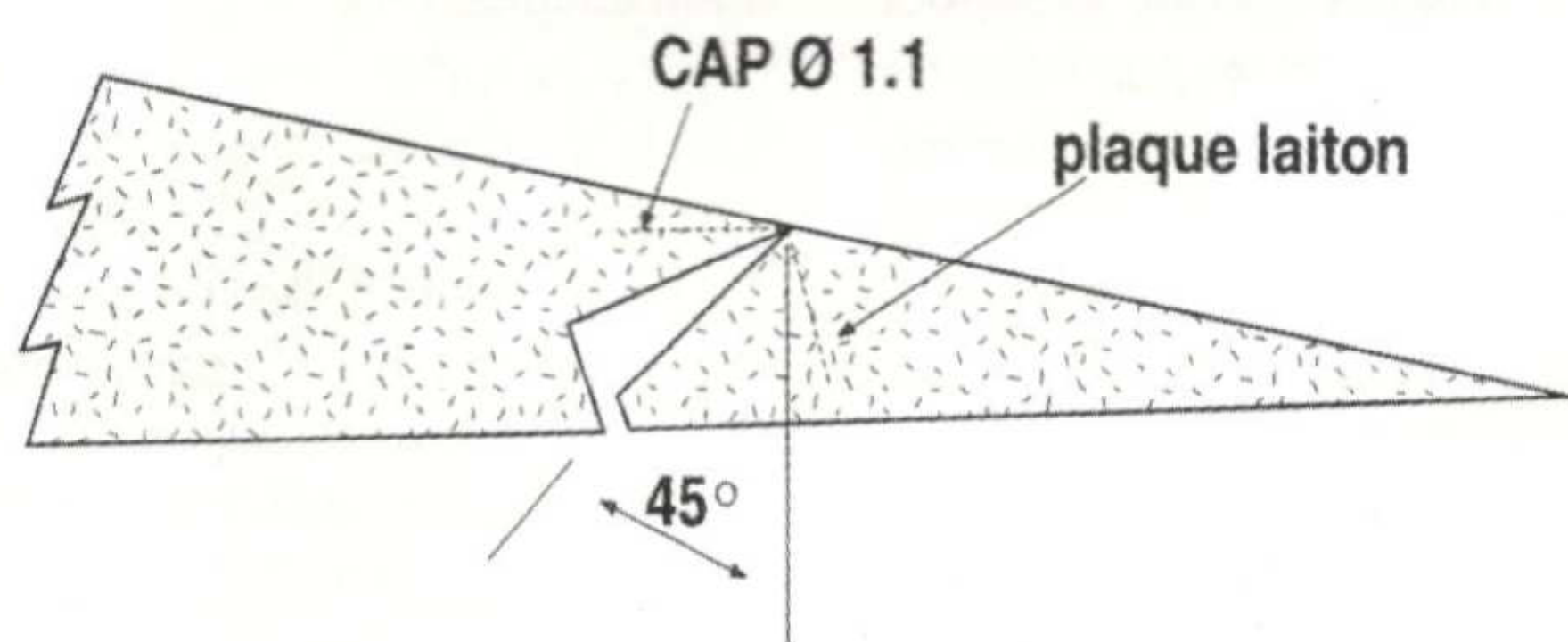
En neuf photos, voilà résumé le travail de titan que représente la réalisation d'un (en fait plusieurs) fuselage moulé. •1 : la forme du master est élaborée à partir d'une silhouette en CTP. •2 : des couples sont collés de part et d'autre de cette silhouette, les espaces étant remplis de polystyrène

pour obtenir le volume voulu. •3 : la forme enfin prête est ensuite recouverte de deux couches de tissu 300 g/m² avant de subir un long travail de masticage et de ponçage. •4 : le master est terminé, lustré, la verrière déjà détachée pour un traitement séparé. •5 : cette forme est immobilisée sur

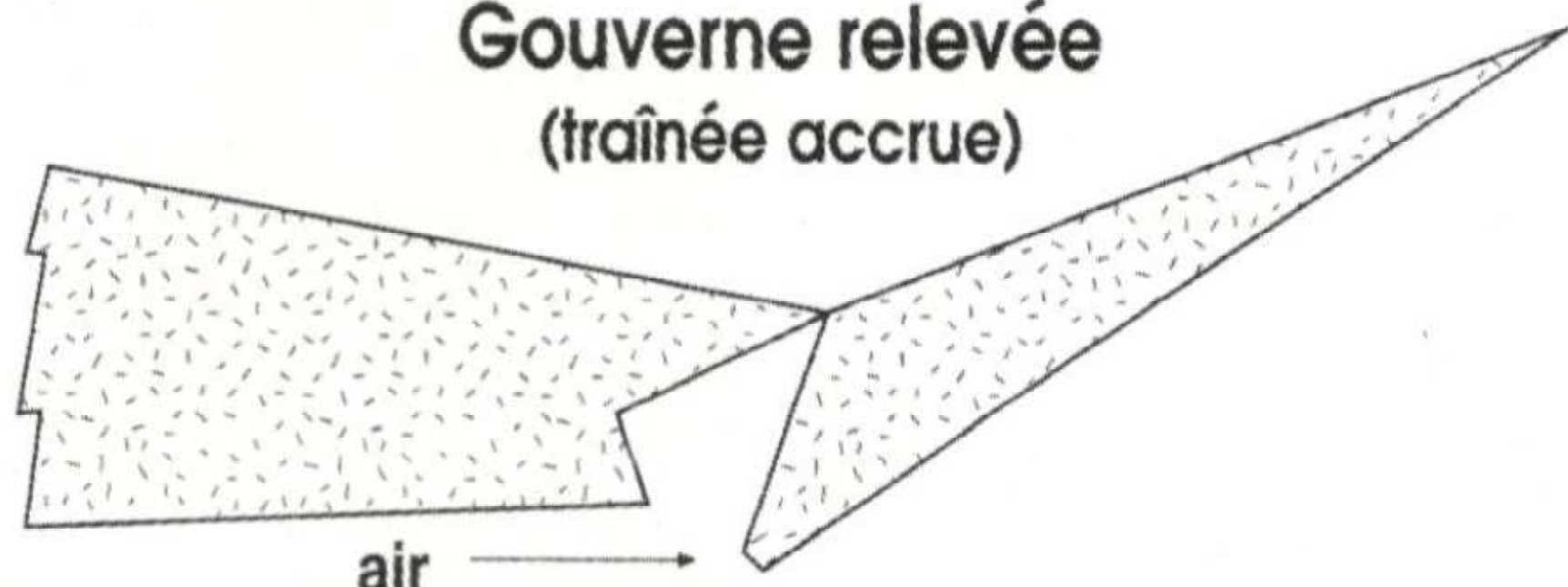
le chantier pour recevoir son plan de joint à mi-hauteur. •6 : le premier demi-moule est fait. •7 : Didier en plein travail pour achever le deuxième demi-moule. •8 : et c'est déjà la stratification du premier fuselage (partie gauche). •9 : voici le bébé enfin sorti de sa chrysalide (poids 1200 g) !

Réalisation d'un aileron "débordant"

Gouverne au neutre

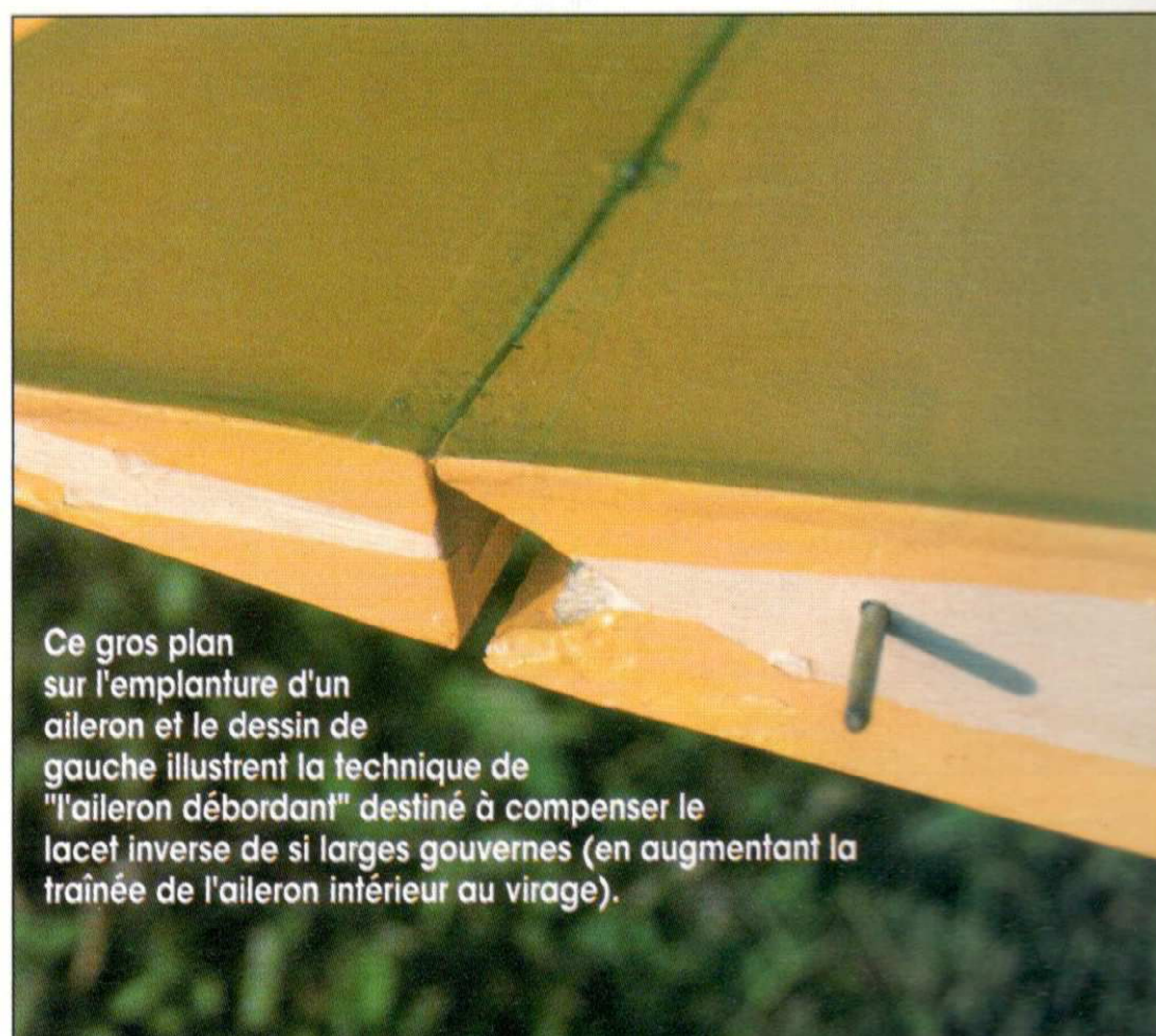


Gouverne relevée
(traînée accrue)



plaque de fibre de verre pour circuit imprimé est venue finir l'assise de la verrière pour terminer le gros œuvre. Après quelques jours de repos, la forme était prête pour être recouverte de deux couches de 300 g/m².

Un châssis a permis d'embrocher la forme et de mieux la stratifier en la faisant tourner facilement. Le fuselage prenant forme, le moral était au beau fixe. L'état de surface est à ce moment rugueux mais la masse et le



Ce gros plan sur l'emplanture d'un aileron et le dessin de gauche illustrent la technique de "l'aileron débordant" destiné à compenser le lacet inverse de si larges gouvernes (en augmentant la traînée de l'aileron intérieur au virage).

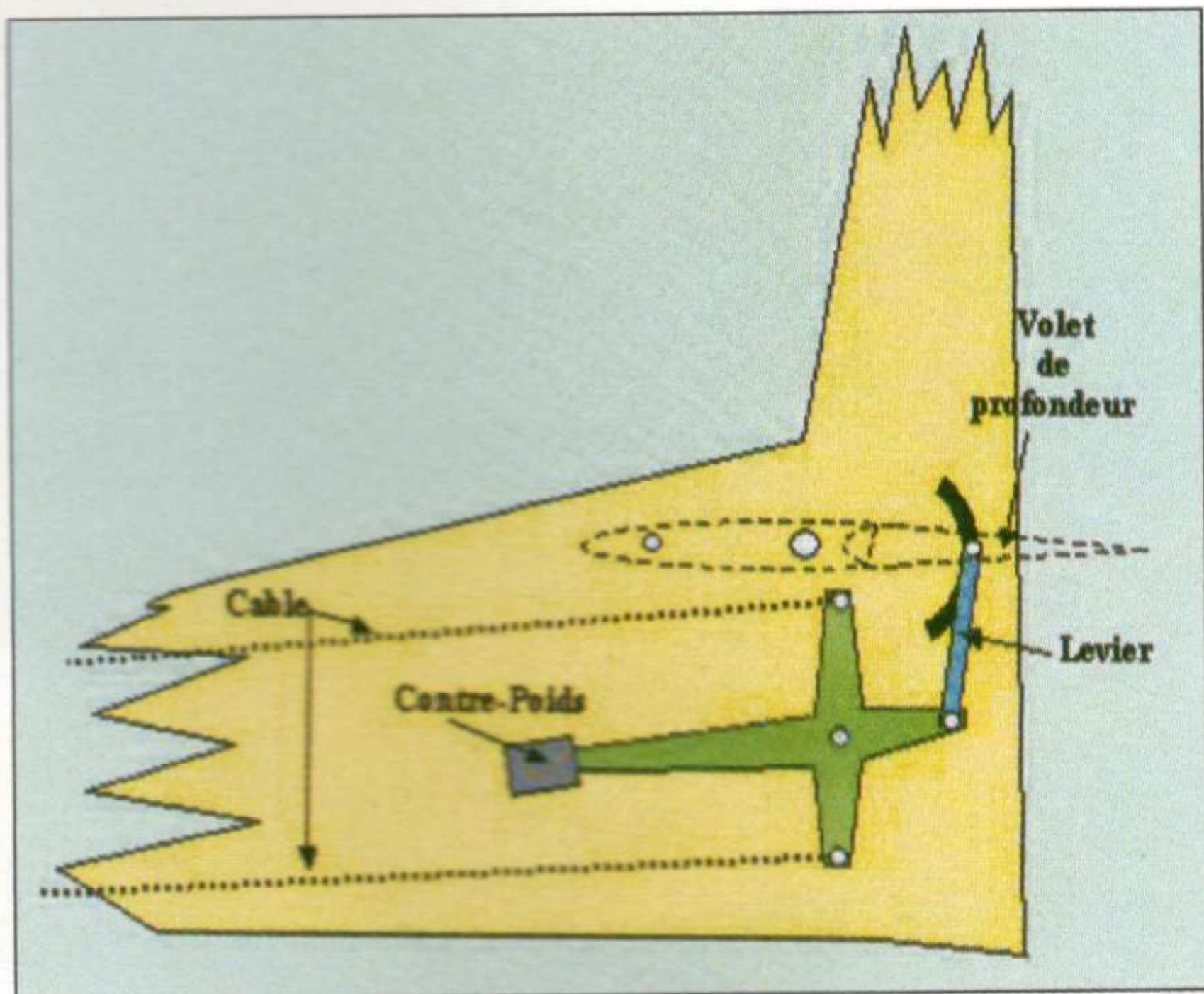
volume du fuselage sont imposants. Viennent ensuite les phases de masticage et de ponçage. L'état de surface a été amélioré en utilisant du mastic Syntofer. C'est à ce moment que le choix de l'échelle revient en

force : mais quelle idée d'avoir choisi le tiers ? Pour éviter le découragement, nous nous sommes passés le relais, chacun ayant sa semaine de ponçage. Malgré la poussière, et après de nombreuses

Pas de doute, ce planeur a une bonne bouille. Ceux qui seront séduits mais qui ne veulent pas aborder un sujet de cette taille pourront par exemple se tourner vers le Lunak plus modeste (3,57 m) vendu en kit par Topmodel.



La verrière a été réalisée par thermoformage tandis que son cadre est obtenu par stratification d'un sandwich fibre/balsa sur le fuselage lui-même pour épouser le galbe de son assise.



Ce dessin illustre le système retenu pour la commande du volet de profondeur.

heures de ponçage, la surface devient acceptable. Notre carrossier favori, Jules Krik que nous remercions chaleureusement au passage, a ensuite recouvert le fuselage de trois couches d'apprêt polyuréthane entrecoupées de nouvelles séances de ponçage à l'eau. Une peinture de qualité viendra mettre la touche finale à ce master. Le moral remonte et nous nous voyons déjà sur la pente...

2 - Ensuite la stratification du moule

La stratification du moule est classique :

- cirage et lustrage de la forme.
- réalisation d'un support pour le plan de joint.
- positionnement de la forme dans le châssis.
- remplissage du joint avec de la "plastiline".
- cirage et lustrage.

- stratification avec dans l'ordre : gel-coat puis rognure de verre, six couches de tissu de verre 300 g/m², et pour terminer le moule une couche de 150 g/m².

Une fois sec, l'ensemble demi-moule/forme est séparé du châssis en s'assurant que la forme reste bien collée dans le moule. L'excédent de plastiline est enlevé du plan de joint puis la forme est cirée et lustrée une nouvelle fois. La stratification de la deuxième moitié du moule suit la même procédure. Tous les produits utilisés lors de cette stratification viennent de chez Polyplan, que nous remercions au passage pour son aide et ses conseils.

3 - Enfin le moulage du fuselage

Une couche de peinture polyuréthane satin de marque Wenger a été déposée dans le moule ciré. Le fuselage a ensuite été stratifié avec tout d'abord une couche de tissu de verre 100 g/m² puis deux couches de kevlar 260 g/m². Quelques mèches de carbone ont été posées aux endroits stratégiques, en particulier dans la section arrière du fuselage. Le collage de deux demi-coques a été effectué en superposant la dernière couche. Un peu de microballon finit le plan de joint. Après une journée et demie d'étuve, le fuselage est pratiquement sec et prêt à démouler. Sa masse totale est d'environ 1200 g.

4 - Le montage du fuselage

Le montage du fuselage est relativement simple. Seuls deux points sont à noter : la clé d'ailerons et le système de commande de profondeur.

La fixation de la clé d'ailerons est flottante. Un morceau de tube de bakélite est emprisonné dans un tube plastique faisant office de silentbloc. Le tout est ensuite collé sur les flancs du fuselage. La clé cylindrique (un barreau de car-

bone d'un diamètre de 16 mm) n'est pas fixée au fuselage mais elle flotte entre ces deux fixations.

Le palonnier de stab est lui aussi un peu particulier. Tout d'abord, les volets de profondeur sont articulés à l'extrados. Cette petite entorse à la maquette permet de simplifier la construction. Une clé en CAP traverse la partie fixe de la dérive et rend solidaires les deux volets de profondeur. Cette clé est mise en mouvement par un palonnier sur lequel viennent se fixer les câbles de commande en aller-retour. Ce palonnier a une forme cruciforme. La partie avant soutient le contre-poids du volet de profondeur. Ce poids, même s'il ajoute quelques grammes au mauvais endroit, équilibre statiquement le volet et permet de réduire les chocs sur le servo de profondeur lors des atterrissages. Le système s'est avéré fiable au cours de nos vols. Le schéma ci-contre clarifie le principe.

5 - Et la verrière ?!

La forme a été construite en même temps que le fuselage. Nos verrières ont été réalisées en "pet" et moulées par thermoformage. Un grand merci à Gabi et Uwe pour leur aide. Pour le modèle numéro trois, un châssis a tout d'abord été réalisé en suivant la technique "Roger Niéto" : stratification de plusieurs couches de balsa fin avec interposition de tissu de verre, le tout épousant le galbe de l'assise de verrière sur le fuselage. Cette technique donne de très beaux résultats. La verrière a été découpée en deux puis à l'intérieur du châssis. Un mécanisme d'ouverture et quelques vis viennent donner une touche finale du plus grand effet.

(la suite le mois prochain)