



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

Le 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'auto-suggestion 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...

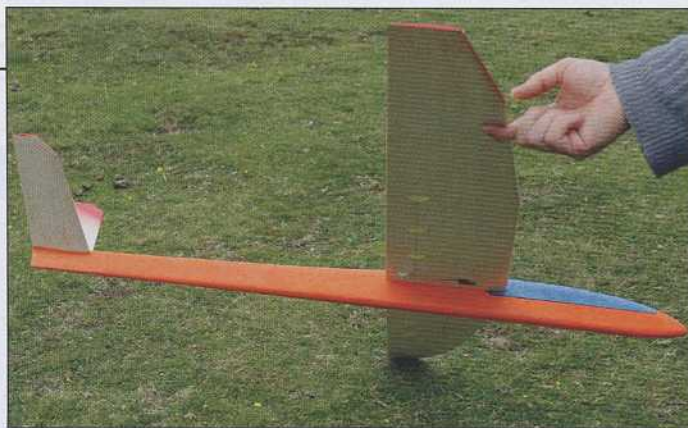
Trouver l'astuce pour freiner un planeur rapide

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

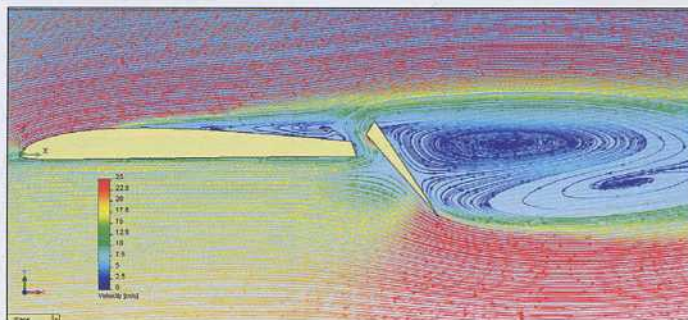
des systèmes de volets utilisés en aviation grandeur, plus précisément les volets à fente type Fowler (du nom de l'inventeur). Le principe de ces volets est de s'écarter de la voilure lors de leur utilisation, avec deux effets : augmenter la surface portante, ainsi que réaliser un prélèvement d'air de 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 l'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

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.
- Cm0 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 ?

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 Cm0 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

BRIEFING

Hypnosys 2

CARACTÉRISTIQUES

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

EQUIPEMENTS

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

REGLAGES

CENTRAGE	à 95 mm du B.A.
----------	-----------------

DEBATTEMENTS*

voir texte

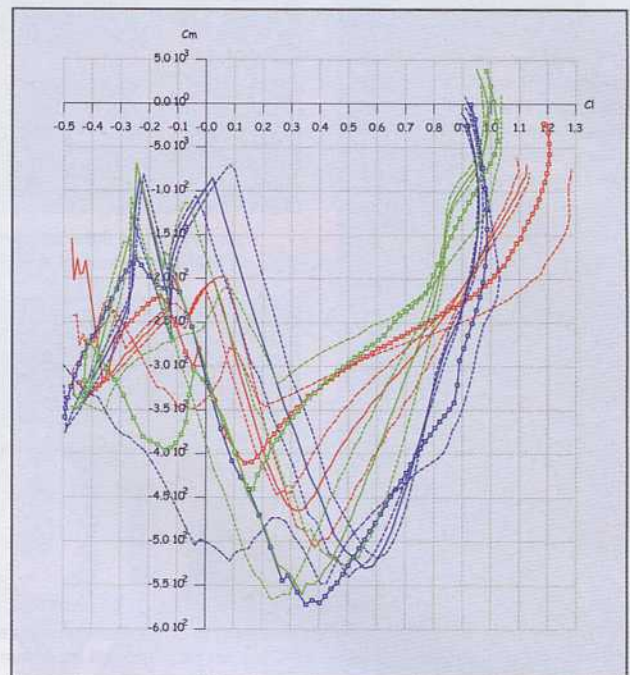
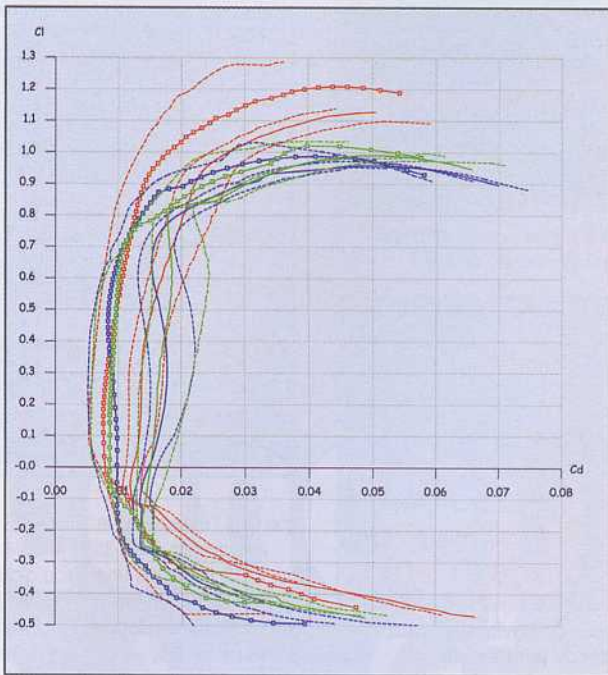
que sont l'Estere I2 et le JP 15-36.

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
 --- Tl_Re0.06_M0.00_N9.0 --- Tl_Re0.08_M0.00_N9.0 --- Tl_Re0.10_M0.00_N9.0
 --- Tl_Re0.20_M0.00_N9.0 --- Tl_Re0.50_M0.00_N9.0

FAD15 F3F-60* HN-1038 F3F © Norbert Habbe MH 43 PylonRacing
 --- Tl_Re0.06_M0.00_N9.0 --- Tl_Re0.08_M0.00_N9.0 --- Tl_Re0.10_M0.00_N9.0
 --- Tl_Re0.20_M0.00_N9.0 --- Tl_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'époxie 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 éviter 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'époxie rapide en mettant les noyaux dans les dépouilles (intercaler un film alimentaire pour éviter tout collage intempêtif) pendant la polymérisation. Ajuster la continuité du profil au niveau des longerons avec de l'époxie rapide

saturée de microballon. Bien racler 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.

Graser 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'époxie 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'époxie 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

