



# Conception très étudiée

Voilà maintenant treize ans que la mouture initiale de l'Hypnosys a fait ses premiers vols, dans une certaine confidentialité alors que le planeur était assez remarquable : 2,40 m, profil MH-43, incidence intégrale des ailes commandée par seulement deux servos standard. Il m'a permis de m'initier au F3F, en chatouillant sans complexe quelque Factor et autre Ellipse. En 2007, attendant ma future machine (Sniper), j'ai eu l'occasion de le ressortir pour participer à l'Open international F3F de la Madeleine. Malgré son âge et sa rusticité, cet Hypnosys s'est distingué sur deux très belles manches : il n'en fallait pas plus pour que je me décide à sortir un second opus, modernisé.

**Texte Franck AGUERRE - Photos Pascale CONSTANTIN**

**L**e cahier des charges initial a donc été dépoussiéré, mais sans dénaturer ses fondements qui sont encore plus d'actualité compte tenu du prix des matériels actuellement sur le marché : concevoir un F3F vraiment performant et polyvalent, de petite taille (envergure d'environ 2,20 m), tout en étant simple à réaliser et peu coûteux

en construction comme en équipement. A cette base – déjà ambitieuse –, j'ai ajouté un élément très important : une grande facilité de pilotage à toutes les allures. Cette caractéristique d'apparence anodine prend une signification toute particulière quand on s'intéresse à la problématique des modèles de perfo à incidence intégrale. En effet, la version 1995 de l'Hypno-

sys, en dehors de ses prestations de "balle de fusil", a aussi montré un talon d'Achille le rendant peu accessible à des pilotes non chevronnés : un freinage calamiteux, voire inexistant. Malgré beaucoup d'efforts, comme l'emploi d'aérofreins dorsaux sur le fuselage, les résultats sur ce point ont toujours plus tenu de l'autosuggestion que d'une efficacité réelle. Résultat, un planeur difficile à poser, donc à ne pas mettre entre toutes les mains.

Mais au fait me demanderez-vous, pourquoi donc un modèle à incidence intégrale ? La réponse à cette question semble assez logique : l'incidence intégrale, c'est moins de servos, c'est aérodynamiquement plus pure, c'est enfin plus simple à réaliser qu'un modèle classique (avec ailerons et gouverne de profondeur). Et puis, s'il faut tout dire, j'aime bien sortir des sentiers battus...

## Trouver l'astuce pour freiner un planeur rapide

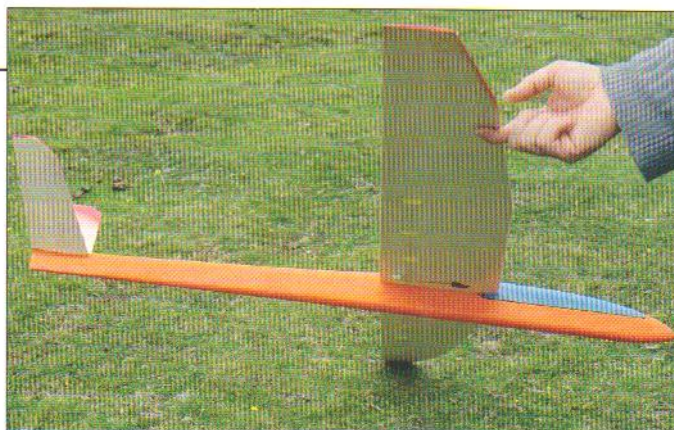
La résolution du freinage a donc été le gros challenge de l'Hypnosys 2. La solution m'est venue un peu par hasard, en faisant des recherches sur

des systèmes de volets utilisés en aviation grandeur, plus précisément les volets à fente type Fowler (du nom de l'inventeur). Le principe de ces volets est de s'écarter de la voilure lors de leur utilisation, avec deux effets : augmenter la surface portante, ainsi que réaliser un prélèvement d'air de l'intrados vers l'extrados. Ce dernier se traduit par un écoulement au travers de la fente, écoulement qui dynamise la couche limite au niveau du volet. Rien à voir avec un quelconque système de freinage... et pourtant, c'est de là qu'est venue l'inspiration. Et si sur la base de ce principe, me suis-je dit, le bord d'attaque du volet venait à dépasser de l'extrados plutôt que faire reculer le volet, tout en conservant l'écoulement de l'intrados vers extrados ? Quelques croquis de principe plus loin, suivis de modélisations et simulations numériques (voir simulation Navier-Stokes 2D en illustration ci-contre), l'idée commençait à prendre vie, avec des résultats très encourageants.

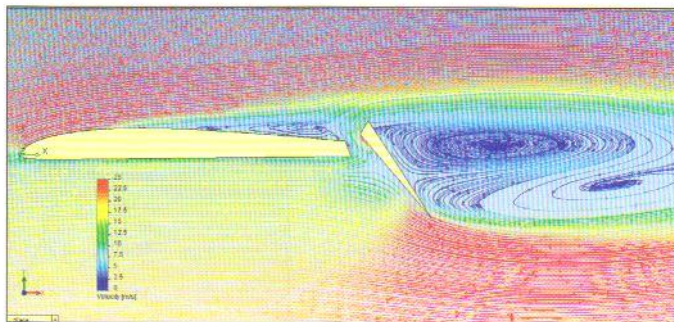
Histoire de voir si je n'avais pas réinventé l'eau tiède, j'ai fait quelques recherches sur le sujet, mais sans succès. Il existe bien des systèmes d'aérofreins de bord de fuite, mais aucun ne propose de combiner ce principe avec un prélèvement de l'intrados vers l'extrados autour de l'AF, ce qui pourtant multiplie l'efficacité du système.



Un planeur pas très "glamour" vous direz-vous ? Dans l'absolu, peut-être, puisque la ligne de l'Hypnosys 2 n'a été dictée que par les calculs et la recherche de la performance. Mais c'est aussi ce dernier aspect qui fait son charme !



Avantage d'une ligne épurée, la construction n'offre pas de difficulté particulière tout en aboutissant à un vrai planeur de course !



Voici la simulation numérique obtenue à partir de Navier-Stokes 2D, l'écoulement théorique autour du volet de bord de fuite.

## COMBIEN ÇA PÈSE ?

Pour indication, voici un petit bilan des masses obtenues :

- ailes équipées : 362 g chacune
- stabilisateur : 24 g chacun panneau
- fuselage équipé : 458 g
- clés d'ailes : 50 g en carbone, 270 g en acier

## Un profil conçu pour l'incidence intégrale

La conception de l'Hypnosys 2 ne s'est pas limitée à celle d'un système de freinage efficace. Toute son aérodynamique a été soignée, à commencer par les profils (ailes et stabilisateur). Ces derniers sont directement dérivés de ceux du Sniper, avec une adaptation aux contraintes liées au pilotage par incidence intégrale, ainsi qu'aux contraintes de réalisation. Cela a conduit à des profils un peu plus épais que les FAD06/07 du Sniper, mais aussi plus polyvalents concernant le profil d'ailes. En effet, même en ayant en tête l'utilisation des volets de freinage pour la gratte, je préférerais ne pas trop y compter. Cela m'a donc conduit à créer un profil plus polyvalent qu'un profil destiné à des volets, ayant une portance maxi naturellement élevée, ainsi qu'une traînée réduite sur une large plage de portance. En ajoutant à ces contraintes de base un faible  $Cm_0$  et une variation de  $Cm$  limitée, la création de ce profil est devenue celle d'un mouton à cinq pattes.

Le résultat fut la création du FAD15. Ce qui est étonnant dans ce profil de perfo, c'est qu'il a une allure particulièrement banale et passe-partout, mais

en fait il cache bien son jeu ! Il suffit de regarder ses polaires (voir page suivante) pour se faire une idée sur la question : comparé à un MH43 ou un plus moderne HN1038, on constate un gain substantiel en  $Cz$  max, alors que la traînée mini est sensiblement meilleure à faible  $Cz$  en-dessous de 500.000 Re. Toujours dans le registre positif, ce profil accepte très bien de fonctionner à faible Re (60.000), ce qui le rend intéressant pour des machines de perfo nettement plus petites que l'Hypnosys 2. Seuls les  $Cz$  négatifs (donc le vol dos) sont un peu moins bons, mais cela n'impacte pas les performances pures en F3F. Les polaires à 200.000 Re sont mises en évidence, car très parlantes pour la comparaison des profils, particulièrement au niveau de la régularité de la polaire  $Cx/Cz$ , qui montre une plage d'utilisation très importante ainsi qu'une transition particulièrement douce vers le décrochage. Bref, de la perfo et un comportement facile en prévision !

A noter que ce profil a également volé sur d'autres machines, en l'occurrence plusieurs productions MG-Prod (une bande de furieux à connaître...), et à chaque fois ses performances se sont montrées surprenantes. De même, une déclinaison plus pacifique (FAD12) est à l'œuvre avec beaucoup de bonheur sur les modèles polyvalents de CCM

Il ne restait plus qu'à optimiser cela, en y ajoutant une contrainte supplémentaire : limiter les variations de couple. Et ce pour deux raisons : d'une part simplifier le pilotage et le réglage de la machine, d'autre part limiter les efforts sur les servos commandant l'incidence. Après quelques ajustements, les résultats numériques sont devenus satisfaisants. En voici une synthèse :

- traînée mini de l'aile : multipliée par 5,9 à 20 m/s.
- $Cm_0$  moyen du profil : passe de -0,031 à -0,047.
- finesse maxi du modèle complet : passe de 21,3 en lisse à 7,4 avec volets déployés.
- taux de chute mini du modèle complet : passe de 0,5 m/s à 1,4 m/s.

En résumé, l'objectif est atteint, du moins par le calcul : la sortie de ces volets transforme brutalement une Formule 1 en un fer à repasser. Il ne restait plus qu'à vérifier tout cela dans la vraie vie ! Tous ces calculs montrant une telle efficacité de ce système de freinage, une seconde idée est venue se greffer au cahier des charges : pourquoi, afin d'en tirer le meilleur parti, ne pas utiliser ces volets pour réaliser une dérive virtuelle ? L'idée consisterait à ne déployer qu'un seul volet, de manière à générer un couple en lacet. De même, un faible braquage permettrait-il d'obtenir des volets de gratte ?

## BRIEFING

### Hypnosys 2

#### CARACTÉRISTIQUES

ENVERGURE	2242 mm
LONGUEUR	1105 mm
CORDES	220/175/125/70 mm
PROFIL	FAD15
SURFACE	35,2 dm <sup>2</sup>
MASSE	1280 à 1500 g selon clé
CH. ALAIRE	36,4 à 42,6 g/dm <sup>2</sup>

#### EQUIPEMENTS

SERVOS	2 standard, 2 micros
ACCU RX	4 NiMH 1500 mA.h

#### REGLAGES

CENTRAGE	à 95 mm du B.A.
DEBATTEMENTS*	voir texte

que sont l'Estere I2 et le JP 15-36.

Les profils, c'est bien, mais cela ne sert à rien sans une vision globale de la machine. Pour cela, j'ai particulièrement utilisé le logiciel PredimRc, à plusieurs niveaux :

- optimisation de l'allongement, réalisée pour un  $Cz$  moyen de vol de 0,3, ce qui représente à mon sens la valeur la plus représentative d'une manche de F3F. Cela donne un allongement de 13,7 plutôt facile à obtenir sur une machine de 2,20 m. A noter, à  $Cz > 0,6$  (virage, gratte), les gains spectaculaires réalisés en finesse par rapport au MH43, et la non moins spectaculaire mauvaise finesse avec les volets déployés.

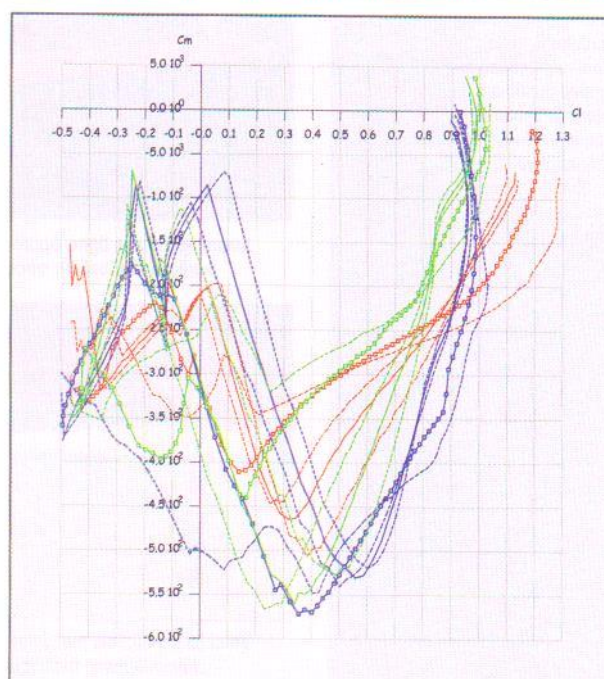
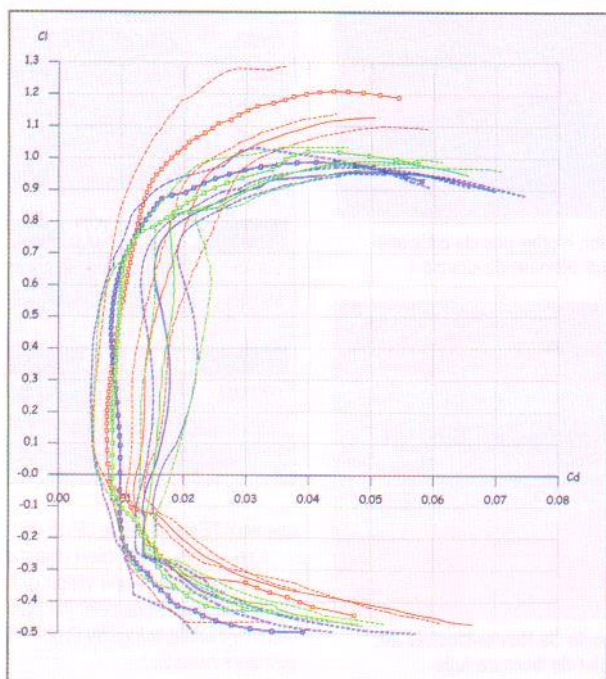
- optimisation de la géométrie de la voilure (idem pour le stabilisateur), très facile à réaliser avec PredimRc qui affiche instantanément les résultats lors de la saisie des dimensions.

- optimisation des bras de levier, volume de stab, calages et centrage, etc...

Le décor est donc planté pour l'aérodynamique pure : volets de freinage, profils, puis ensuite géométrie d'ailes et de stab, le tout pour arriver à une machine digne d'être labellisée F3F. Il ne restait plus qu'à intégrer tout cela dans les dessins de définition du planeur, en tâchant de dégrader le moins possible les performances visées. Cette intégration commence par le dimensionnement du système d'incidence, le tout calculé avec PredimRc suivant la méthode proposée dans Modèle Mag d'octobre 2006 (n°661). Vient ensuite le positionnement du stabilisateur, avec un choix plutôt original puisque le fuselage participe également au maintien en lacet (à l'instar du racer IV 2 ou du Crobe - voir plans encartés dans n°661 et 667), ce qui donne une implantation assez haut. On passe alors aux articulations de volets, en essayant de limiter au maximum la traîne engendrée en position lisse, tout en garantissant la résistance mécanique du système (d'où des charnières externes pour



## Comparaison des polaires des profils FAD15, HN-1038 et MH 43



FAD15 F3F-60\* HN-1038 F3F © Norbert Habbe MH 43 PylonRacing  
 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0

FAD15 F3F-60\* HN-1038 F3F © Norbert Habbe MH 43 PylonRacing  
 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.06\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.10\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.20\_M0.00\_N9.0  
 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0 T1\_Re0.50\_M0.00\_N9.0

ne pas affaiblir les volets). Pour finir, le nez a été adapté en longueur pour répondre tant à des critères de stabilité longitudinale que de centrage.

## Des ailes en expansé coffré samba

La réalisation des ailes est assez classique. Découper les noyaux au fil chaud, en tenant compte des épaisseurs de coffrage, et idéalement sur machine CNC pour bien respecter le profil. Les assembler par quelques

points d'époxy rapide, puis réaliser (fil chaud ou lame de cutter neuve) les saignées pour les longerons en traversant de l'intrados à l'extrados. Ne pas évider les logements des fourreaux de clé. Poser à blanc les longerons, et vérifier que rien ne dépasse des noyaux. Les reprendre au cutter si besoin. Coller les longerons à l'époxy rapide en mettant les noyaux dans les dépouilles (intercaler un film alimentaire pour éviter tout collage intempestif) pendant la polymérisation. Ajuster la continuité du profil au niveau des longerons avec de l'époxy rapide

saturée de microballon. Bien racleur pour ne pas avoir à poncer après polymérisation.

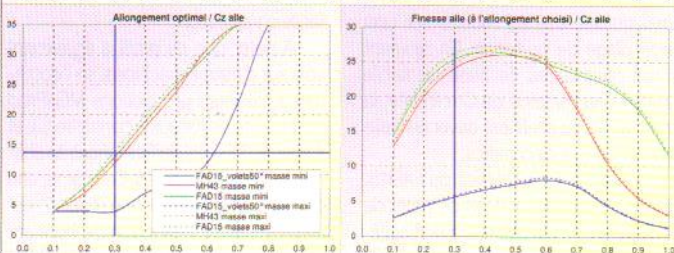
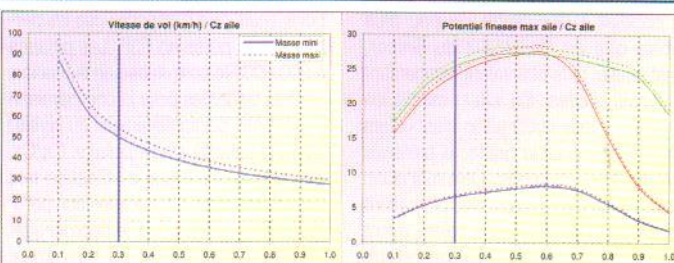
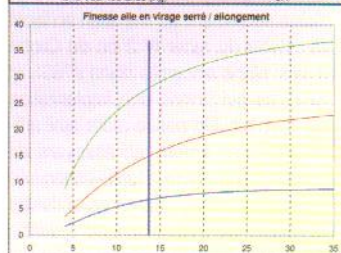
Préparer ensuite les tissus de verre (intégral en 25 g/m² et cravates en 100 g/m², pour l'intrados et l'extrados) et les coffrages en samba 6/10, en laissant un excédent de longueur par rapport aux noyaux. Stratifier les tissus sur le samba, en tirant la résine au maximum, puis mettre en place ces "peaux" sur les noyaux. Vérifier soigneusement leur positionnement, et mettre sous presse ou sous vide pendant au moins 24 heures.

Asérer les coffrages sur le pourtour, et réaliser les équerrages à la cale à poncer. Si nécessaire, ne pas hésiter à s'aider du bord d'un établi pour l'équerrage de l'emplanture. Coller les bords d'attaque et les saumons en samba, à l'époxy rapide. Attention, pour des questions de résistance mécanique, les bords d'attaque doivent être recouvrant à chaque cassure.

Evider complètement le logement des fourreaux de clé et des renforts de leviers d'incidence. Mettre en place les fourreaux (bien les étancher par un petit bout de balsa collé à la cyano au fond et un bout de scotch papier côté emplanture) et les renforts dans leurs logements, après avoir gavés ces derniers d'époxy lente chargée de microballon. Utiliser les excédents de résine chargée pour coller les nervures d'emplanture, bien bridées avec du scotch de carrossier. Une astuce pour que tout soit d'équerre au premier coup : caler les deux ailes sur le sol, comme montées sur le fuselage, clé en place, avec environ 150 mm de distance entre les emplantures. Ajuster ainsi tout les équerrages (les bords de fuite doivent être alignés) et le dièdre (nul à la ligne moyenne de l'aile). Finir les bords d'attaque à la cale à poncer, en essayant de respecter au mieux le profil (ne pas hésiter à s'aider de gabarits réalisés par impression du profil sur papier Canson).

## Optimisation de l'allongement

Données d'entrée		
Surface estimée (dm²)	35	
Masse estimée (g)	1280	1500
Charge alaire estimée (g/dm²)	36.6	42.9
Sélection de l'allongement		
Cz de vol à optimiser	0.3	
Allongement optimal correspondant	13.7	
Envergure (mm)	2190	
Corde d'emplanture (mm)	203	
Impact de l'allongement en virage serré		
Vitesse en virage (km/h)	50	
Cz aile en virage	0.8	
Angle du virage (°)	180	
Rayon de virage (m)	7.1	6.3
Distance parcourue en virage (m)	22.2	26.0
Effort sur les ailes (kg)	9.1	





## Des volets-freins particuliers

Le gros œuvre des ailes étant terminé, il reste à dégager les volets et implanter les accessoires. C'est un peu laborieux, mais facile à condition d'être méticuleux.

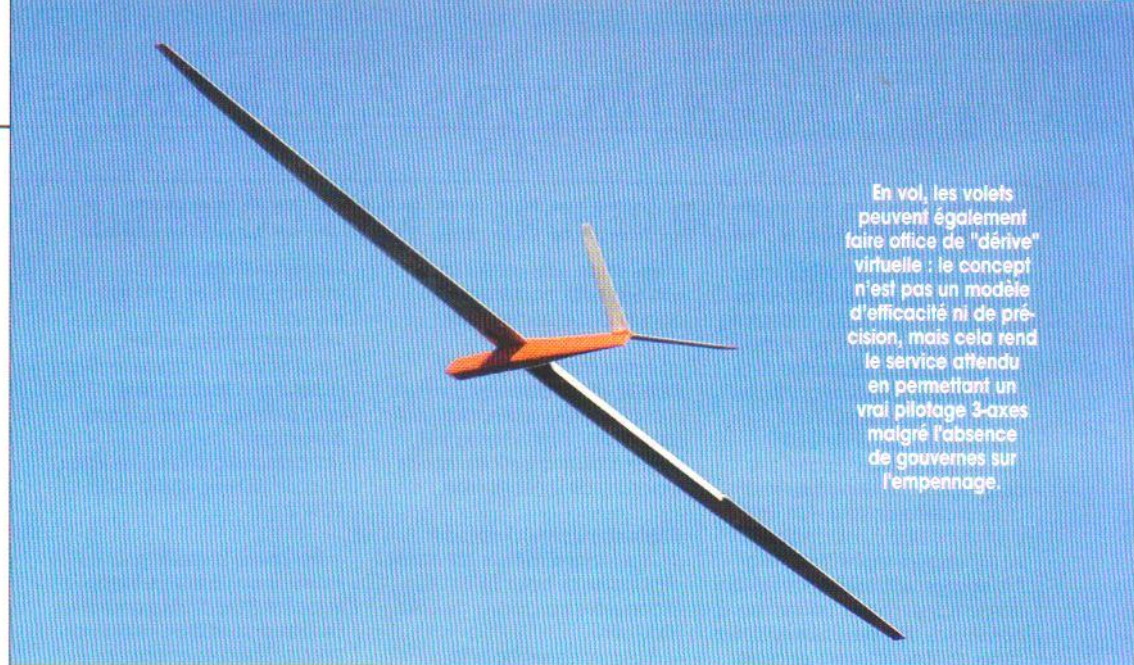
**1 •** Tracer toutes les découpes sur l'aile au crayon à papier un peu gras : logement de servos (attention, à réaliser au plus juste autour de ceux-ci), sortie de leurs fils, implantation des leviers de commande d'incidence, volets et leur système d'articulation (côté bord de fuite, déborder de 1 mm, sinon les volets coïncideront à demi-ouverture). Attention pour ces volets : le tracé n'est pas le même entre l'extrados et l'intrados, car le bord d'attaque du volet est biseauté, ce qui facilite à la fois son fonctionnement et son efficacité. De plus, si l'axe d'articulation des volets n'est pas parallèle à celui de la clé, les charnières sont par contre bien perpendiculaires à la clé (donc à l'écoulement de l'air).

**2 •** Réaliser ensuite les découpes avec un cutter équipé d'une lame neuve. Avec les volets, il faut procéder en trois étapes : intrados, extrados (en inclinant la lame du cutter), puis extrémités (à couper avec une scie à lame fine plutôt qu'au cutter). Il ne faut surtout pas chercher à couper l'extrados et l'intrados en même temps, c'est le meilleur moyen pour ne pas avoir les volets aux bonnes cotes.

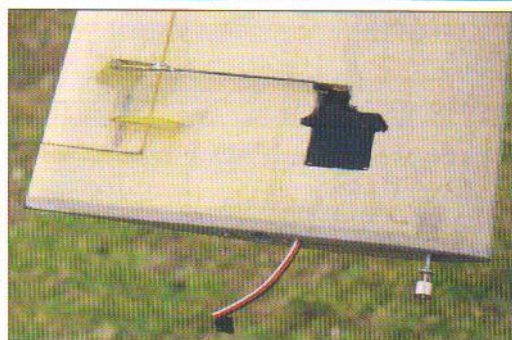
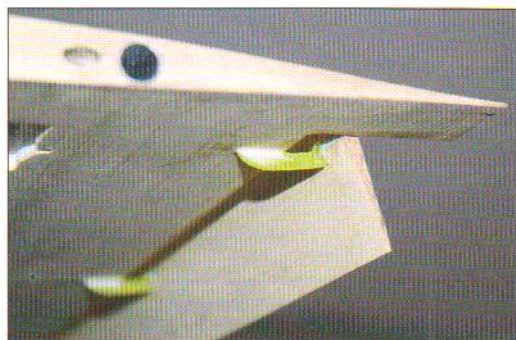
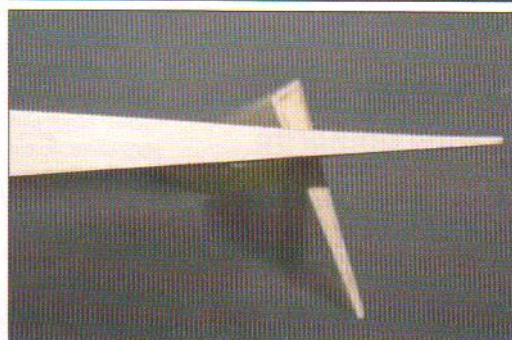
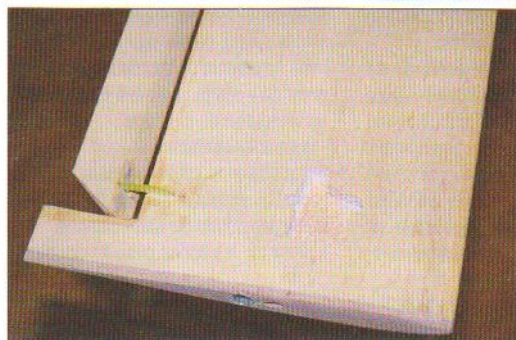
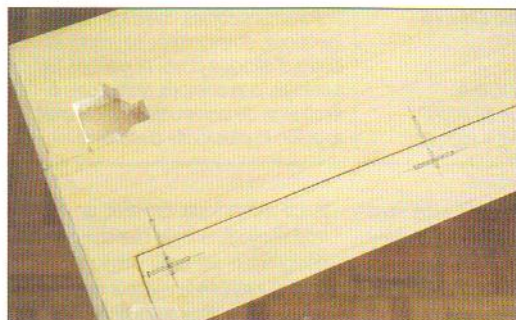
**3 •** Une fois les volets détachés, creuser le polystyrène sur le pourtour des ailes et des volets, sur environ 3 mm de profondeur, puis fermer avec du balsa 20/10 collé à l'époxy rapide. Pour que la jonction aile/volet soit parfaite, voici une astuce : procéder d'abord à la fermeture de l'aile, en tenant le balsa sans lésiner sur le scotch de carrossier. Poncer délicatement le tout pour avoir une interface propre, puis protéger toute la zone avec un scotch d'emballage. Préparer ensuite le volet, toujours avec du balsa collé à l'époxy rapide, puis le positionner et le maintenir en place fermement sur l'aile (scotch, pinces plastiques, tasseaux...) durant la polymérisation de la résine. Ainsi, les volets resteront bien droits et la jonction aile/volet sera parfaite.

**4 •** Sortir les volets pour une légère séance de ponçage afin de les finir (attention de ne pas arrondir les arêtes), découper les implantations du système d'articulation, puis les remettre en place sur les ailes, toujours avec du scotch de carrossier.

**5 •** Préparer les articulations à partir de plaque en époxy 16/10 (toutes les pièces sont identiques)



En vol, les volets peuvent également faire office de "dérive" virtuelle : le concept n'est pas un modèle d'efficacité ni de précision, mais cela rend le service attendu en permettant un vrai pilotage 3-axes malgré l'absence de gouvernes sur l'empennage.



Voici résumés en six photos le montage et la commande des volets-freins typiques de cet Hypnosys 2. Suffisamment clair et bien expliqué dans le texte pour se passer ici de tout commentaire.

et de CAP 20/20, et les présenter à blanc sur les ailes. Attention, pour bien fonctionner, les CAP doivent être parfaitement affleurantes avec le coffrage d'intrados.

**6 •** Quand tout est bien ajusté, cirer légèrement les pièces en époxy au niveau de la liaison avec les volets, puis mettre en place les CAP. Dégraisser ces CAP à l'alcool à brûler (sans toucher les pièces en époxy), puis enduire les logements d'époxy 90-minutes (éviter l'époxy trop rapide) et placer

les éléments. Côté aile, utiliser les excédents de résine pour faire des congés discrets autour des pièces en époxy. Côté volets, lisser la résine avec une spatule et éliminer tout excédent. En profiter pour mettre en place les guignols de volets.

**7 •** Après polymérisation (pour bien faire, laisser reposer une nuit), sortir le scotch, puis donner un petit coup sec pour libérer la rotation des volets. Si vous avez bien suivi les conseils qui précèdent, le débattement doit être libre

sur au moins 60°. Et la fermeture doit être parfaite, sans aucun jeu à la liaison aile/volet. Ce critère est d'ailleurs très important, car l'étanchéité des volets doit être la meilleure possible pour les performances de l'Hypnosys 2.

**8 •** Pour terminer, percer les trous de 2 mm pour y coller les tiges de commande à l'époxy 90-minutes. Ne pas oublier de réaliser au préalable la butée pour la chape à rotule, avec une rondelle simplement soudée à l'étain.

Une dernière recommandation : afin



## CONÇU POUR RENDRE LE F3F ACCESSIBLE

Comme expliqué précédemment, la vocation de l'Hypnosys 2 est de rendre le F3F accessible à toutes les bourses. Cela limite donc le choix des procédés de fabrication à des solutions simples et courantes, qui ne doivent pas rebuter le modélisme moderne devenu plus consommateur (pilote) que constructeur. Exit donc moules et autre stratification sous vide. Bref, c'est une caisse à voler maquillée en F3F dont les règles du jeu sont très simples : utilisation de matériaux économiques (balsa, contreplaqué, polystyrène, sampa... plus quelques zestes de fibre de verre), et formes faciles à réaliser. Attention toutefois : on parle ici d'une machine capable de dépasser largement les 200 km/h, donc un minimum de rigueur est indispensable, tant sur le suivi du plan et des instructions que dans le choix des matériaux

et des colles, sans oublier un soin particulier pour toutes les articulations et commandes.

• **Le plan étant relativement détaillé**, et ne s'adressant pas à un public complètement novice (sauf dans le F3F... c'est le but du jeu), l'article n'insiste que sur les aspects importants de la construction.

• **Liste du matériel à acquérir (budget total d'environ 120 euros) :**

- 5 planches de balsa 30/10.
- 5 baguettes triangulaires de balsa 10x10 mm.
- 4 planches de sampa 6/10.
- 3 baguettes de sampa 5x10 mm.
- 1 baguette de sampa 4x4 mm.
- CTP 4/10 (ou 6/10).
- CTP 30/10.
- chutes de balsa 20/10 dur.
- polystyrène blanc de 30 kg/m<sup>3</sup>.
- tissu de verre 25 g/m<sup>2</sup> + 100 g/m<sup>2</sup>.

- époxy de stratification.
- tube alu diamètre 10x11 mm (ou 12).
- tube alu diamètre 4x5 mm.
- rond de carbone diamètre 10 mm (si possible à fibres croisées).
- stub diamètre 10 mm (clé pour ballastage).
- rond de carbone diamètre 4 mm.
- plaque de verre/époxy 16/10.
- CAP 20/10.

• **Une bonne nouvelle pour les moins accros à la construction :** la société CCM d'Alès a accepté de faire un short-kit de ce planeur. Vendu 120 euros port compris, il comprend les ailes et le stabilisateur entièrement coffrés, avec les fourreaux, emplantures, saumons et bords d'attaque posés et poncés. Le fuselage, pas compris, reste donc à la charge du constructeur (mais c'est la pièce la plus facile à réaliser).

de protéger la clé d'ailes en carbone, il est impératif d'adoucir au papier de verre l'arête d'entrée des fourreaux, en réalisant un petit rayon. A défaut, le risque de fissuration de la clé, et donc de casse, est important.

## Le fuselage est d'une grande simplicité

Avant de s'attaquer au fuselage, on peut s'occuper rapidement du stabilisateur (profil FAD07-8%), qui

est coffré comme les ailes mais sans longeron et uniquement avec un tissu 25 g/m<sup>2</sup>. Les saumons, réalisés à partir de deux plaques de balsa 30/10 collées à contre-fil, sont collés à l'époxy rapide et soigneusement poncés pour suivre le profil des panneaux coffrés.

Le fuselage est construit autour de trois couples qui définissent une cellule avant à flancs plats. Sauf spécification particulière, tous les collages doivent être réalisés à la colle blanche, d'une part pour avoir le temps de contrôler la géométrie à chaque opération, et d'autre part pour des questions de résis-

tance mécanique. En effet, on l'oublie trop souvent, la colle blanche (sa vraie désignation est colle vinylique) est la colle qui assure le meilleur compromis entre masse, résistance et respect des matériaux. Par exemple, éviter à tout prix la cyano, certes rapide et pratique, mais rendant le bois cassant autour du point de collage. Voici les étapes de la construction du fuselage :

- découper les flancs.
- découper la partie verrière, puis la remettre en place sur les flancs avec quelques points de colle blanche.
- préparer les flancs avec le doublage

en CTP 4/10 et les baguettes triangulaires 10x10. Pour courber ces baguettes, quelques petits coups de scie fine sont utiles.

- assembler les flancs sur les trois couples avec leurs baguettes triangulaires de renfort, puis remplir le nez de plaques de balsa 30/10 contrecollées. Mettre en place le boîtier de clé d'ailes, mais sans le tube en alu.
- poncer le profil du nez.
- coffrer le fuselage, dessus et dessous, jusqu'au couple le plus arrière.
- humidifier les flancs juste derrière ce couple, puis pincer les flancs. Attention, il faudra ajuster les baguettes de renfort vers l'arrière du fuselage, ainsi que l'intérieur des flancs sur l'arrière, de manière à obtenir une épaisseur d'environ 4 mm.
- coffrer le reste du fuselage.
- affiner le nez, puis réaliser un ponçage général, jusqu'à voir apparaître les baguettes d'angles. Ne pas aller plus loin, mais arrondir harmonieusement les angles.

- mettre en place le tube de clé d'ailes (très important : comme pour les fourreaux, il faut adoucir les arêtes intérieures avec du papier de verre), à blanc, puis présenter les ailes. Eventuellement, ajuster le logement du tube à la lime ronde pour que l'équerrage soit parfait. Sortir le tube, le dépolir grossièrement au papier de verre, puis le coller à l'époxy 90-minutes chargée de microballon. Repositionner les ailes après les avoir protégées avec du scotch d'emballage, ajuster les équerrages, et laisser polymériser toute une nuit.

- réaliser une fente en U à l'arrière du fuselage, puis insérer les clés du stabilisateur assemblées sur leur boîtier.

- ailes en place, présenter les deux parties du stabilisateur (ne pas oublier de glisser, à blanc, les nervures en balsa côté fuselage), puis les équarrer avec l'aide d'épingles de couture. Attention à bien respecter le calage de 0,5°. Coller en place le boîtier de stab à la cyano, puis les nervures en les plaquant contre les emplantures (elles ne tiennent que par la clé et le point de contact avec le fuselage).

- remplir délicatement l'espace entre les nervures et le fuselage de petits bouts de balsa ajustés par ponçage, puis les coller en place à la cyano.

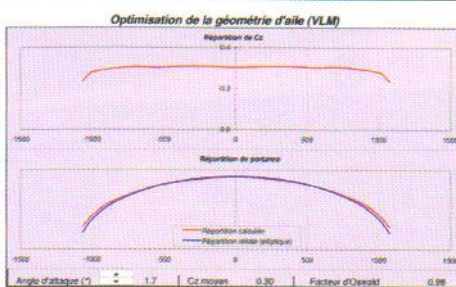
- poncer la jonction stab/fuselage ainsi créée, puis finir le tout par de beaux congés de raccordement en époxy rapide saturée de microballon (ou, à défaut, de poussière de balsa). Pour cela, étaler copieusement la pâte ainsi formée, puis la lisser avec un doigt mouillé. Après séchage, terminer la mise en forme par un léger ponçage.

- enlever le stabilisateur et y planter les tenons d'anti-rotation en carbone de 2 mm. Le présenter à nouveau sur le fuselage pour marquer les nervures de jonction, puis percer ces nervures à 2 mm.

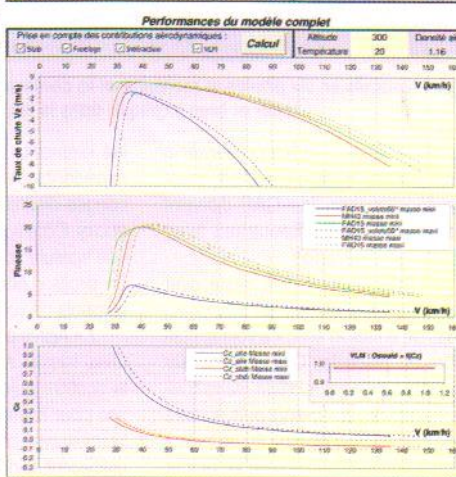
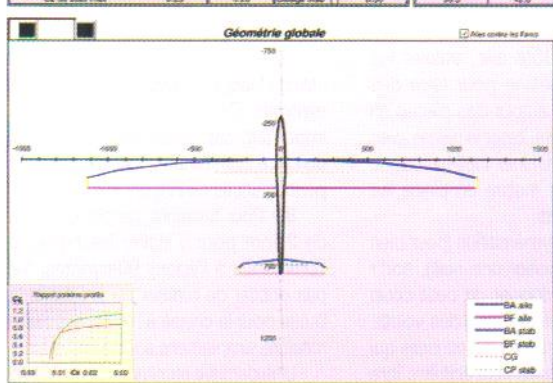
- pour terminer, réaliser les ouvertures

### Géométrie globale, réglages et performances

Aile									
(mm)	Trapeze 1	Trapeze 2	Trapeze 3	Trapeze 4	Trapeze 5				
Corde moy	200	175	125			Surface totale (dm²)	35.24		
Corde moy (mm)	175	125	75			Corde moyenne (mm)	187.6		
Longueur	550	375	180			Envergure (mm)	2000		
Platibac BA	25	75	130			Allongement	13.74		
Vitesse (°)	0	0	0			Allongement elliptique	13.20		
Déclat (°)	0	0	0			Volume aile (dm³)	14.5		
V (km/h)	Re Emplanture	Re Saumon	Re Corde Moy.	Profil	Notes				
80	311111	100000	250070			Crd. profil	-0.021		
						Angle 0 profil (°)	-1.5		
Stabilisateur									
(mm)	Trapeze 1	Trapeze 2	Trapeze 3	Trapeze 4	Trapeze 5				
Corde moy	100	75	0			Surface totale (dm²)	4.13		
Corde moy (mm)	75	40	0			Corde moyenne (mm)	83.1		
Longueur	220	36				Envergure (mm)	510		
Platibac BA	30	60				Allongement	6.31		
Levier de stab	700					Allongement elliptique	6.12		
Couverture (°)	117					Pour stab (mm)	27.2		
						Bras de levier (mm)	663		
						Volume de stab	0.40		
Longueur (mm)	1100	Longueur (mm)	50	Forme	Notes				
Largeur (mm)	300	Modèle (mm)	60	Poudre	Remarques	Surface mouillée (dm²)	13.3		
						Surface projetée (dm²)	3.9		
						Pour fuselage	20%		



Réglages									
Marge statique	2%	Cz aile pour	0.20	Masses (g)					
CG	36.1%	Vo long. (°)	0.02	1280					
Line AP1 CG	36.1%	Calage aile (°)	0.56	1000					
Cz de stab max	0.23	Calage stab (°)	0.50	26.0					





nécessaires aux systèmes de maintien et de commandes des ailes, puis séparer la verrière au cutter.

## La finition se fait au tissu de verre

Mes premières ailes étant un peu lourdes (j'ai voulu faire trop solide...), j'ai été obligé d'adopter une finition ultra légère au papier Japon et enduit nitro. Le plan proposé ici tenant compte de ce premier essai, je vous conseille une finition tout à fait différente, garantissant la solidité et la durée de vie de votre Hypnosys 2.

Pour cela, une seule recette, valable pour tout le modèle : marouflage au tissu de verre 25 g/m<sup>2</sup> et résine époxy de stratification. Mais pas n'importe comment, sinon la masse pourrait en pâtir. La bonne recette consiste à diluer la résine (après mélange avec le durcisseur, et non avant) avec 10 à 20% d'alcool à brûler, ce qui augmente la fluidité et permet de gagner de la masse après polymérisation.

Pour le fuselage, le dessous étant très sollicité à l'atterrissage, il n'est pas inutile de le protéger en doublant le tiers avant avec du tissu 100 g/m<sup>2</sup>. De même, toujours sur le fuselage, il est utile de doubler avec ce même tissu la zone des ailes, car ces dernières ont tendance à poinçonner le fuselage lors des atterrissages un peu durs.

Avant de passer à la suite, laisser la stratification reposer pendant au moins deux jours, dans un local pas trop froid (au moins 20°C). Ensuite, la finition est assez classique :

- masticage des gros défauts au mastic de carrossier.
- ponçage général léger.
- passage à l'apprêt de carrossier.
- ponçage général en profondeur, au papier de verre de plus en plus fin. A la fin, on ne doit voir l'apprêt qu'entre les mailles du tissu.
- finition à la peinture polyuréthane, en couches croisées et les plus légères possibles.

Avec un travail soigné et sans ménager l'huile de coude, la masse de cette finition ne doit pas dépasser une centaine de grammes, pour une structure de base d'environ 800 g.

## Radio : pas besoin de haut de gamme

L'équipement radio de ce planeur impose des éléments de qualité correcte, mais sans rechercher le haut de gamme, loin s'en faut :

- un récepteur classique 5-voies.
- un accu 4 éléments NiMH au format R6, capacité minimale de 1500 mA.h.
- deux servos au format standard, sur roulement, épaisseur 20 mm, couple

mini 5 kg.cm sous 4,8 V, vitesse 0,15 à 0,20 s/60°.

- deux servos au format micro, épaisseur maxi 13 mm.

Le tableau ci-joint (voir page suivante) montre un comparatif de servos économiques et suffisamment performants pour équiper un Hypnosys 2. Les versions à pignons en plastique sont tout à fait envisageables, à condition de rester raisonnable (dynamic soaring à éviter par exemple) et de ne pas taper trop fort à l'atterrissage. Les produits les plus intéressants ont été soulignés (j'ai retenu les SSV-9766MG et HXT-9320MG). Soit au total une facture servos de 72 €, ce qui est très intéressant pour une machine de course. Et comme indiqué sur le tableau, on peut faire encore moins cher.

Pour comparaison, n'importe quel F3F standard requiert quatre servos d'ailes plats et deux micro-servos, soit un total d'environ 250 euros avec du matériel d'entrée de gamme.

L'implantation des servos est assez particulière en raison des principes de gouverne propres à l'Hypnosys 2. Voici comment procéder.

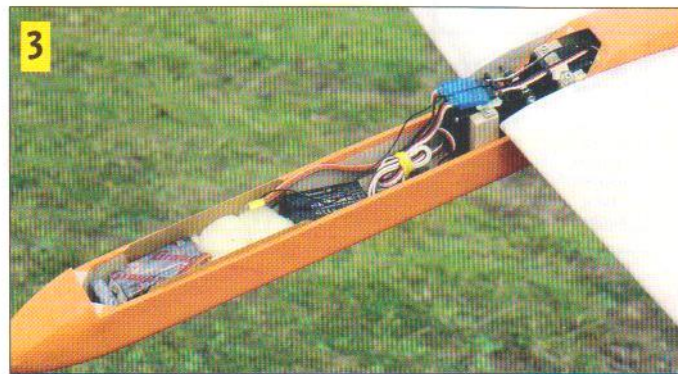
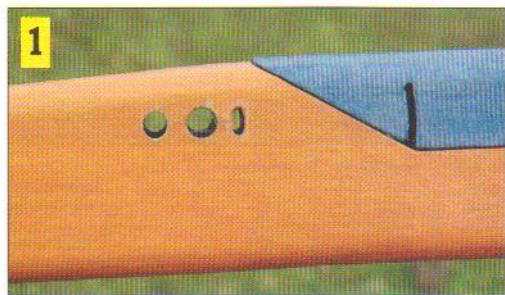
### • Servos de fuselage

Préparer deux berceaux en U, composés de deux flancs en balsa 30/10 doublés à l'intérieur de CTP 4/10, et reliés par un plancher en balsa 30/10 lui aussi doublé de CTP (ce fond est en deux parties pour laisser passer les pattes des servos). Régler le neutre des servos, installer les palonniers à 90°, puis mettre en place les servos dans les berceaux (ils doivent s'y insérer en serrant très légèrement), sans oublier les biellettes de commande (chape à boule avec CAP de 2 mm filetée en bout). Insérer le tout dans le fuselage, et au besoin ajuster les berceaux en largeur. Mettre les ailes en place, positionner les deux servos en longitudinal et en hauteur, puis repérer au crayon gras ce positionnement. Sortir les

ailes et les servos, et coller en place les berceaux à l'époxy 90-minutes. Fixer les servos, chacun avec deux vis à bois M2 et une plaquette en CTP 4/10.

### • Servos de volets

Centrer les palonniers à 90°, servos au neutre. Bien dégager jusqu'au coffrage d'extrados les logements de servos. Installer à blanc les servos dans les logements, puis ajuster si nécessaire le logement et la position du palonnier pour qu'il n'y ait pas de contact. Attention d'être bien symétrique entre les deux ailes, sachant que le palonnier sera incliné d'environ 30° vers l'arrière avec les volets au neutre. Remplir le fond du logement d'un quadrillage sommaire de silicone pour joint automobile (bleu ou gris), en évitant la zone où se trouve le palonnier. Implanter les servos, en jouant sur l'épaisseur du silicone pour les enfoncer jusqu'à les rendre bien tangents avec l'intrados (c'est le corps du servo qui ferme donc



**1** Gros plan sur les ouvertures nécessaires au fonctionnement des ailes à incidence intégrale (mélange des fonctions de roulis et de tangage, sans gouverne).

**2** A l'arrière du fuselage, dont la forme assez haute participe au maintien en lacet, se monte l'empennage papillon fixe.

**3** La réception trouve facilement sa place dans la pointe avant du fuselage à flancs plats.



Planeur destiné prioritairement à la course F3F, l'Hypnosys 2 est une machine économique conçue pour voler vite. Tout le reste est affaire de plaisir personnel.



# PLAN ENCARTE Hypnosys 2, ou la course F3F pour tous

son logement). Avec un cure-dent, éliminer tout silicone pouvant gêner le mouvement des palonniers.

Connecter à la radio, puis positionner les servos en butée "volets rentrés". Ajuster les longueurs de commandes de manière à ce que les volets soient parfaitement rentrés, mais sans que les servos ne forcent. Attention, les tiges de commande doivent être parallèles à

l'intrados (voir plan) : cela permet d'une part de limiter la traînée, d'autre part de donner un peu de souplesse mécanique en cas d'accrochage des volets à l'atterrissage. Vérifier le déploiement des volets, normalement d'au moins 60° avec les leviers indiqués sur le plan, et ce de manière bien symétrique. Au besoin, ajuster les fins de courses sur l'émetteur.

## • Réglages

On peut enfin passer aux réglages qui sont très simples, pour un planeur de course s'entend :

- centrage premier vol à 93 mm du bord d'attaque à l'emplanture, centrage optimal reculé à 95 mm.
- calage ailes au premier vol : + 0,5 à + 0,6° (soit un V<sub>e</sub> longitudinal nul).
- débattement tangage +/- 12 mm au bord de fuite.
- débattements roulis +/- 8 mm au bord de fuite.
- débattement volets pour freinage 0/+30 mm (soit environ 60°).
- débattement volets pour dérive virtuelle 0/+17 mm.

Une remarque : avec les débattements conseillés, l'usage de la profondeur ou des ailerons en butée consomme une grande partie de la course des servos. Autrement dit, on ne peut pas cumuler les débattements maxi des ailerons et de la profondeur. C'est tout à fait normal et volontaire, et complètement transparent en vol.

Une fois l'appareil terminé, on arrive

à une masse en ordre de vol de 1280 g avec la clé carbone, et de 1500 g avec la clé acier qui tient lieu de ballast. Ces masses sont particulièrement raisonnables pour une machine de ce type, et les vols confirmeront qu'elles sont parfaitement adaptées. Au point d'ailleurs qu'il n'est pas indispensable d'envisager un ballast supplémentaire en complément de la clé acier, même par grosses conditions

## Pour le loisir ou la compétition

Cet Hypnosys 2 donne me beaucoup de satisfactions, et vient compléter de belle manière mon petit bestiaire de modèles de perfo à incidence intégrale, aux côtés de l'IV2 et du Crobe. Mais cette fois-ci, non seulement il s'agit d'un planeur destiné à tout "pilote du dimanche" (dans la bonne acception du terme) quel que soit son niveau à partir du moment où il est autonome, mais aussi à la compétition

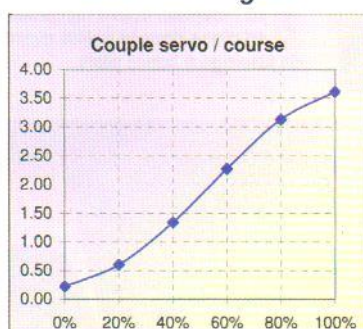


Deux servos standard montés face à face suffisent pour commander les ailes à incidence intégrale.

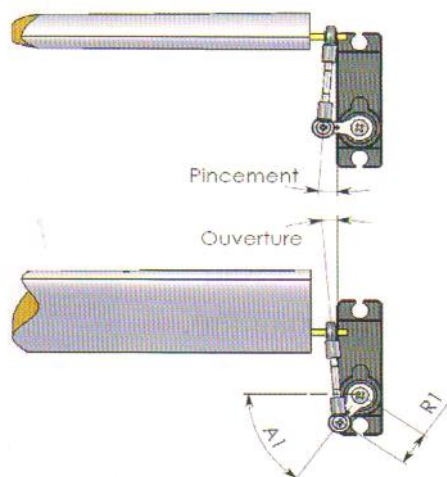
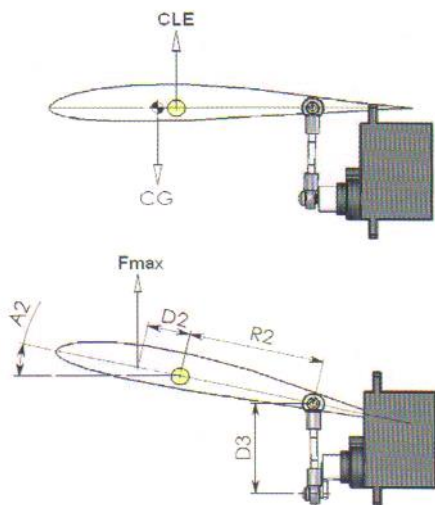
Tableau comparatif de servos économiques adaptés aux contraintes du planeur

Servos d'aile	Marque	Désignation	Masse	Pignons	Couple 4.8V	Vitesse 4.8V	Tarif moyen	Commentaires
Servos d'aile	GWS	S03TXF	46g	Plastique	5 kg.cm	0.21s / 60°	11 €	Servo éprouvé, très correct pour une config légère
	Hextronic	HX5010	39g	Plastique	5 kg.cm	0.21s / 60°	5 €	Non testé, semble correct pour une config légère
	Hextronic	HX12K	60g	Métal	11 kg.cm	0.20s / 60°	7 €	Copie carbone du MG995
	TowerPro	MG995	60g	Métal	11 kg.cm	0.20s / 60°	10 €	Très coupleux, mais un peu lent et neutre moyen
	TowerPro	MG996R	53g	Métal	10 kg.cm	0.20s / 60°	12 €	Version améliorée du MG995, avec neutre plus précis
	Scanner RC	SSV9724	42g	Plastique	8.2 kg.cm	0.14s / 60°	13 €	Idem SSV9764 mais avec pignon plastique
	Scanner RC	SSV9764MG	48g	Métal	8.2 kg.cm	0.14s / 60°	18 €	Idem SSV9755MG avec réduction légèrement plus importante
Servos de volets	Scanner RC	SSV9766MG	48g	Métal	6.3 kg.cm	0.11s / 60°	20 €	Très bon servo
	GWS	Micro STD	18g	Plastique	1.8 kg.cm	0.16s / 60°	11 €	Premier prix, volets à rentrer impérativement avant contact au sol
	GWS	Micro 2BBMG	28g	Métal	5.4 kg.cm	0.17s / 60°	19 €	Puissant, consommation élevée si les commandes forcent
	Hextronic	HXT9317	16g	Plastique	2.2 kg.cm	0.15s / 60°	13 €	Premier prix, volets à rentrer impérativement avant contact au sol
	Hextronic	HXT9320MG	20g	Métal	3.8 kg.cm	0.15s / 60°	16 €	Très bon servo
	INOLAB	HGD250HD	18g	Carbonite	3 kg.cm	0.16s / 60°	23 €	Bon servo, mais moins intéressant que le HXT/SSV
	Scanner RC	SSV9317BB	17g	Plastique	2.2 kg.cm	0.14s / 60°	13 €	Premier prix, volets à rentrer impérativement avant contact au sol
Servos de volets	Scanner RC	SSV9320MG	20g	Métal	3.8 kg.cm	0.15s / 60°	16 €	Idem HXT9320MG
	Vigor	VS3	16g	Plastique	2.2 kg.cm	0.11s / 60°	6 €	Premier prix, volets à rentrer impérativement avant contact au sol

## Incidence intégrale



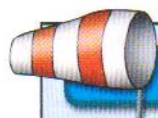
Vitesse standard (km/h)	160
Levier servo R1 (mm)	12.5
CG (rappel)	93.0
Position clé / BA	95.1
Débattement profondeur --> mm	+/- 6°
Débattement aileron --> mm	11.0
Débattement aileron --> mm	+/- 3.5°
D2 (mm)	6.4
R2 (mm)	15.6
D3 (mm)	75
Couple max (kg.cm)	37.5
	3.62





pure et dure. Certes, il reste encore une marche à franchir pour arriver au niveau de son grand frère le Sniper, mais l'Hypnosys 2 ne déparera pas aux mains d'un bon pilote, loin s'en faut. Et, par rapport à un F3F tout-plastique de milieu de tableau, il vous en coûtera au total quatre à cinq fois moins à performances équivalentes. Avec l'originalité technique et esthétique en plus. Sans parler d'un freinage exceptionnel (et très sécurisant) qui bluffera les plus blasés, et d'un domaine de vol très étendu ! ■

On a beau dire, même avec beaucoup d'expérience, le premier vol d'un nouveau planeur reste un grand moment. Si en plus il est aussi atypique que celui-ci, il n'y a pas de honte à parler d'une petite appréhension avant de lancer...



## EN VOL

## SÛR DE SA FORCE !

**P**as de chance, la météo était très moyenne, le jour J, sur la pente des premiers vols, avec une petite portance juste établie. Quelques essais avec un Crobe montrent que ça "zéroie" à peine, mais le démon de l'impatience me pousse à lancer, histoire de faire au moins un tour. Au bout de quelques secondes, après une petite prise de vitesse, énorme soulagement : l'Hypnosys 2 remonte gentiment, dans une allure superbe. Première sensation, la finesse est impressionnante malgré les conditions minimales. Les commandes répondent bien, mais le pilotage se cantonne à des ordres en douceur pour ne pas chuter. C'est au moins l'occasion de sentir le bon caractère de l'oiseau, qui accepte sans broncher d'être ralenti. Si l'on insiste vraiment trop sur la profondeur, on sent les commandes devenir paresseuses tandis que le planeur s'enfonce gentiment. Et en rendant la main, il reprend en quelques mètres sa ligne de vol, tout en douceur.

**L**e week-end suivant sera le vrai baptême du feu : cette fois, le vent souffle copieusement. Le premier vol avec la clé en carbone me permet d'affiner les réglages, débattements et centrage : ce sera en fait une heure de plaisir intense. Les prises de badin sont spectaculaires, avec des vitesses sur trajectoire qui n'ont rien à envier à certains F3F réputés. Mais jusque-là, rien de nouveau par rapport au premier Hypnosys, déjà

particulièrement rapide en ligne droite. Le grand changement se ressent dans les virages : autant la première mouture demandait de ne pas trop les serrer, surtout à basse et moyenne vitesse, autant cette seconde version est capable d'enrouler nettement plus serré en toute sérénité et en conservant parfaitement sa vitesse. Et si l'on tire trop fort, on sent juste un ralentissement, mais impossible d'arriver à un déclenché net. Voilà qui est très rassurant, surtout que les ailes et la clé montrent une rigidité très correcte.

**A**près avoir déroulé des dizaines de bases en cherchant les limites, on se sent parfaitement en confiance tellement l'Hypnosys 2 est sain et ultra

passé en douceur, sans ostentation : très peu de bruit aérodynamique, des trajectoires ultra précises, des changements de cap nets mais sans brutalité, bref du velours. En bonus, le planeur est assez communicatif, mais là aussi en douceur : chaque ressaut de portance se traduit par une accélération franche, mais sans changement d'assiette sensible. En fait, l'Hypnosys 2 vole comme un athlète accompli, sûr de sa force : sobrement, sans frime, presque l'air de rien, mais avec une efficacité redoutable.

**I**l reste à vous parler du meilleur : les aérofreins. Au début, faute d'expérience pour étalonner les réglages, ces derniers ont été basés sur les seuls calculs numériques. Cela donnait

complètement transformé, avec un taux de chute important et une vitesse dangereusement basse. Donc je rentre tout, avec le sourire aux lèvres : ça a l'air de bien fonctionner, comme les calculs le prévoyaient. Il faut même revoir la compensation à plquer, trop importante, et qui finalement sera supprimée. Rassuré, je tente alors une prise de badin suivie d'un déploiement maximum : visuellement, la perception de la décélération est dantesque, et il suffit d'une vingtaine de mètres pour complètement stopper l'Hypnosys 2 pourtant lancé à pleine vitesse, dans un bruit aérodynamique caractéristique. En fait, cela n'a rien à voir avec tout ce que l'on connaît habituellement (AF classiques, crocos, etc),

en un crash médusant. Ceci dit, ces AF sont un vrai bonheur : leur puissance est telle qu'il est impossible de les utiliser à fond plus de quelques secondes, et les doser convenablement permet de se poser facilement sur n'importe quel petit bout de terrain.

**N**ous ne devons pas les fonctions secondaires de ces AF. Pour la grappe, avec une valeur de sortie faible, j'avoue ne pas avoir pu déterminer s'il y avait un gain ou non, et j'ai finalement renoncé à cet usage. Par contre, la "dérive virtuelle" agit parfaitement, et le résultat n'a rien de virtuel. Certes, ce n'est pas un modèle d'efficacité ni de précision, mais elle rend le service attendu, c'est-à-dire aider au placement en lacet pour un vrai pilotage 3-axes.

**D**e nombreuses séances de vols ont permis d'affiner les réglages, et de tester différentes météo, du gros temps aux petites conditions. Le bilan est séduisant, car ce planeur se révèle polyvalent, gratteur et fin par faible portance, ou très vélocé dès que la dynamique augmente. La clé en acier, qui sert de ballast, a finalement très peu servi, et il n'est vraiment pas utile de prévoir du ballast supplémentaire. La voltige a également été testée. Le planeur s'en sort très bien, avec la douceur d'évolution qui lui est propre. Les figures à facettes peuvent être bien marquées, mais sans brutalité, tandis que le vol dos tient mieux qu'espéré, les boucles inversées passant même facilement.



facile. Ses réactions sont douces et précises, jamais piégeuses, on a l'impression de voler comme sur des rails avec un engin bardé de gyroscopes... Les performances sont également au rendez-vous : ça va vite, très vite même, tant en ligne droite qu'en virage. On sent que la machine en veut et sera capable de faire un chrono en course. Et, à l'instar du Sniper, tout se

une compensation à piquer plutôt faible (10%) pour le déploiement complet des volets. Premier essai : mise en palier à vitesse raisonnable, et je sors les AF progressivement... Au début, pas grand-chose, mais plus les AF sortent plus on sent que la machine ralentit, avec une sensation d'exponentiel. Jusqu'à arriver au plein sorti, mais pas longtemps, car le planeur est alors

car le freinage tient plus de l'automobile que de l'aéronautique. C'est bluffant, et le système ne bronche pas. Il y a cependant une limite mécanique à tout, et je ne suis pas allé la chercher ; il faudra donc faire preuve de raison et ne pas vouloir épater la galerie en prenant un badin monstre pour "piler" devant une assistance médusée... ce qui pourrait se transformer