

Belle allure !

Le T-50 Golden Eagle faisait partie des nombreux projets en attente. Quand j'ai eu envie de me lancer dans la construction d'un jet à turbine électrique réaliste, cette machine élégante m'est vite revenue à l'esprit, d'autant que l'avion n'avait, à ma connaissance, jamais été reproduit en RC. Le triptyque manquait... un ami m'en a déniché un. Il ne restait plus qu'à dessiner les grandes lignes du plan et à définir la méthode de construction la plus appropriée pour réaliser les formes complexes, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cellule où se trouve le conduit en «Y» de turbine.

Texte Laurent BERLIVET - Photos de l'auteur & Romain BERLIVET

Malgré les formes de cet avion, j'envisageais initialement une construction traditionnelle avec des couples en CTP et des lattes de balsa. Une fois les couples extrapolés, j'ai voulu vérifier que leur tracé était juste avant d'attaquer une telle structure. Pour cela, j'ai tronçonné un fuselage en polystyrène découpé au fil chaud et mis en forme. Finalement, après ponçage, ce bloc avait fière allure et, après tronçonnage, j'ai changé d'avis. J'ai donc abandonné la cellule tout bois pour une méthode mixte : conserver ce joli fuselage en polystyrène en y ajoutant simplement la voilure en bois. Pour information, les formes ne sont pas tout à fait à l'échelle puisque les cordes et l'envergure sont légèrement trichées afin d'avoir plus de surface d'aile dans le but de

réduire la charge alaire qui s'annonçait importante. Il faut cependant un œil averti pour s'en apercevoir.

Dans un premier temps, un petit modèle en dépron renforcé au papier imprimé a été réalisé dans le but de voir si le pilotage pouvait être fait uniquement avec l'empennage mixé en tailerons, pour simplifier la construction des ailes et réduire l'équipement radio au strict minimum. Si l'on arrivait à diriger ce proto à peu près comme on le souhaitait, il restait toutefois quelques zones de flou dans certaines positions, que je ne voulais pas reproduire sur la version à turbine. Cette dernière a donc été conçue pour recevoir quatre servos : un dans chaque aile et un par volet de stabilisateur, afin d'éviter toute tringlerie dans le conduit de la turbine. Cette solution permet également d'envisager une fonction «volets» avec les ailerons baissés, pour réduire la vitesse de vol ou serrer le rayon des évolutions. Les gouvernes de profondeur peuvent également être mixées en tailerons dans cette configuration, afin de conserver l'efficacité sur l'axe de roulis.

Fil chaud et ponçage pour le fuselage

La forme du fuselage est, comme pour de nombreux jets, plutôt complexe, ce qui a conduit à choisir un mode de réalisation à partir d'un bloc de polystyrène découpé au fil chaud. On commence donc par assembler autant d'épaisseurs de roofmat que nécessaire pour obtenir la largeur du fuselage au niveau des karmans (160 mm), voire un peu plus. Il faut un collage central qui s'avère bien utile pour servir d'axe de symétrie vertical lors de la construction. Le collage se fait avec une colle néoprène contact (marque Sader) qui se découpe facilement au fil chaud, contrairement à l'époxy, à la PU, ou même à la cyano non «styrophage». Ensuite, on confectionne des gabarits en deux exemplaires suivant une vue de côté, de dessus et de face. Pour réaliser des gabarits économiques, j'ai utilisé la méthode, connue, qui consiste à découper les formes dans un calendrier cartonné épais. Les tracés imprimés sur papier sont collés dessus à la contact en bombe, puis l'ensemble se découpe soit au cutter, soit à la scie à chantourner. Les tranches sont durcies à la cyano liquide puis finement ponçées pour que le fil glisse dessus sans accrocher. On peut éventuellement les graduer régulièrement. Ils seront immobilisés sur le bloc de roofmat à l'adhésif double-face ou avec des épingles.

L'auteur donne une bonne idée de l'échelle de l'avion, qui peut être simplifié pour recevoir non pas une turbine mais un moteur à hélice propulsive.





L'avion a été choisi à la fois pour ses lignes fluides et élancées, et pour son décor original (celui du prototype) et bien visible.

BRIEFING

T-50 Golden Eagle

CARACTÉRISTIQUES

ENVERGURE	690 mm
LONGUEUR	840 mm
CORDES	215/67 mm
PROFIL	SB97 8/1,25
SURFACE	13 dm ²
MASSE	760 g
CH. ALAIRE	58,5 g/dm ²

EQUIPEMENTS

SERVO	4 GWS IQ-110
CONTROLEUR	Jeti Jes 30 3P de 30 A
MOTEUR	SF brushless 220-6-3000
TURBINE	SF Turbofan de 68 mm
PACK RPOP.	3S LiPo 2250 mA.h

REGLAGES

CENTRAGE	à 134 mm du B.F.
----------	------------------

DEBATTEMENTS*

AILERONS	+5/-6 mm
PROFONDEUR	+/- 8 mm

(* : «+» vers le bas et «-» vers le haut)

Il reste à effectuer la découpe au fil chaud après avoir soigneusement placé les gabarits deux à deux autour du bloc. Pas question de regarder la pièce après chaque découpe, il faut au contraire la maintenir bien en place, en ajoutant même des bandes de ruban adhésif sur les arêtes qui se détachent afin que ce bloc conserve sa forme brute jusqu'à la dernière découpe. Ces bandes pouvant se trouver sur le passage du fil chaud, elles seront également découpées (il ne faut donc pas surcharger en épaisseur).

Le fuselage qui sort est taillé à la serpe. Il faut alors l'affiner à l'aide d'une lame de cutter neuve et de papier de verre fin. Ce travail de sculpture demande une certaine patience en faisant très attention à ne pas se blesser avec la lame du cutter souvent complètement sortie. Ne pas aller trop vite non plus sous peine de faire rouler la matière sous l'abrasif. Pour boucher les trous éventuels, j'utilise du mastic sans ponçage, appelé «Tout Prêt», qui est très léger : il faut juste combler le creux et ne pas mettre trop de mastic car il n'est pas facile à reti-

rer, ayant tendance à rouler sous le papier de verre.

A ce stade, la partie avant comprenant le cockpit est recouverte de ruban adhésif marron afin de réaliser le moule de la verrière. Si des plis persistent sur le film, il est facile de les faire disparaître à l'aide d'un sèche-cheveux ou d'un décapeur thermique, en chauffant très peu pour ne pas faire fondre le polystyrène. Ensuite, une assise et des flancs en dépron permettent de définir la forme du moule. Quand les arêtes sont étanchéifiées (à l'adhésif), on y coule du plâtre à modeler. Après séchage, on passe deux ou trois couches de cire à l'intérieur et on verse à nouveau du plâtre dans cette forme pour obtenir un moule positif. Après séchage et démoulage, sa surface pourra être éventuellement retouchée par ponçage. Ce moule entre tout juste dans une bouteille de soda. A l'aide d'un décapeur thermique, on se confec-

tionne ainsi une belle verrière qui sera utilisée pour découper l'assise sur le fuselage, après avoir recouvert les bords d'adhésif papier pour que le fil chaud puisse y glisser.

Ailes et stab en structure bois

Le stabilisateur n'offre aucune difficulté puisqu'il est simplement découpé dans une planche de balsa profilée par ponçage. Côté emplanture, il est biseauté pour former un angle avec le fuselage, afin d'obtenir le dièdre inverse souhaité. A cet endroit, le couple du fuselage sert également de clé, et deux tétons de centrage permettent de le caler précisément.

Les ailes du proto sont en structure, mais elles pourraient être réalisées en polystyrène blanc coffré. Les nervures d'emplature suppor-



Ce petit T-50 version «planche» a été réalisé en dépron (recouvert de feuilles de papier imprimées à l'ordinateur) dans le but de voir si le pilotage pouvait se faire uniquement avec l'empennage mixé en ailerons. Un démonstrateur en quelque sorte, mais à hélice bien sûr !



Malgré sa petite taille et sa charge alaire, ce T-50 se montre efficace et docile en vol.

L'AVION GRANDEUR

Le T-50 est un avion à réaction d'entraînement, de hautes performances, produit par l'association de plusieurs grandes sociétés de pays différents, dont principalement la Korean Aerospace Industrie (KAI), en Corée du Sud, et Lockheed Martin aux USA. Ses formes ne sont pas sans rappeler celles du célèbre F-16 américain. La principale différence visible au premier coup d'oeil, hormis la taille, concerne l'entrée d'air, unique sur le F-16 et double sur ce T-50. Le cockpit en tandem reçoit les deux membres d'équipage. Cet avion est destiné à remplacer le F-5 Freedom Fighter qui vole encore dans de nombreux endroits du monde. Le T-50 a une envergure de 9,45 m et mesure 13,13 m de long. Il peut évoluer à Mach 1,4 et atteindre une altitude de 14630 m. Le prototype a effectué son premier vol en août 2002 : c'est donc un jet tout à fait récent.



tant les clés sont en CTP, les autres sont en balsa. Attention, celles des saumons sont très fines, et fragiles tant que le coffrage n'a pas été collé. On voit sur les photos que les pièces ont été découpées au laser. Celles représentées sur le plan sont plus simples, avec moins d'encastrement. Les ailes sont construites extradors sur le chantier, en appui sur le longeron en CTP et sur les queues de nervures. A cause de l'importante flèche de ces ailes, les encoches doivent être reprises une à une, par exemple avec une lime à ongles en carton, pour garantir des ajustages solides. Le faux bord d'attaque est ensuite collé contre les nervures, puis profilé, et l'intrados est coffré. A ce moment, on retourne le panneau, on coupe les queues de nervures, et on coffre l'extrados. Les

ailerons sont découpés à ce stade et leurs chants coffrés.

Fil chaud encore pour la tuyère

Pour éviter le conduit de la tuyère de façon propre et régulière, il est nécessaire de tronçonner le fuselage à des endroits bien précis, correspondant à l'emplacement des couples. Ensuite, à l'aide d'une petite scie à fil chaud montée sur un plateau, on évide chaque section en suivant les gabarits. Ainsi, l'intérieur du conduit offre une surface régulière, presque lisse, favorable au bon rendement de la turbine. On en profite pour ajouter aussi l'arête supérieure du fuselage : dedans passeront les fils d'alimentation du moteur et

du contrôleur ainsi que l'antenne. Cette dernière chemine dans un tube en plastique, glissé dans l'âme de la dérive en balsa, qui débouche d'un côté sous la cabine, de l'autre à la pointe supérieure de la dérive. C'est un peu de travail en plus, mais c'est discret, et ça évitera à l'antenne de finir aspirée dans la tuyère (déjà vu ailleurs !).

Le support de la turbine et les couples utiles pour sa fixation, ainsi que ceux des ailes et du stabilisateur, sont découpés dans du CTP. La turbine est accessible par le dessous du fuselage. Elle est vissée sur son support, donc démontable. Les ailes et le stabilisateur sont par contre fixés à demeure pour des raisons de rigidité et de parallélisme. Comme l'avion n'est pas très grand, ça n'est pas un inconvénient.

Le collage des tronçons de fuselage et des couples se fait dans les dépouilles, en ayant pris soin de pratiquer quelques repères afin que tout s'assemble correctement. Un collage à l'époxy est recommandé, surtout au niveau du couple arrière qui est très fin. Les couples en CTP sont légèrement plus étroits que les sections poncées : on peut ainsi ajuster au mieux par ponçage la surface du fuselage, en évitant de faire apparaître des «côtes de cheval».

Quand le squelette est réassemblé, on peut y fixer les ailes et les deux parties du stabilisateur : ne pas se précipiter, il faut que tout soit aligné précisément. On en profite pour réajuster le karman et l'apex.

Finition au papier marouflé

Les ailes et le stabilisateur en balsa ont été maroufflés au papier Japon posé à l'enduit nitrocellulosique afin de masquer les fibres du bois. Les parties en mousse ont pour leur part été recouvertes de papier kraft blanc plus épais (40 ou 60 g/m²). En suivant les conseils de «Papy Kilowatt» (<http://papykilowatt.free.fr/>), j'ai utilisé pour le poser un mélange composé à 50/50% de colle blanche et de colle à papier peint. Il faut utiliser plusieurs coupons, les formes n'étant pas développables, en les faisant se chevaucher sur quelques millimètres. Le travail est un peu long mais relativement facile, et offre une «peau» qui protège bien la mousse et peut recevoir la peinture. Le tout ne conduit qu'à une faible prise de masse.

A l'arrière, la sortie de tuyère est directement issue d'une bouteille en plastique (eau minérale Saint-Diery). Elle n'a pas besoin d'être recouverte de papier, sauf au niveau de la jointure afin de renforcer le collage.

Après recouvrement complet de

CONSTRUCTION EN IMAGES...

1 • Découpe au fil chaud en suivant les gabarits latéraux. La plaque de plomb évite à l'ensemble de glisser.

2 • Après la découpe suivant la vue de côté, celle de dessus et celle de face : le fuselage n'est pas encore très ressemblant. Il reste un gros travail de ponçage pour obtenir les lignes galbées.

3 • Mise en forme minutieuse par rabotage et ponçage au papier de verre de plus en plus fin : le fuselage présente enfin ses formes harmonieuses.

4 • Pour éviter le fuselage, il est nécessaire de le tronçonner régulièrement, en le replaçant dans ses dépouilles. Les équerres guident le fil chaud.

5 • Etape incontournable : le tronçonnage du fuselage, qui permet d'éviter le conduit de façon propre et régulière. Il est alors facile de vérifier la forme de chaque coupe en se posant sur le plan, et de rectifier si nécessaire.

6 • Une petite scie avec un fil chaud d'une dizaine de centimètres permet de creuser proprement chaque tronçon du conduit.

7 & 8 • On voit ici le tronçon situé juste après les entrées d'air, vu de l'arrière et de l'avant. Il faut bien sûr réaliser des gabarits de découpe pour chaque section.

9 • Le conduit forme un Y à cet endroit.

10 • Après évidemment, les tronçons sont recollés les uns contre les autres.

11 • La partie supportant la turbine est plaquée par les couples en CTP. Les fils électriques (alimentation moteur et contrôleur) passent dans l'arête supérieure évidée.

12 • Le couple arrière est très fin. Il sert également de clé pour les deux parties du stabilisateur en donnant l'angle du dièdre inverse.

13 • La dérive est constituée d'une âme en balsa coffrée de dépron profilé. Un marouflage au papier fait disparaître les défauts.

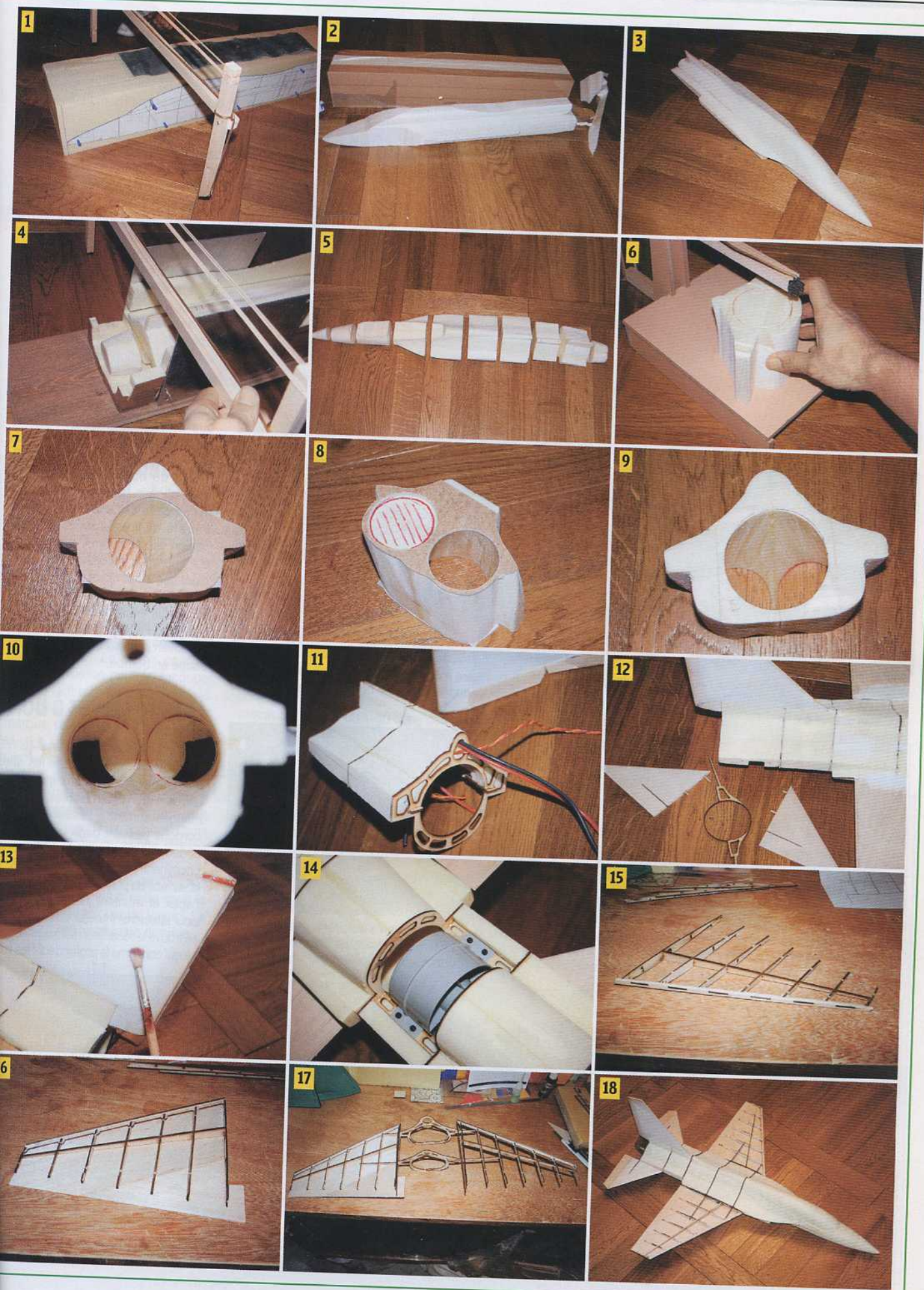
14 • Une trappe placée sous le fuselage donne accès à la turbine fixée de façon amovible grâce à quatre vis.

15 • Chaque aile est construite extradors sur le chantier. Les nervures possèdent des queues pour un assemblage sans vrillage.

16 • Le coffrage est posé quand l'aile est toujours sur le chantier.

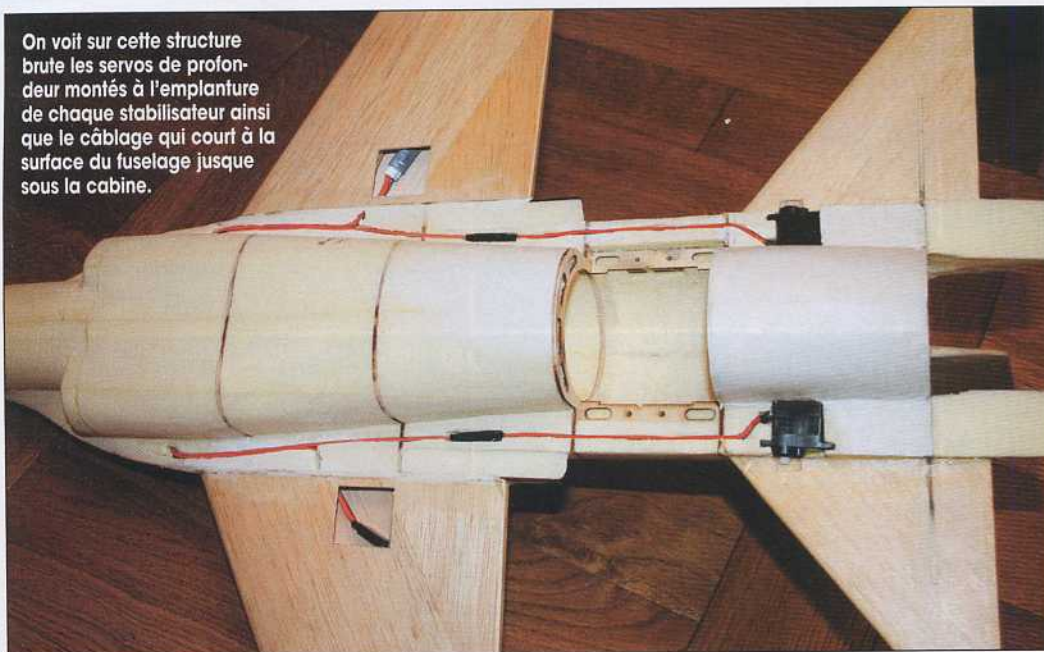
17 • Assemblage provisoire des ailes autour des couples faisant également office de clés d'ailes.

18 • Pour la mise en croix avant coffrage de l'extrados, le fuselage a été reconstitué.



PLAN ENCARTE T-50 «Golden Eagle», ou le «F-16 coréen»

On voit sur cette structure brute les servos de profondeur montés à l'emplanture de chaque stabilisateur ainsi que le câblage qui court à la surface du fuselage jusque sous la cabine.



l'avion, on passe plusieurs couches d'enduit bouche-pores avec ponçage entre chaque couche pour faire disparaître les défauts de surface. Un recouvrement au tissu de verre doit être possible, mais sera sans doute plus lourd.

La verrière est thermoformée dans une bouteille de soda, sur la forme en plâtre. Son assise est un morceau de dépron habillé de quelques éléments découpés dans du styro, tels les tableaux de bord et les sièges. Deux pilotes, également moulés, viennent compléter cet équipement indispensable au réalisme, pour un supplément de poids dérisoire. La fixation sur le fuselage est assurée par des petits aimants puissants : simple et efficace.

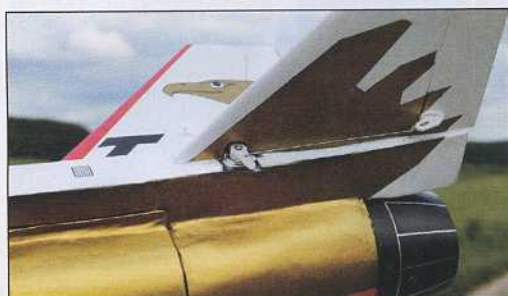
La décoration choisie est celle du prototype. Les avions suivants sont à mon goût moins jolis car moins colorés. La peinture acrylique a été passée à l'aérographe, en commençant par les tons clairs et en finissant par les plus foncés. Il faut de nombreux masquages entre chaque teinte mais le résultat mérite cette peine. Les autocollants ont été découpés dans du vinyle par un professionnel, d'autres ont été imprimés à l'ordinateur sur du plastique autocollant (Print-On chez Canson par exemple) recouvert par un vernis pour fixer l'encre. Pour terminer, l'avion a été entièrement recouvert de deux couches de vernis satiné en bombe.



Mise en place de la turbine par l'ouverture ventrale. Le contrôleur loge juste derrière le moteur, à plat dans le conduit.



La sortie de tuyère n'a pas besoin d'être moulée : elle est simplement découpée dans une bouteille d'eau minérale.



On devine ici l'un des servos de profondeur, placé dans l'emplanture d'un stabilisateur.



La verrière a été thermoformée sur une forme en plâtre. Elle a reçu par l'intérieur un voile de peinture «smoke» pour la teinter légèrement.

Quatre servos à bord

Les servos d'ailerons (GWS IQ-110) sont glissés dans les ailes aux emplacements correspondants, entre les premières nervures, les commandes sortant à l'extrados. Leurs cordons passent dans les nervures, et débouchent sous les karmans, puis cheminent dans des canaux fraisés à la surface du polystyrène. Ils traversent l'apex et montent jusqu'à la cabine pour atteindre l'intérieur du fuselage où se trouve le récepteur. Même chose en ce qui concerne la profondeur : les ser-



Au premier regard, le T-50 Golden Eagle fait penser au F-16. Il existe pourtant des différences importantes entre les deux avions.



Si le fuselage est à l'échelle, il en est autrement de la voilure dont la surface a été légèrement agrandie en trichant sur les cordes et l'envergure. Les modifications restent cependant discrètes.

vos (GWS IQ-110 également) sont cette fois collés dans le fuselage, au niveau de l'emplanture du stabilisateur retournée pour laisser passer les palonniers. Les câbles rejoignent ceux des servos d'ailerons.

Le récepteur est placé sous la cabine, l'antenne glissée dans le tube en plastique qui sort au sommet de la dérive.

tuyère, et monter un moteur avec une hélice propulsive, sans avoir ainsi à tronçonner ni à éviter le fuselage. Le poids sera sans doute un peu plus élevé mais le rendement de l'hélice étant bien supérieur que celui d'une turbine, les performances ascensionnelles seront meilleures. Le réalisme et l'aspect technique perdront cependant un peu de leur intérêt.

Pour finir, sachez qu'une version plus grande est en gestation. Toujours motorisée par une turbine électrique, elle sera en outre équipée d'un train rentrant. Pour la méthode de construction, j'hésite encore entre le charme d'une belle dentelle tout bois qui prend forme à mesure de l'assemblage de la structure, ou bien la facilité qu'offre la sculpture d'un gros bloc de mousse taillé à coups de fil chaud. Peut-être l'occasion de reparler du T-50 dans ces colonnes...



Un crochet vissé dans une baguette de bois dur noyée sous le fuselage permet des départs à la catapulte, ce qui n'est pas indispensable.



Une ouverture supplémentaire a été creusée sous le fuselage afin d'alimenter correctement la turbine en air.

Pour une turbine de 68 mm de diamètre

Afin d'obtenir des performances dignes d'un jet, il faut bien sûr s'orienter vers une motorisation de type brushless. La turbine est la même que celle utilisée sur l'Hiryû, un autre jet perso qui marche fort, à savoir une SF Turbopan de 68 mm de diamètre. Le rotor compte 6 pales, mais on peut en recouper trois suivant la motorisation choisie. J'ai utilisé un moteur de la même marque, référencé SF 2200-6-3000, et un contrôleur Jeti Jes 30 3P. Ce dernier est installé juste derrière le moteur, dans la veine d'air : il est ainsi parfaitement refroidi, même si cet emplacement doit dégrader les performances de la turbine. Dans la verrière, il aurait chauffé et sans doute parasité le récepteur.

Le pack de propulsion 3S LiPo de 2250 à 3100 mAh entre sous le cockpit, maintenu par du Velcro. Le récepteur est placé juste derrière.

Pari réussi !

Ce T-50 Golden Eagle, malgré sa modeste taille, reproduit correctement les formes de l'avion, et son allure en vol est tout aussi réaliste. C'est une preuve supplémentaire que les turbines électriques sont de plus en plus performantes et permettent de propulser efficacement un jet avec un brushless et des LiPo, même si cela impose parfois un peu de mise au point. Ceux qui souhaitent un modèle plus simple à construire mais qui aiment les lignes de ce T-50 peuvent toujours reprendre l'arrière, ajouter un couple en sortie de



EN VOL

VITE... COMME UN JET

Le décollage peut se faire soit lancé à la main, soit à l'aide d'une catapulte. Dans le premier cas, il faut effectuer quelques pas de course et lancer avec énergie. Le modèle aura une trajectoire légèrement descendante pendant quelques mètres avant que la turbine n'accroche vraiment. Le coup vient vite et l'on arrive sans problème à le faire seul. C'est naturellement plus facile avec du vent de face. L'autre solution consiste à utiliser une catapulte. Là, le T-50 prend immédiatement sa vitesse et suit une trajectoire rectiligne, mais il est préférable d'être aidé pour que le modèle parte parfaitement à plat.

Après, c'est au choix de chacun. Le T-50 vole comme un jet, c'est-à-dire qu'il demande à voler vite. Les virages doivent donc être assez amples, ainsi que toutes les



figures verticales. Son allure en vol est tout à fait réaliste, mais le bruit de la turbine et le fil d'antenne qui dépasse altèrent cet aspect. Les tonneaux lents ou rapides s'enchaînent sans pratiquement faire chuter la vitesse. Il est possible de n'en passer qu'avec

la profondeur mixée en tailerons, mais pour le reste du vol un pilotage classique avec les ailerons est préférable car bien plus précis et efficace. Le vol dos est bien sûr possible. Il ne faut pas trop pousser dans les virages pour ne pas casser la vitesse.

La virille est difficile à enclencher : en fait, il s'agit plutôt de tonneaux descendants. Ce genre de figure reste assez rare en jet.

Pour l'atterrissage, il faut venir d'assez loin, bien à plat. Le T-50 allonge beaucoup à cause de sa charge alaire élevée. Les virages serrés moteur coupé sont donc à proscrire, car alors l'avion chute et il aura du mal à reprendre sa vitesse sans une remise des gaz. Une vidéo du vol est visible sur www.jivaro-models.org