



Dassault MD-450 Ouragan

Un jet de légende pour turbine de 70 mm...

Votre premier jet EDF est peut-être le Twister de Multiplex. Facile à vivre, ce modèle est probablement à l'origine d'une passion naissante pour les jets à turbine. Cependant, la reproduction d'un chasseur, la magie des lignes, l'histoire d'un avion, la vitesse, sont de puissants facteurs qui conduisent souvent à aller un peu plus loin...

Partant de cette réflexion, j'ai étudié cette reproduction de l'Ouragan, basée sur les plans Dassault. Cet avion est un excellent sujet pour les maquetistes qui obtiendront un modèle sain aux manches et magnifique en vol. Ses proportions garantissent de bonnes qualités de vol même au format park flyer. Son fuselage est suffisamment vaste pour contenir l'équipement et

ses lignes pures sont plaisantes et rétro à souhait. Il y a donc matière à construire un superbe modèle. Il est également possible de réaliser un PSS basé sur ce plan encarté. Le profil, issu des planeurs de voltige, en fera un sujet de choix pour les amateurs du genre.

Cette reproduction de l'Ouragan offre :

- un respect scrupuleux des lignes de l'Ouragan grandeur ;
- une construction assez rapide par découpe au fil chaud avec ou sans CNC et/ou monocoque ;
- une structure composite robuste ;
- des performances élevées pour la catégorie ;
- une meilleure sécurité de contrôle, avec deux servos de profondeur ;
- une aile démontable ;
- la possibilité de réaliser une finition semi-maquette détaillée ;
- un budget cellule accessible à tous.

L'historique

La monographie de José Fernandez dans ce numéro vous donnera un

historique détaillé de cet avion légendaire qui fut le premier chasseur à réaction français. Je n'évoque, par conséquent, que les caractéristiques qui conditionnent le choix de cet appareil pour réaliser une semi-maquette.

La voilure est en position basse du fuselage, la flèche modérée n'exige pas une vitesse de vol importante, ce qui est intéressant pour notre application. Le fuselage est entièrement de section circulaire, ce qui facilite grandement sa réalisation. La robustesse d'un fuselage de ce type est supérieure à la moyenne. Le fuselage est par ailleurs dessiné à partir d'une entrée d'air Pitot à l'avant qui permet une captation optimale, sans aucune couche limite parasite, c'est primordial pour ne pas détériorer le rendement de la turbine électrique. Le stabilisateur, en position haute est dégagé très au-dessus du sillage de la voilure, il est parfaitement protégé à l'atterrissage et ne gêne pas les lancés main. L'Ouragan est donc un sujet de choix pour faire une maquette EDF réaliste, performante, robuste, dotée de bonnes qualités de vol. J'ai reproduit le n°211 de l'Armée de l'air

française appartenant à la 2^e Escadre de chasse qui était basée à Dijon au début des années 50. A noter que cette décoration était portée par les Ouragan de la Patrouille de France en 1954 qui évoluait pour la première fois sur avions à réaction de construction française.

La propulsion

Les possesseurs de Twister Multiplex apprécieront sûrement que cet Ouragan puisse employer la propulsion (turbine 69 mm 5 pales + moteur 350 W Himax A28-25-3600) et l'équipement RC de l'avion MPX. La cellule de l'Ouragan étant assez lisse, elle traîne peu, le profil employé est capable de prises de badin joufflues. Donc, si vous souhaitez changer de cellule, il suffira de tout remonter dans l'Ouragan sans autre achat supplémentaire que deux servos de 6-8 g pour la profondeur.

Si, toutefois, vous voulez augmenter la vitesse en palier sans faire de gros frais, il est possible de monter une motorisation plus puissante. Les performances feront alors un bond en avant de 30 à 50 % !



L'auteur et son Ouragan, cela permet d'apprécier la taille du jet.



Une turbine Velocity RC permet de concilier performances, sonorité agréable et efficacité.

La conception de la cellule au 1/12

L'aérodynamique

Comme dit plus haut, cet avion a été étudié selon des plans d'origine Dassault que j'ai respectés au mieux sauf pour ce qui concerne la corde au saumon (90 mm à l'échelle) portée à 125 mm, car les simulations faites sur soufflerie numérique (X-Foil de Mark Drela), faisaient apparaître un décrochage des filets d'air précoce à basse vitesse.

J'ai été séduit par le comportement en vol du profil de Serge Barth, le SB96V, employé sur le Wild II et le Kaisen (plans encartés MRA proposés en 2007). J'ai donc décidé, après étude sur soufflerie numérique, d'employer cet étonnant profil fin (9,35% d'épaisseur relative) mais porteur. Le SB96V est parfaitement adapté à cette destination : faible traînée (polaire très à gauche), augmentation de la portance sans pour autant faire bondir la traînée (polaires très droites), portance élevée (supérieure à 1), excellent comportement au décrochage, moment de stabilisateur modéré (0,4 à 0,5 suffisent, 0,47 sur l'Ouragan) assurent un vol dynamique, des trajectoires tendues, une voltige réaliste aussi bien positive que négative et un atterrissage à vitesse raisonnable. Un Selig 6060 ou 6061 pourrait aussi donner satisfaction, mais cela reste à tester avec des cordes plutôt faibles. Un vrillage négatif de 0,5° est appliqué au saumon, un bon comportement à basse vitesse est donc privilégié. Le stabilisateur, en dehors du sillage de l'aile, évite les problèmes de masquage lors de la mise en incidence de l'aile.

La structure

Le dossier turbine, sans être exhaustif, donne quelques règles simples conduisant à un bon résultat. L'Ouragan les applique directement :

- le fuselage est vaste, les sections obtenues au 1/12 sont compatibles avec un bon fonctionnement de la turbine de 70 mm qui se trouve quasiment au centre de gravité ;
- l'entrée d'air est optimisée (angle de déviation inférieur à 4° et 120° / FSA), l'air en sortie de turbine (F29) avec 96° / FSA favorise la poussée plutôt que la vitesse ;
- la voilure est en faible flèche, sa surface est suffisante ;
- la propreté aérodynamique est assurée par une finition tout fibre et l'absence de train ;
- la masse de la cellule tout composite est réduite autant que possible, en préservant tout de même une bonne rigidité pour résister aux prises de badins joufflues. La poussée statique représente environ 70% de la masse du modèle et la vitesse de la veine d'air de 52 m/s ;
- le bilan autonomie/performance est satisfaisant compte tenu de la capacité de la batterie embarquée (2500 ou 3200 mAh) ;
- le contrôleur utilise des transistors à faible résistance interne. Le BEC bien que linéaire, est fiable avec trois LiPo ;
- les prises sont des PK OR de 4 mm, pour limiter les pertes, le câblage multibrins fait 2,5 mm² de section ;
- le moteur brushless de 136 g est doté d'un rotor interne long pour favoriser le couple, son Kv est trop élevé il serait préférable d'avoir un Kv de 4200-4300. Le rendement en

Un jet électrique pour être performant doit respecter quelques règles de base...



utilisation de 89% est très bon, le diamètre de l'arbre et du carter sont compatibles avec la turbine ;

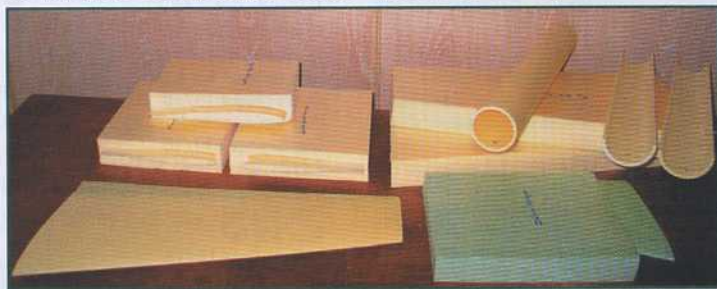
- la turbine de 70 mm retenue, associe vitesse de veine d'air élevée, rendement au-dessus de la moyenne et tarif raisonnable ;
- les accus sont des Polyquest XP 20-30C de 2500 mAh choisis pour leur excellent compromis masse/performance, leur durée de vie est supérieure à la moyenne.

La construction

La cellule proposée est peu onéreuse, elle reprend l'esprit du Copilot EP Eco 30 proposé dans le MRA 803. Compter 80 à 150 heures de travail et un budget de 30 à 50 euros pour fabriquer cet Ouragan au 1/12 si on se tient juste aux matériaux entrant

dans sa construction. Une plaque de Styro 30 kg/m³ en 50 mm de 0,60 x 1,20 m ne coûte que quelques euros ; le tissu de 49 ou 80 g/m² et la résine époxy, tout comme les longerons, sont économiques car employés avec parcimonie. Reste la finition peinture, aussi légère que possible, qui pourra faire un peu monter le budget si on ajoute un buste de pilote, des décorations du commerce... Chacun fera ses comptes en fonction du résultat souhaité. Sachant que le plan proposé est exact dans ses côtes, une finition maquette ou plutôt semi-maquette, est bien tentante...

La construction reprend le principe du fuselage stratifié sur une forme en mousse déjà montré dans les plans encartés du B17 et du B36 (MRA 739 et 745) ou sera réalisée



La construction débute par la découpe des éléments en polystyrène extrudé 30 kg/m³.



Les pièces à découper sont peu nombreuses.

Nomenclature

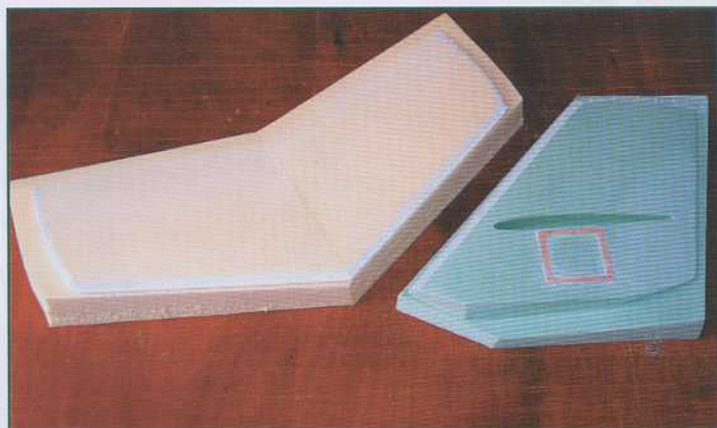
Fuselage		
F1	Section fuselage et couple ctp	Contre-plaqué 30/10
F2	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F3	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F4	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F5	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F6	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F7	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F8	Section fuselage et couple ctp	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F9	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F10	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F11	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F12	Section fuselage et couple ctp	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F13	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F14	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F15	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F16	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F17	Section fuselage	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
F18	Couple	Contre-plaqué 30/10
F19	Couple	Contre-plaqué 15/10
F20	Couple	Contre-plaqué 15/10
F21	Couple	Contre-plaqué 30/10
F22	Couple	Contre-plaqué 15/10
F23	Platine support batterie	Contre-plaqué 15/10
F24	Verrière	Plastique ou verre-époxy
F25	Fixation d'aile avec écrou M4	Contre-plaqué 15/10
F26	Fixation d'aile avec écrou M4	Contre-plaqué 15/10
F27	Turbine	Plastique injecté
F28	Conduite d'entrée d'air	Tissu de verre 80 g/m ² - époxy
F29	Tuyère	Tissu de verre 80 g/m ² - époxy
F30	Fixation cockpit	Aimant Néodym 8 mm
Stabilisateur		
S1	Stabilisateur	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
S2	Stabilisateur	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
S3	Guignol	Contre-plaqué ou époxy 15/10
S4	Guignol	Contre-plaqué ou époxy 15/10
S5	Volet de profondeur	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
S6	Volet de profondeur	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
Dérive		
D1	Dérive	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
D2	Bord d'attaque et renfort dérive	Tissu 80 g/m ²
D3	Logement servo profondeur	Contre-plaqué 15/10
D4	Commande de profondeur x 2	Corde à piano 10/10
Aile		
A1	Tronçon central	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
A2	Tronçon extérieur	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
A3	Nervure	Contre-plaqué 30/10
A4	Longeron	Plat de carbone 0,5 x 7 mm
A5	Longeron optionnel	Plat de carbone 0,5 x 3 mm
A6	Téton de fixation	Jonc carbone 4 x 60 mm
A7	Renfort téton de centrage	Contre-plaqué 40/10
A8	Renfort vis de fixation	Tube carbone 4 x 6 mm
A9	Renfort vis de fixation	Tube carbone 4 x 6 mm
A10	Logement servo d'aileron	Contre-plaqué 15/10
A11	Bidons factices démontables	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
A12	Nervure	Contre-plaqué 30/10
A13	Aileron	Polystyrène extrudé 30 kg/m ³
A14	Guignol	Contre-plaqué ou époxy 15/10
A15	Renfort local fixation d'aile	Tissu 80g/m ²
A16	Renfort	Tissu 80g/m ²
A17	Commande d'aileron	Corde à piano 10/10
A18	Ailette	Contre-plaqué 10/10
A19	Ailette	Contre-plaqué 10/10
A20	Téton de centrage	Tube carbone 4x6 mm
A21	Centrage	Contre-plaqué 15/10

en balsa suivant le principe mono-coque montré ci-après. Les voilures stratifiées (avec de la résine époxy R123 Soloplast de grande surface) sont faites comme pour le Supergee II, Wild II, Kaisen, sous vide (MRA 791, 798, 800, 801). Cependant, il est possible de maroufler les surfaces avec du papier Kraft en mettant des renforts en tissu 100 g sur les 2/3 de l'envergure. Si vous ne connaissez pas cette technique, tapez «entoilage

au papier kraf » dans un moteur de recherche, pour découvrir la méthode à suivre qui est proche de celle du papier peint (*attention toutefois aux vrillages, ndlr*).

La dérive

Elle se compose d'un noyau D1 en styro découpé au fil chaud conformément au plan. La découpe des noyaux est effectuée avec un arc sur des gabarits, une machine automa-



Le bord d'attaque de la dérive et du stabilisateur reçoivent un tissu 80 g/m² collé au scotch double face et avec de la colle «Résist à tout» sur les bords.

tique à poulies ou avec un ensemble CNC, au choix. Les profils symétriques sont des NACA 010 et 008. Suivant l'épaisseur de vos servos, le profil à la base peut être épaissi.

Le bord d'attaque D2 est en tissu 80 g/m², collé au scotch double face ; de la colle «Résist à tout» sur le pourtour maintient le tout pendant la stratification et la mise sous vide. Le logement des servos est préparé. Deux cadres D3 (de part et d'autre de la dérive) en contre-plaqué 15/10 supporteront les trappes des servos de profondeur. La dérive sera ensuite découpée avec précision (calage à 0° du stabilisateur) pour laisser le passage au stabilisateur. Un ponçage léger (grain 80) favorise l'adhérence de la résine. Masse de la dérive terminée : 19 g.

La stratification

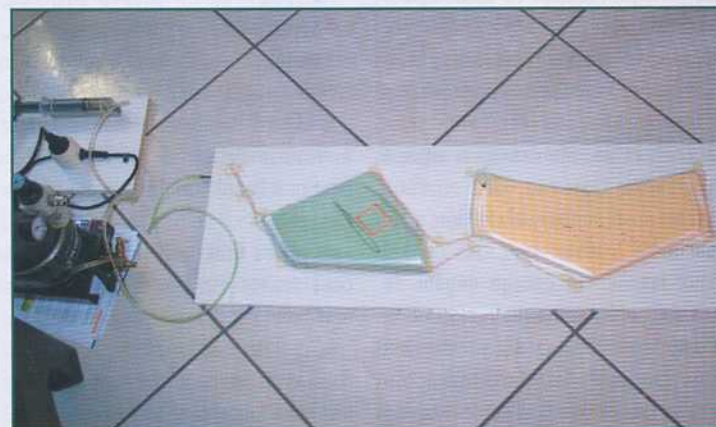
La dérive et le stabilisateur sont stratifiés de la manière suivante : le tissu de stratification est un 80 g/m². Les tissus sont immobilisés sur de la bâche polyane pour serre 150 microns avec de la colle contact en bombe (un très léger voile suffit) avant

application de la résine. La mise sous vide est effectuée pendant 24-48 h avec les dépouilles qui font office de moule. Pour la mise sous vide, une cordelette facilite le drainage. Un pot témoin situé à proximité permet de vérifier si la résine a totalement polymérisé avant d'entreprendre le démoulage. Ensuite, on démoule puis on ponce les bords.

Le stabilisateur

Il se compose de deux noyaux S1 et S2 en styro découpés au fil chaud conformément au plan puis collés à l'époxy rapide. Le profil symétrique est un NACA 008. Les surfaces sont poncées pour améliorer la surface et l'adhérence de la résine. Le bord d'attaque est en tissu de verre 80 ou 100 g/m² collé au scotch double face, avec un peu de «Résist à tout» sur les bords. Un tissu, de type arrachage ou Kevlar 60 g/m², fait office de charnière incorporée.

Après stratification et ponçage, on libère les volets avec une fraise ou une lame de scie. Le tissu de coffrage fait office de charnière compte tenu des faibles débattements néces-



Mise sous vide avec un compresseur pour aérographe, régulateur de pression présenté dans le MRA 798 (notez le drain en ficelle).

saïres. Le stabilisateur sera collé bien d'équerre sur la dérive à l'époxy pendant la mise en croix. Masse du stabilisateur : terminé, 26 g.

L'aile

L'aile reprend à la lettre la méthode décrite dans les MRA 800 et 801 consacrés au Kaisen. La découpe des noyaux A1 et A2 est effectuée au fil chaud. Attention à respecter le dièdre indiqué. Les noyaux sont ensuite collés à l'époxy rapide.

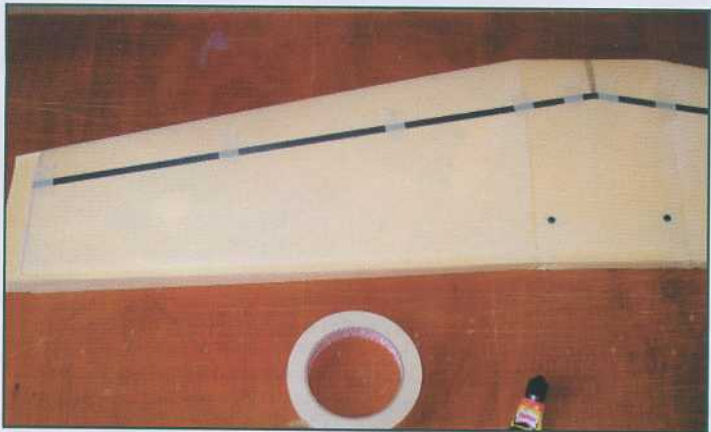
Préparer les logements de servos avec les cadres A10 qui supporteront les trappes. Ne pas faire la même erreur que moi : j'ai creusé un peu trop les logements de servos ; résultat : à

la mise sous vide, l'extrados s'est incurvée sous la dépression ! Il vaut mieux faire juste le logement de la prise Uni et creuser l'emplacement du servo après démoulage...

Disposer les tubes carbone anti-écrasement A8 et A9. Coller également le support de téton de centrage A7 au centre de l'aile. Coller les nervures A3 qui supporteront les bidons factices. La surface est poncée avec un grain 800 à 100 (une cale en mousse disponible en grande surface de bricolage est bien pratique). Le bord d'attaque est en tissu de verre 200 g/m² collé au scotch double face avec de la colle «Résist à tout» sur le bord.



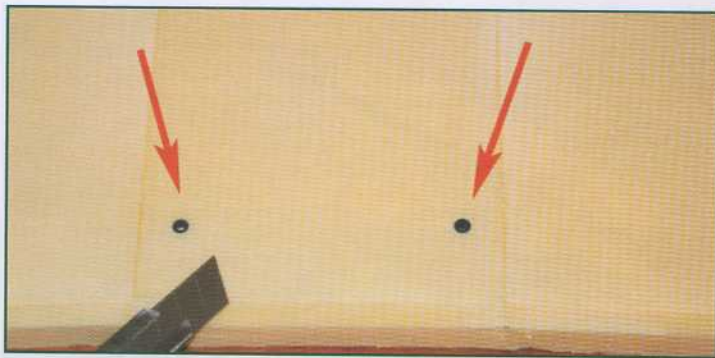
Ponçage du logement des longerons contre une planche en balsa pour ne pas marquer les noyaux.



Collage des longerons A4 avec de la «Résist à tout» polymère.



Les rallonges en place avant pose d'une baguette balsa 1,5 x 3 mm de fermeture de la saignée. Les prises sont piquées dans le styro avant stratification.



Collage du support de vis de fixation A8 et A9. A noter en haut de la photo la présence du renfort A7.

Il reste à préparer les tissus de coffrage en fibre de verre 49 g (disposé à 90°) et 80 g/m² (disposé à 45°), avec au centre le renfort A16 et encore une autre couche au niveau des fixations d'aile, avec le renfort A15. Les tissus sont immobilisés sur le film polyane avec de la colle contact en bombe (un très léger voile suffit). Eliminer avec l'aspirateur toute poussière sur les noyaux. Avant la stratification, il conviendra de protéger la prise Uni avec un scotch.

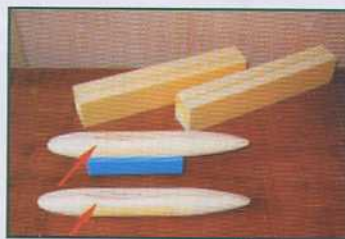
Mettre l'aile sous vide modéré pendant 24 à 48 h selon le temps de prise de la résine avec les dépouilles qui font office de moule. L'intrados et l'extrados comme pour l'empennage, sont réalisés en une seule fois. Laisser ensuite le tout, après avoir arrêté la mise sous vide, pendant une semaine sans séparer l'aile des dépouilles. Cela permet de conserver des bords de fuite bien droits. Au démoulage, on coupe les bords, on ponce finement le bord d'attaque puis on libère les volets avec une fraise ou une lame de scie. Le tissu de coffrage fait office de charnière.

L'aile est terminée, c'est presque plus long à décrire qu'à faire, tant cette tech-

nique est rapide et fiable dans le temps. Masse de l'aile sans servo : 195 g.

Les bidons

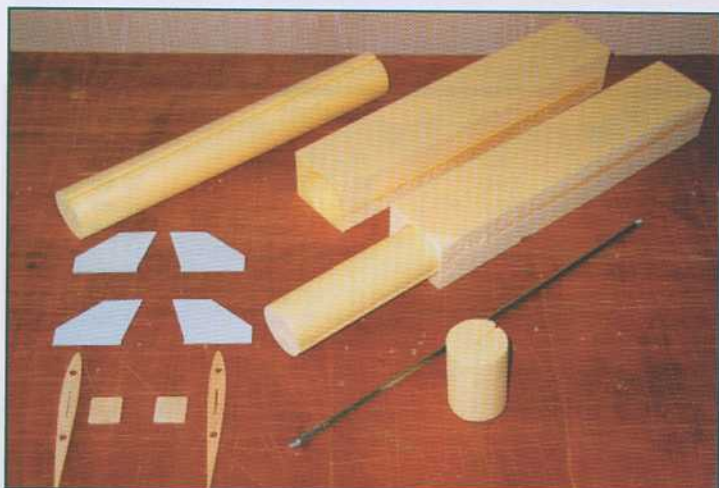
Les bidons sont en styro découpés au fil chaud puis poncés en forme et stratifiés avec un tissu 49 g/m². Du tube carbone assure le centrage, une languette en ctp ou époxy 15/10



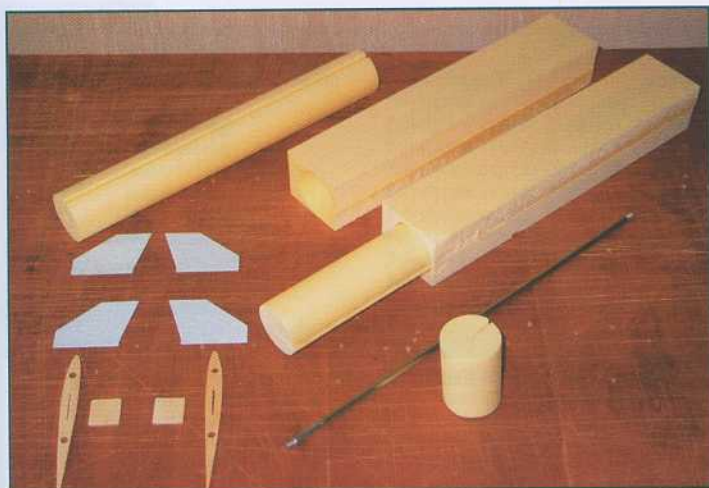
Les nervures A3 sont collées à l'époxy rapide ; attention, il y a un côté gauche et un côté droit.



Les nervures A3 sont collées à l'époxy rapide ; attention, il y a un côté gauche et un côté droit.



Découpe des bidons A11 en styro et des pièces constitutives (du balsa 20/10 viendra fermer le passage du fil chaud).



Découpe des bidons A11 en styro et des pièces constitutives (du balsa 20/10 viendra fermer le passage du fil chaud).

assurent un maintien suffisant en vol en laissant la possibilité d'une éjection en cas d'atterrissage brutal. Masse : 29 g chacun.

Le fuselage

Il pourra être construit selon deux techniques différentes. La première consiste à découper des sections circulaires en styro ; la seconde fait appel à la bonne vieille méthode du monocoque balsa.

Pour la première méthode, on commence par tracer (sur le plan, un seul couple est figuré par manque de place) et découper les tronçons compris entre les sections F1 et F17. On emploie pour cela une scie vibrante, un arc avec fil chaud glissant sur des gabarits ou encore avec une machine CNC. Les sections sont toutes circulaires.

Une plaque de styro de 50 mm d'épaisseur, permet de construire entièrement cet avion, si toutes vos découpes sont bonnes du premier coup... La paroi du futur fuselage doit faire de 8 à 10 mm d'épaisseur pour conserver une bonne rigidité.

Mais le prototype présenté ici a été construit en monocoque en balsa 30/10, une méthode présentée sous forme de «roman photos», pour plus de compréhension.

Construction monocoque

Cette méthode est utilisée depuis bien longtemps. Elle permet de réaliser des revêtements non développables, légers et solides. Contrairement à ce qui se dit, le travail n'est ni compliqué, ni long à réaliser. Pour l'Ouragan, j'ai choisi la méthode du «tournebroche» qui offre l'avantage de travailler plus aisément et d'obtenir un fuselage bien dans l'axe. Les couples sont en Depron, la peau étant constituée de baguettes de 7 mm découpées dans du balsa plume de 30/10. Pour obtenir des découpes rapides, j'ai utilisé le coupe-baguettes présenté dans le MRA 747. Le tube de tournebroche est en acier de 20x20 mm sur lequel sera repérée la position de chaque couple.

Par manque de place sur le plan, tous les couples ne sont pas dessinés. Le tableau ci-joint vous donnera toutes

FUSELAGE MONOCOQUE Balsa 30/10

COUPLES	SECTION BRUTE	DIAM. COUPLE
F1	65 MM	59 MM
F2	70 MM	64 MM
F3	92 MM	86 MM
F4	105 MM	99 MM
F5	115 MM	109 MM
F6	123 MM	117 MM
F7	129 MM	123 MM
F8	132 MM	126 MM
F9	133 MM	127 MM
F10	132 MM	126 MM
F11	130 MM	124 MM
F12	127 MM	121 MM
F13	122 MM	116 MM
F14	111 MM	105 MM
F15	97 MM	91 MM
F16	79 MM	73 MM
F17	60 MM	54 MM



Noyaux en styro et film polyane servent à réaliser les conduites d'air F30 et 31.



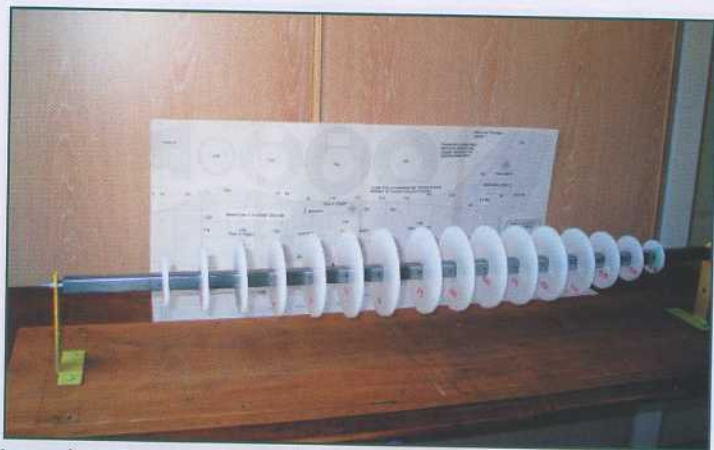
Une bande magnétique de cassette VHS sert de moule extérieur et élimine le surplus de résine.

les cotes nécessaires à leur tracé. On découpe les couples F18 à F22 en ctp (déduire 6 mm en diamètre dans le cas de la réalisation monocoque).



Préparation des couples en Depron de 6 mm.

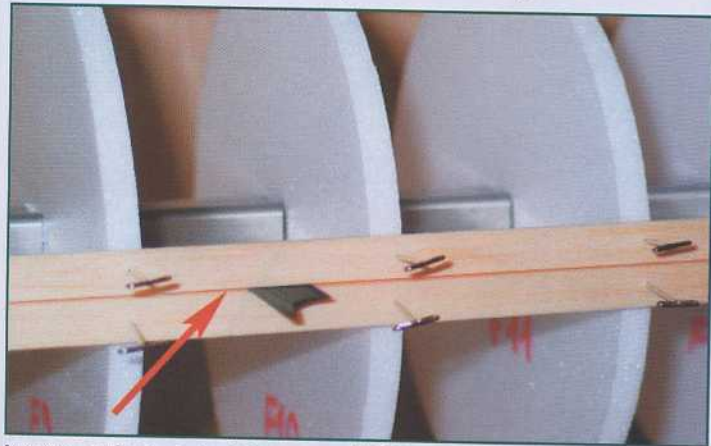
TRONÇON	SECTIONS	DIAMÈTRES	BLOC STYRO
1	F2F3	70 - 92 mm	50 mm
2	F3F4	92 - 105 mm	50 mm
3	F4F5	105 - 115 mm	50 mm
4	F5F6	115 - 123 mm	50 mm
5	F6F7	123 - 129 mm	50 mm
6	F7F8	129 - 132 mm	50 mm
7	F8F8	132 - 132 mm	10 mm
8	F8F9	132 - 133 mm	50 mm
9	F9F10	133 - 132 mm	50 mm
10	F10F11	132 - 130 mm	50 mm
11	F11F12	130 - 127 mm	50 mm
12	F12F13	127 - 122 mm	50 mm
13	F13F14	122 - 111 mm	50 mm
14	F14F15	111 - 97 mm	50 mm
15	F15F16	97 - 79 mm	50 mm
16	F16F17	79 - 60 mm	50 mm



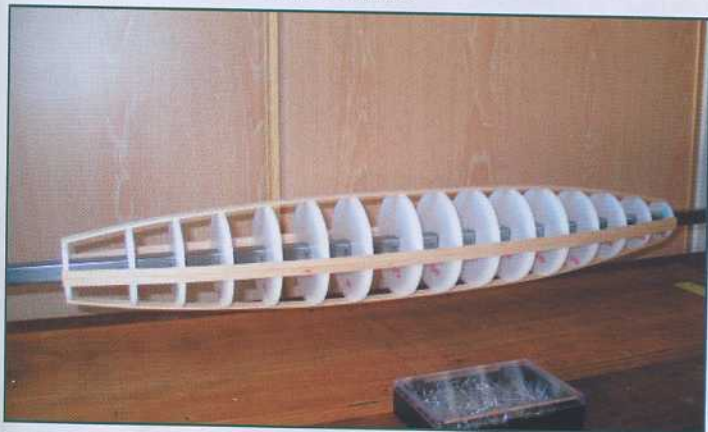
Les couplets en Depron sont ensuite positionnés sur le tube acier carré de 20x20x1000 mm ; un bon ajustage permet un montage suffisamment ferme.



Un point de colle blanche rapide et une épingle fixent les baguettes. Un filet de cynao fluide dans les zones situées entre les couplets, solidarise les baguettes.



Attention, sur le plan horizontal, un espace de 0,4 mm est préservé dans l'axe pour faciliter la séparation ultérieure des deux coquilles.



La pose symétrique des baguettes commence : largeur 7 mm au centre, se réduisant à 3 mm à chaque extrémité, elles sont centrées pour servir de référence par la suite.



Le fuselage progresse, ce travail est plus rapide qu'on ne le pense...



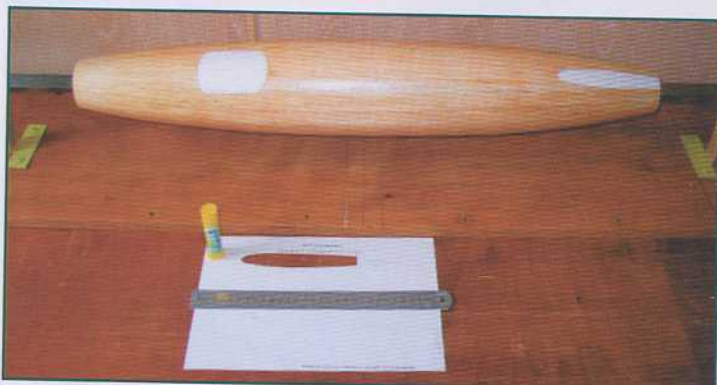
Application d'enduit pour moulures polystyrènes, type Perfax ou équivalent.



Ponçage en extérieur avec une lumière rasante pour éviter les creux ou facettes.



Stratification tissu 80 g/m², doublé sur le dessous et résine époxy appliquée dans un local ventilé.



Une photocopie des ouvertures est fixée avec de la colle d'écolier pour réaliser précisément les découpes.



Traçage puis découpe de l'assise de l'aile, tenir compte du calage positif de $+1,0^\circ$.



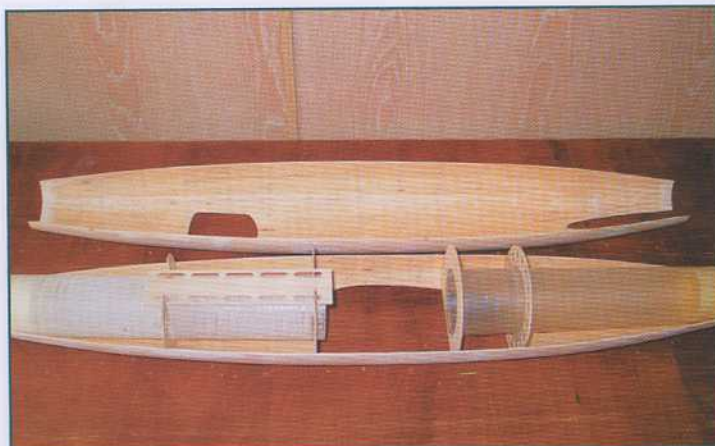
Application d'un enduit à laquer puis ponçage à l'eau grain 280 puis 400.



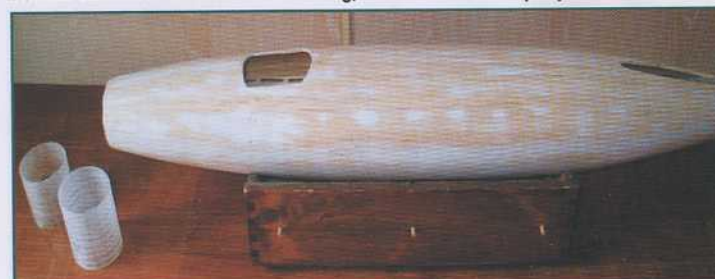
Séparation des demi-coquilles avec une fine lame de scie X-Acto suivant le passage 4/10 prévu au début du travail.



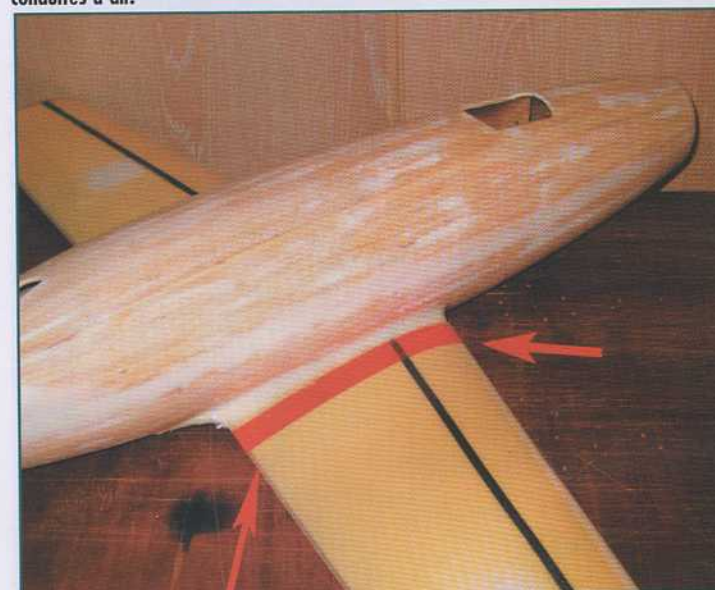
Les couples en Depron sont supprimés puis ponçage avec de la toile émeri sur une balle de tennis.



Mise en place des couples et conduites d'air à l'époxy dans les demi-coquilles préalablement stratifiées au tissu de verre 49 g/m^2 et de la résine époxy très fluide.



Après assemblage des demi-coquilles, masticage du plan de joint et coupe des conduites d'air.



Karman à base de tissu 80 g en surface et résine époxy chargée de fibre broyée et microballon. Le scotch rouge délimite et protège l'aile. Un scotch d'emballage ciré sur l'aile fait office de démoulant.



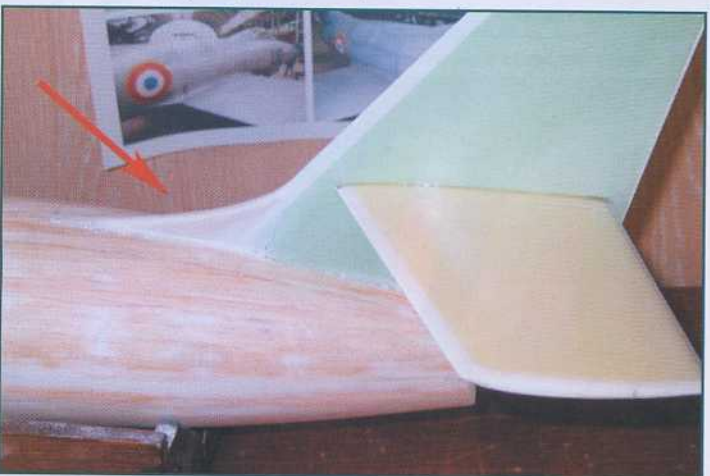
Ajustage final et collage du carénage d'aile.



Passage des fils servos dans la dérive et bloc pour le cockpit.



Mise en croix avec poids et baguettes de stabilisation, stabilo calé à $+0,2^\circ$, pendant la prise de la résine époxy chargée de fibre broyée.



L'apex de dérive, en balsa 80/10 est stratifié avec un tissu 80 g et résine époxy.



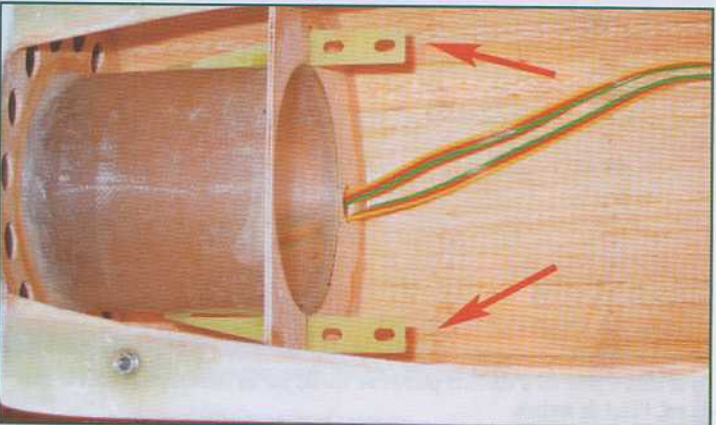
Réalisation de la forme du cockpit en Depron, puis stratification tissu 2×160 g + 1×80 g et résine époxy mais il existe tout fait chez SIG, voir carnet d'adresses.



La base du cockpit est stratifiée avec trois couches de tissu 80 g/m² sur le fuselage protégé par du film adhésif transparent de protection de cahier.



Collage à l'Araldite du cockpit sur la base stratifiée, après avoir percé deux trous de 2 mm pour centrage ultérieur avec du jonc carbone.



Fixation turbine en époxy 15/10 avec trous oblongs pour ajustage fin sur le couple.



Thermoformage de la partie non développable sur la forme en Depron protégée de la chaleur par un tissu extensible puis découpe des vitrages en PVC. En haut de la photo, on notera le cockpit détourné à la miniperceuse.



Les décorations dessinées sur PC sont imprimées sur de l'autocollant Micro Application transparent ou blanc pour les cocardes.



Un trusquin, voir MRA 778, assure une pose rigoureuse des décorations, immatriculations et marquages.



De la laine d'acier 00 d'ébéniste permet de vieillir, par de fines rayures dans le sens du vol, l'état de surface.



Un vernis acrylique d'excellente qualité disponible en grande surface, du Klir Johnson bien connu des maquetistes plastique, est appliqué à l'aérographe pour protéger la finition aluminium.

La finition

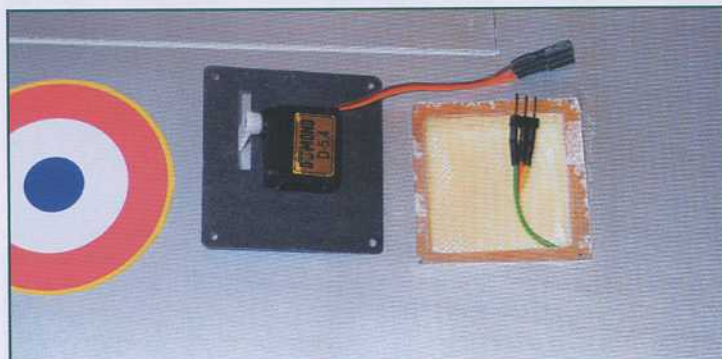
Un ponçage fin et un masticage des petits défauts sont effectués sur l'ensemble de la cellule. Masses relevées : fuselage de 384 g ; cockpit de 12,7 g ; un bidon, 29 g et aile de 209 g. On applique ensuite une couche aluminium fine de base au rouleau, au pistolet ou avec une bombe. Les derniers défauts qui apparaissent sont masticués finement. Ponçage général au 400 puis 600 à l'eau. On applique avec un pistolet basse pression, qui se révèle performant, pratique et économique, une couche fine de teinte aluminium (voir carnet d'adresses).

Il ne reste plus qu'à coller les aimants de maintien de la verrière (ou simplement un maintien par un morceau de Durit sur le premier jonc carbone 2 mm) puis à coller les vitrages à la polymère «Résist à tout»... Masse cellule nue sans équipement : 700 g.

Prenez un peu de temps pour contempler votre œuvre, l'Ouragan est un avion superbe !

L'équipement radio

Il faut tout d'abord vérifier si les servos que l'on envisage de monter, sont adaptés au modèle.



La disposition des servos d'ailerons est classique.



Mise en place d'un des deux servos de profondeur.



Profondeur et ailerons sont équipés de commandes directes en corde à piano 15/10 cousée aux extrémités, sans chape de fiabilité..

DÉSIGNATION	LARGEUR (M)	LONGUEUR (M)	VITESSE (M/S)	ANGLE (°)	COUPLE (G.CM)
AILERON (1/2)	0,04	0,18	50	25	450
PROFONDEUR (2/2)	0,04	0,17	50	25	425

Calcul du couple de service nécessaire pour actionner les gouvernes :
Couple pour actionner une gouverne
= largeur x longueur x $V^2 \times k_a$

Unités : dimensions en m, vitesse maximum en m/s (hypothèse maximale 50 m/s soit 180 km/h), angle en degrés, couple obtenu en g.cm. La vitesse est élevée au carré (puissance 2).

Les servos du commerce affichent des valeurs catalogue optimistes ; en augmentant de 30% les valeurs calculées (couple x 1,30), on obtient donc un couple minimum de 585 g.cm. Cette valeur modeste s'explique par la faible surface des gouvernes et de l'angle modéré de braquage. Le critère prépondérant sera donc la robustesse des pignons, notamment pour les ailerons, qui seront en contact avec le sol à l'atterrissage. Chacun optera pour la marque de

son choix (dans mon cas, un 5,4 g de Cortez/Dymond dont le couple donné est de 1,1 kg/cm).

J'ai disposé deux servos à la profondeur pour faciliter le montage et augmenter la sécurité du vol ; de la sorte, même si un servo d'aileron et un autre de profondeur tombent en panne en plein vol, on a l'assurance de pouvoir ramener intact l'Ouragan. Le tarif en baisse constante des servos ne risque pas de trop alourdir la facture, alors autant privilégier la sécurité des vols. Le récepteur sera léger mais à portée normale. J'ai choisi il y a deux ans un ensemble 2,4 GHz et depuis, les tops radios ou brouillages sont un mauvais souvenir ; chacun fera là aussi en fonction de ses habitudes. La RC est disposée conformément au plan, servos vissés et récepteur immobilisé par du Velcro. L'antenne devra pendre dans le vent si vous optez pour une peinture

métallisée ; autrement, l'effet cage de Faraday supprimerait toute portée...

La propulsion

Ce poste est simplifié au maximum ! Si vous possédez un Twister Multiplex, vous démontez le tout pour le remonter dans l'Ouragan s'il pèse 1000-1100 g. Autrement, il faudra acquérir une

turbine Flash RC 6904 ou Velocity, un contrôleur brushless sensorless 70 A minimum avec un BEC à découpage fiable 2 à 3 A (type Hobby Wing voir MRA 795).

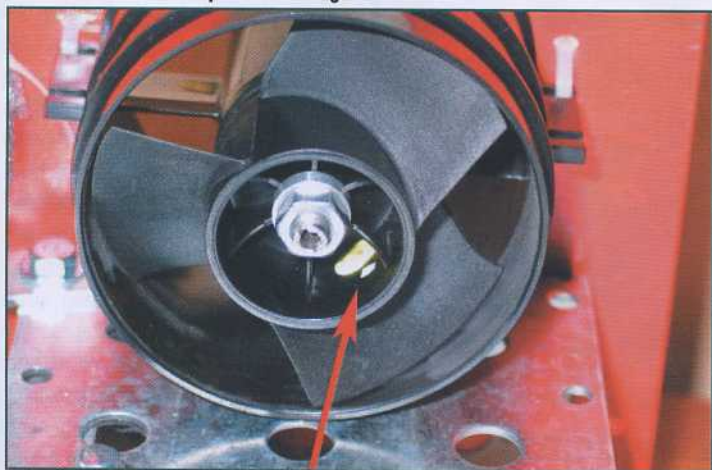
La batterie sera celle type Twister, 11,1 V à partir de 2200 mAh de capacité minimum mais de préférence 2500 mAh supportant 40-45 A en continu sans chauffer exagérément (une vraie 20-30 C donc). Mon Ouragan emploie la turbine Velocity avec un anneau Haoyemodell, un



La batterie est directement accessible par le cockpit. Notez que le pack est daté et mesuré en terme de résistance interne, ce qui permet de suivre son vieillissement.



Installation de la turbine Velocity et du contrôleur, les fils radios sont maintenus par des bandes Velcro sur la paroi du fuselage.



Équilibrage dynamique de la turbine Velocity avec de la pâte adhésive.

MRA à lire

Plan encarté B17 : MRA 739
Plan encarté B36 Convair : MRA 745
Plan encarté planeur tout plastique Wild II : MRA 798
Plan encarté motoplaneur tout plastique Kaisen : MRA 800 et 801
Découpe machine à poulie au fil chaud : MRA 754
Trusquin : MRA 778
Découpe CNC au fil chaud : MRA 790
Dossier planeur tout plastique Supergee II : MRA 791
Régulation du vide : MRA 798
Contrôleur Hobby Wing : MRA 795

Carnet d'adresses

Multiplex : Multiplex-rc.de
Flash-RC : web Flash-RC.com tél 04 74 00 59 25 Fax 04 74 00 64 14 e-mail : info@flash-rc.com
SIG Mfg : cockpit plastique transparent référence SIGWC809 <http://www.sigmf.com>
Peintures employées : www.pcd-chimie.fr, Targol Oxyt teinte aluminium et acrylique www.oxyt.fr pour les décorations, trouvées chez Bricomarché
Vernis : à parquet Klir de chez Johnson disponible dans le rayon entretien des grandes surfaces

Caractéristiques Marcel Dassault MD- 450 Ouragan

Echelle : 1/12
Propulsion : électrique Lipo 11,1 V 20-30C 2500 à 3200 mAh
Envergure : 1138 mm
Longueur : 876 mm
Hauteur : 280 mm
Surface alaire : 17,27 dm²
Corde moyenne : 177 mm
Allongement : 5,77
Surface stabilisateur : 4,2 dm²
Volume du stabilisateur : 0,47
Masse : 880 à 1200 g cellule nue 700 g, modèle présenté 1140 g (1200 g avec les bidons)
Charge alaire : 51 à 69 g/dm² (PSS ou Jet EDF)
Profil : SB96V, 9,35% d'épaisseur relative, cambrure 1,25%
Vé longitudinal : 0,8° à l'emplanture, 0,3° aux saumons (village négatif)
FSA : 29,35 cm²
Entrée air : 35,26 cm² soit 120% / FSA
Sortie : 28,27 cm² soit 96% / FSA
Domaine de vol : vent nul à force 5
Vitesse de vol maxi en palier : 111 km/h
Vitesse de décrochage : 38 km/h
Temps moyen de montage : 80 à 150 heures
Motorisation : 350 à 700 W
Budget cellule seule : 30 à 50 euros
Autonomie avec un accu Lipoly 11,1 V 2500 mAh : 6 à 8 minutes avec gestion des gaz



Entrée d'air suffisante et ventilation sont obtenues en déposant le vitrage avant. Une Durit sur le jonc carbone maintient le cockpit en place mais des aimants sont aussi proposés sur le plan.

moteur Keda KB28-47 8 spires (un moteur avec un Kv 4300 comme le Keda KB28-47 9S serait idéal en 3S), un pack 11,1 V Polyquest XP 2500 mAh 20-30C et un Jeti 70 A comme contrôleur (mais il est un peu juste avec ce moteur, un 80 A est nécessaire). Les performances sont indiquées dans le dossier turbine, rubrique essais. Consommation au sol 62 A (avec une pince ampèremétrique, sans l'Ultimeter qui occasionne des pertes par effet Joule).

Les prises seront des PK 4 mm ou Dean à contacts plats, car le courant en continu est assez élevé, autant ne pas engendrer de pertes par effet Joule avec des prises sous-dimensionnées. La propulsion est vissée au couple F21 sur du caoutchouc de chambre à air pour filtrer les vibrations à haute fréquence ; le contrôleur et la batterie sont maintenus avec du Velcro.

Les réglages

L'Ouragan n'est pas un modèle complexe, les réglages seront donc rapides. Le contrôleur est réglé en mode sans frein et le timing adapté aux moteurs brushless à rotor interne en mode soft (0 - 5° à 7°, première valeur si plusieurs sont disponibles). La profondeur comporte deux servos, il faut employer un couplage avec un mixeur libre sur l'émetteur. Un mixeur pour empennage en Vé est utilisé ; j'ai essayé de faire agir la profondeur (+/-4 mm en roulis et non pas comme un empennage en Vé) comme les ailerons en vol pour voir l'effet produit (manche à gauche, le volet gauche se lève ; le volet droit se baisse). Le taux de roulis est augmenté. Pour les

ailerons, un peu de différentiel est nécessaire en l'absence de dérive. Le centrage est obtenu à 96 mm en plaçant de manière idoine la batterie de propulsion sur la platine F23. La portée sera contrôlée moteur coupé et en marche en présentant le modèle au sol sous différents angles par un aide. Le chronomètre à l'émetteur sera réglé, en fonction de l'accu et du moteur, sur 5 à 7 minutes pour garder une marge pour atterrir en sécurité suivant votre accu.

Nota : pour ne pas trop faire souffrir la batterie en vol car le moteur KB28-47 8S est trop puissant, j'ai relevé la position du manche de gaz pour une consommation de 40 A. Dans mon cas, c'est simple, cette valeur est obtenue à mi-gaz. La pleine puissance n'est employée qu'au décollage et pendant les passages plein badin.

Le vol

Un dernier contrôle général est indispensable. Les sens de débattements, le centrage, la portée ne doivent faire l'objet d'aucune approximation. Une

fois que tout est en ordre, choisir une journée avec un vent force 3-4 pour faciliter le départ qui se fera par simple lancé main au-dessus d'une herbe haute au cas où...

Une vidéo du vol, effectuée à 1/3 des gaz au début de la séquence puis 2/3 gaz ensuite (difficile à suivre à 100% du régime moteur !), devrait être disponible sur le site web du MRA.

Le lancé

Le premier lancé ne fut pas le bon ; centrage trop arrière, bidons ôtés, départ trop cabreur, l'Ouragan a rejoint la planète brutalement et montré sa robustesse... Il faut impérativement monter les bidons dont le rôle aérodynamique est réel et centrer comme sur le plan. On prend l'Ouragan en main devant l'aile, mais sa charge alaire impose un vent soutenu. Il ne reste plus qu'à effectuer quelques



L'Ouragan avant son premier vol.

Un vent soutenu est indispensable, autrement préférer la catapulte.

pas rapides pour propulser ce petit jet dans les airs légèrement en descente face au vent. Une piste en herbe rase et une catapulte sont indispensables pour les journées sans vent ou par temps chaud (air peu porteur).

La prise d'altitude

Avec le moteur du Twister et une consommation de 32-35 A, on obtient une poussée voisine de 650 g. Avec les autres propulsions, la poussée est voisine de 850 g ; la pente de

montée varie donc de 25 à 45° par vent faible. En vol, avec de l'élan et un peu de vent, il faut tabler sur 30 à 60°. L'Ouragan ne se traîne pas, il est réaliste à souhait. L'objectif de satisfaire des performances dignes d'un vrai jet est totalement atteint dans ce domaine.

Le comportement à basse vitesse

En réduisant le régime de la turbine, sur un filet de gaz, je tire doucement le manche de profondeur face au vent et l'Ouragan décroche doucement à plat ; le vrillage négatif aux saumons est bénéfique. A basse vitesse comme en planeur, il n'y a pas d'hélice pour souffler les gouvernes, en tenir compte et toujours garder un peu de badin pour garder un bon contrôle du modèle. L'Ouragan est très sain et décroche à 38 km/h, ce qui est peu pour un tel modèle.

La voltige

Un avion à réaction des années 50 ne passe pas les figures d'un jet moderne équipé de commandes électriques contrôlées par un ordinateur. Cependant, la voltige classique est toujours agréable à passer avec un avion RC. L'Ouragan RC ne démerite pas puisque les tonneaux, barriqués, lents ou à 4 facettes, le vol dos, la boucle positive ou inversée, les figures combinées de type Immelman ou retournement sont faciles à exécuter avec de belles trajectoires tendues. Ici, la masse en ordre de vol est le maître mot : plus l'Ouragan sera construit léger, plus le rapport poids/puissance aidera dans l'exécution des figures ascendantes ou enchaînées. En roulis, l'Ouragan tourne un tonneau en moins de deux secondes avec les débattements conseillés. Comme toujours avec un jet à turbine, il faut piloter en finesse pour conserver au mieux l'énergie cinétique, sans trop le freiner par des ordres brutaux.

Les évolutions réalistes

Les meetings aériens permettent de visualiser les trajectoires des jets du siècle passé, toutes en douceur et finesse. Pour piloter votre Ouragan, il suffira de s'en inspirer. A l'époque, le MD-450 était équipé d'un réacteur Hispano Suiza offrant une poussée de 2270 kg pour une masse maximale de 7900 kg. Inutile de vous dire qu'il

ne pouvait pas décoller rapidement en enchaînant ensuite une montée à 90° ! Donc, si vous souhaitez présenter cet avion en meeting, privilégiez un vol plus proche de celui d'un planeur rapide avec des virages à grand rayon, des boucles ou des tonneaux moyennement rapides. Ce modèle présente aux manches (aux débattements indiqués) l'inertie d'un avion de 1,80-2,0 m, la pureté des trajectoires rend son pilotage vraiment agréable.

L'atterrissage

L'accu 3S 2500 mAh commence à faiblir, inutile de trop le faire souffrir. Après 6 à 8 minutes, il faut faire un circuit d'approche assez plat car la finesse est très élevée. Face au vent en phase finale, on réduit les gaz pour venir arrondir à 1 m d'altitude. La vitesse minimale étant raisonnable, la prise de contact en l'absence de train se fera sans brutalité excessive. Le bon comportement à basse vitesse du profil SB96V est un précieux allié pour rejoindre la planète sans appréhension particulière. Pour ne pas faire souffrir l'état de surface de l'intrados, une herbe grasse sera à privilégier.

Les performances

Les mesures de taux de chute et de vitesse sont effectuées avec l'altimètre How High et le capteur de vitesse How Fast (MRA798 et 802). Avec ces équipements embarqués, une capture des performances en vol est obtenue de retour au sol en

le Twister MPX est un peu «juste» en terme de vitesse pure pour vraiment se faire plaisir (il est conçu pour l'apprentissage sur avions RC à turbines). Avec l'Ouragan, la vitesse pure fait un bond en avant notable (+40%), c'était le but ! Le sifflement de la turbine progresse aussi : si le Twister avec un accu Lipo 3S est proche d'un «sèche-cheveux», l'Ouragan avec un moteur Hobby City à mi-régime se rapproche plus des jets à réacteur avec un chuintement envoûtant. Le montage sur Silentbloc est payant. Les résonances désagréables sont un peu filtrées, les plus audibles sont celles du moteur qui tourne à près de 45.000 t/min en piqué pour le plus grand plaisir du pilote et des spectateurs ! Mais c'est à mi-gaz que l'Ouragan est le plus réaliste ; vitesse à l'échelle et sonorité envoûtante de la turbine récompensent les heures passées à l'atelier.

Les développements

Lorsque j'avais proposé un B36 en plan encarté (MRA 745), un lecteur a doublé l'échelle pour le faire en 3 m d'envergure ! Sans aller jusque-là, il est possible d'agrandir ce plan encarté, la turbine Velocity peut délivrer 2 kg de poussée ou en faire un gros PSS. A l'échelle 1/12, l'Ouragan reste économique. Par contre, une turbine électrique de 90 voire 110 ou 120 mm de diamètre fait bondir le budget de façon notable ; à vous de voir si le jeu en vaut la chandelle... Dans tous les cas de figures,

il faut être capable de construire léger. Au 1/12, un moteur de 130-140 g doté d'un Kv de 4300 rpm est suffisant avec un Lipo 3S (Keda 28-47 9S, Kontronik, Hacker...), l'excellent 2W20 Flash RC est parfait avec un accu 4S.

Jet à turbine ou PSS

La réalisation de l'Ouragan au 1/12 est à la portée des modélistes expérimentés sachant découper au fil chaud et stratifier. Son budget est réduit à sa plus simple expression grâce au styro acheté en grande surface de bricolage. Si le Twister ou tout jet équivalent, vous a donné le virus, l'Ouragan est un sujet de choix pour faire voler une semi-maquette. Son pilotage est accessible aux pilotes 3 axes expérimentés habitués aux vols rapides.

Un pilote de planeur RC retrouvera à ses manches la finesse à laquelle il est habitué avec des cellules type hotliner. Un pilote avion goûtera aux grandes prises de badins turbine hurlante et trajectoires tendues avec la silhouette exacte du MD-450 grandeur, renforçant ainsi le réalisme des évolutions.

Vous l'aurez compris en lisant ces lignes, cette réalisation, réalisable en PSS ou en Jet avec une turbine, m'a apporté beaucoup de plaisir. J'espère qu'il en sera de même si vous réalisez cet avion. Bons vols à toutes et à tous ! ■

PARAMÈTRES	DÉCROCHAGE	MONTÉE À 45°	DESCENTE VERTICALE	MAXIMALE PALIER
	TURBINE WM400 VELOCITY RC, ACCU POLYQUEST 3S 2500 MAH 21C, MOTEUR KEDA KB28-47 85 KV 4900			
MESURE M/S	10,80	25,19	38,90	30,77
MESURE KM/H	38,80	90,70	140,10	110,80

quelques secondes. Les appréciations approximatives du type «il va vite», «il décroche tard», «il plane bien» sans échelle de valeur, sont évitées. La descente verticale sur 100 m (en partant d'un palier à mi-gaz) donne une idée de la vitesse possible après une prise de badin modérée.

L'Ouragan est un jet, on souhaite donc avoir des trajectoires tendues et une vitesse en rapport avec celle d'un jet des années 1950 à l'échelle. Voler à 200 km/h serait excessif ; à l'inverse,



On ne se lasse pas de faire des passages bas d'un réalisme surprenant à cet échelle...