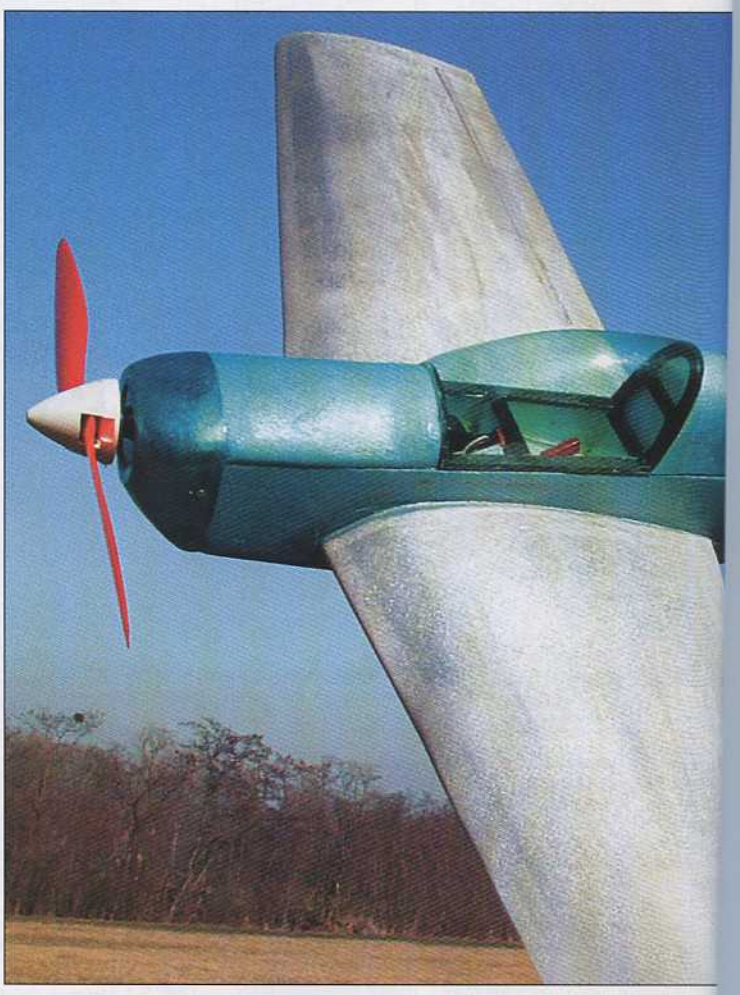
Pour une dizaine

J'avais depuis quelques temps l'idée de construire un parkflyer en dépron pour voler à côté de chez moi. Une idée qui circule beaucoup en ces temps électriques... J'ai donc conçu l'Air Cool, qui remplit parfaitement ce rôle pour un coût extrêmement faible et une rapidité de construction inégalable, comme tous les avions de ce type.

Texte & photos Norbert ASSELIN



S'il sait faire quelques acrobaties, l'Air Cool est bien plus un avion de détente qu'un véritable voltigeur. Mais sans doute que brushless et LiPo pourront transformer son tempérament...

Résultat de pas mal de mises au point, tant sur le plan aérodynamique que structurel, l'Air Cool a fait l'objet de plusieurs prototypes dont les premiers n'étaient pas si performants... Il me faut rappeler le point de départ du cahier des charges : je voulais construire un petit zinc électrique, rapide et voltigeur (donc 3-axes), avec un Speed 280 monté sur réducteur MP Jet 4/1 et un accu 8 éléments Ni-Cd de 250 mA/h. Ca fera sourire les pros du brushless et LiPo, surtout quand ils sauront que la structure était prévue en dépron avec renforts bois et entoilage au Solar, mais cet aspect économique des équipements faisait partie du "challenge". Le premier proto est assez vite sorti de l'atelier, assez beau mais aussi très lourd (pas loin de 500 g), avec un profil symétrique très fin. Ce fut un échec. Pas découragé pour si peu, j'ai décidé de remplacer le moteur par un Speed 400 réducté, tout en retirant le servo de direction histoire de gagner quelques grammes. Le résultat n'était guère meilleur et ce fut la fin du premier proto.

Je suis alors retourné à l'atelier pour un faire un nouvel avion, suivant le même plan mais avec une structure uniquement en dépron cette fois, sans entoilage, et piloté avec seulement les ailerons et la profondeur, le Speed 280 ayant quant à lui repris du service. Le poids était cette fois bien meilleur (environ 350 g, ce qui doit rester l'objectif d'une limite maxi) et c'est donc confiant que je suis parti pour des nouveaux essais en vol. L'Air Cool semblait cette fois léger en vol, mais un phénomène étrange le plaquait au ras du sol après le lancer, à environ 0,50 m, altitude où il volait presque sans problème (!). Aucun lancer vigoureux ni changement d'hélice n'ont amélioré ce comportement. Le problème venait de la courbure du bord d'attaque inversée sur environ les deux tiers de l'aile, suite à un mauvais pliage lors de la construction. Ainsi, le profil en théorie symétrique "aspirait" l'avion vers le bas et le vol n'était possible que dans l'effet de sol. Le soir même, le bord d'attaque fut modifié et l'Air Cool version 2 s'est enfin révélé un bon petit avion, rapide, léger aux gouvernes et tournant bien les tonneaux. Il a donc pas mal volé, mais je souhaitais faire mieux sur deux points : le poids de la structure et le profil d'aile, pour avoir un avion moins rapide et pouvoir monter une hélice avec moins de pas et plus de traction.

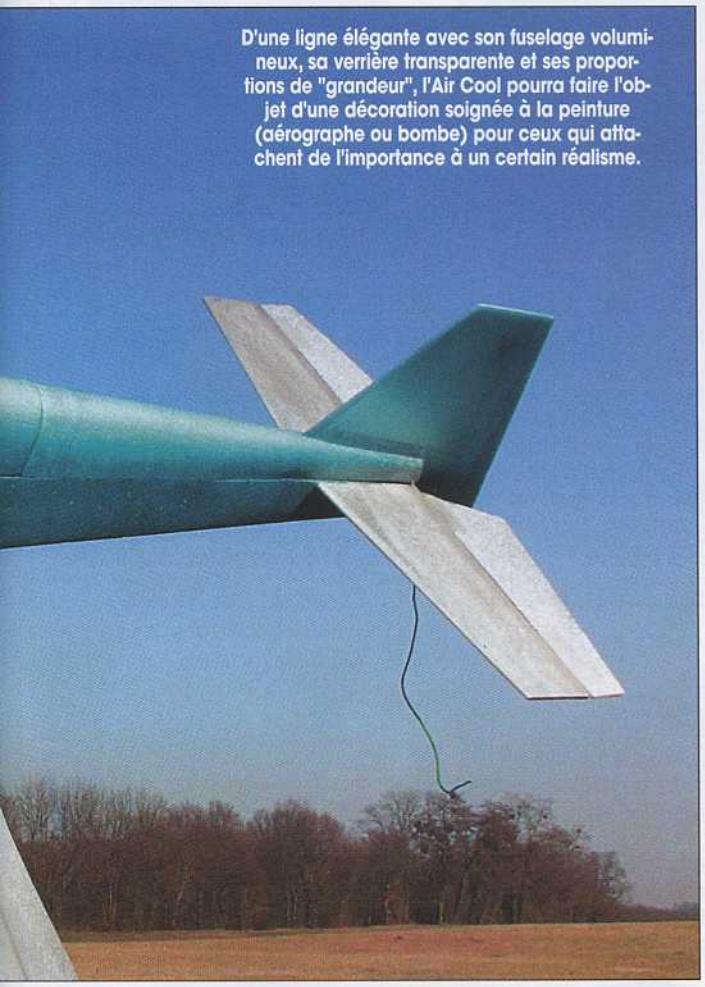
C'est donc le troisième "prototype" de l'Air Cool qui vous est présenté ici, redessiné avec un profil NACA 2415 (une référence s'il en est) et une structure plus simple et plus légère que les deux premiers. La conception a été entièrement faite sur ordinateur grâce à l'extraordinaire logiciel de CAO CATIA V5 de Dassault Systèmes auquel j'ai la chance d'avoir accès dans le cadre de ma profession.

Toutes les astuces d'une structure en dépron

• Les ailes d'abord

Toutes les parties de l'Air Cool se construisent ensemble, car elles sont assez rapidement assemblées pour former la structure complète. La construction commence par les ailes et la découpe de la "peau", coffrage supérieur et inférieur en un seul morceau, suivant la forme dessinée sur le plan, sans oublier la marge. Ensuite, le premier travail consiste à

d'euros...



D'une ligne élégante avec son fuselage volumineux, sa verrière transparente et ses proportions de "grandeur", l'Air Cool pourra faire l'objet d'une décoration soignée à la peinture (aérographe ou bombe) pour ceux qui attachent de l'importance à un certain réalisme.

plier le bord d'attaque après avoir biseauté par ponçage les bords de fuite d'intrados et d'extrados (zone hachurées sur le plan).

Je vous propose une technique très simple pour plier le coffrage : sur l'extérieur le long du bord d'attaque, coller une bande de Blenderm, puis, à l'aide d'un réglet et d'un couteau à beurre, marquer le pli intérieur du bord d'attaque (sur environ 3 mm de large, et pas trop profondément pour ne pas traverser le dépron). Insister tant que les deux côtés ne peuvent être repliés l'un sur l'autre. Une fois ce coffrage préparé, les deux longerons sont mis en place à la colle contact. Les nervures sont quant à elles collées à la colle à pistolet, sur l'intrados des ailes.

Si vous optez par des commandes d'ailerons classiques, c'est le moment de passer les gaines dans les ailes. J'ai utilisé pour cela l'intérieure d'une commande Bowden et du câble Graupner tressé de 0,8 mm. Il est ainsi possible de prendre des courbes assez prononcées sans point dur ni jeu. Les gaines traversent les surfaces qu'elles rencontrent sur leur passage, et sont immobilisées à la colle contact.

La dernière étape consiste à refermer le coffrage d'extrados sur la structure et le maintenir en place avec des poids en prenant garde de ne pas marquer la surface du dépron. Attention également à ne pas vriller les ailes lors de cette étape car la structure reste très souple tant que le coffrage n'est pas refermé. Pour ne pas stresser pendant le positionnement, j'utilise de la colle blanche qui laisse largement le temps de tout ajuster avant la prise définitive.

Les deux ailes étant réunies à la colle blanche, extrados à plat, le centre de cette voilure est renforcé par une petite bande de fibre de verre, dessus dessous, collée à la colle à bois. Il ne reste alors qu'à séparer les ailerons et coffrer les chants ainsi ouverts avec du dépron 3 mm.

• Le fuselage ensuite

Le fuselage est très simple à construire. Après avoir découpé les flancs (sans oublier le passage des ailes et du stabilisateur), il suffit de les assembler à plat, à l'envers avec le couple avant, en prenant garde de respecter la symétrie de l'ensemble. Cette opération réalisée, le dessous du fuselage peut être collé, après avoir été cintré sur sa partie avant. Quand c'est sec, il reste à placer les deux couples supportant le dos du fuselage.

A ce stade, il est temps de réunir ailes et fuselage. Normalement, les ailes ne peuvent pas glisser dans leur logement car l'emplanture est plus large que les découpes. Il faut donc fendre le fuselage perpendiculairement à son axe, à l'arrière du logement des ailes jusqu'au fond du fuselage. Grâce à la souplesse de la matière, il est possible de glisser les ailes par l'arrière. N'ayez pas de souci pour la rigidité ultérieure : une fois les ailes collées ainsi que l'arrière du logement, l'ensemble est très rigide.

La suite se passe au niveau de l'empennage : découpe, renfort en balsa du stabilisateur, collage de la dérive sur le stab (le dos du fuselage renforcera l'assemblage par la suite), et collage de l'empennage en place.

On termine par la préparation des différentes pièces complémentaires : capot avant (un fond, deux couples et le dessus), le volet de profondeur (en deux parties réunies par un jonc carbone), et le dessus du fuselage. Pour donner la forme au morceau de dépron composant ce dos, j'ai roulé le dépron sur une tige métallique, tout en le chauffant délicatement au décapeur thermique. Placer enfin tous ces éléments sur l'avion et positionner les équipements (radio, moteur et accu) pour déterminer leur emplacement afin de centrer l'avion sans plomb. Dans mon cas, avec le Speed 280 réducté, j'ai été obligé de placer le servo de profondeur en arrière des ailes, et l'accu légèrement en arrière du centre de gravité au-dessus des ailes. Quand la position de chaque élément est déterminée, la commande du volet de profondeur peut être collée, et le fuselage définitivement terminé avec le dos arrière.

BRIEFING

Air Cool

CARACTÉRISTIQUES	
ENVERGURE	920 mm
LONGUEUR	700 mm
CORDES	198/125 mm
PROFIL	NACA 2415
SURFACE	14,8 dm²
MASSE	350 g maxi
CH. ALAIRE	24 g/dm²
EQUIPEMENTS	
SERVOS	2 au format "15 g"
MOTEUR	Speed 280 réducté 4/1
ACCU	8 élts Ni-Cd 250 mA/h
HELICE	Cam Slim Prop 8 x 6 Graupner
REGLAGES	
CENTRAGE	à 83 mm du B.A.
DEBATTEMENTS*	
AILERONS	+/- 10 mm
PROFONDEUR	+/- 15 mm

(* : "+" vers le bas et "-" vers le haut)

CONSTRUCTION : UNE QUESTION DE COLLES

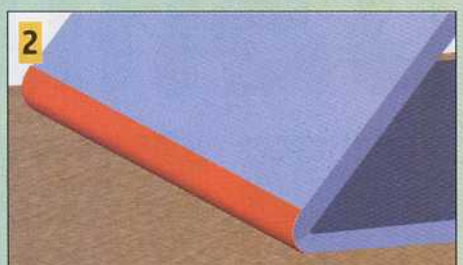
Le matériau de base pour la construction est le dépron (ou équivalent). L'un des facteurs de réussite dans l'utilisation de cette mousse est le choix de la colle. Je sais qu'il existe des cyanos prévues pour cela, qui sont les plus légères et les plus rapides, mais sûrement aussi les plus chères, les plus dangereuses et toxiques. Pour cet avion, j'ai préféré utiliser la classique colle blanche pour les rares collages balsa/dépron, de la colle contact pour les collages dépron/dépron des grandes pièces (longerons, dessus fuselage), et pour le reste de la colle chaude appliquée au pistolet. En fait, ce n'est pas tant la capacité adhésive de la colle en pistolet qui est utilisée ici mais sa chaleur accumulée, qui permet de réaliser une véritable soudure entre les pièces en contact, dont la prise est quasi instantanée. Le poids est négligeable. Il faut juste s'entraîner un peu pour bien sentir le pistolet et doser précisément la pression sur la gâchette afin de déposer juste un filet de colle sur les pièces.

La conception a été entièrement faite sur ordinateur grâce à l'extraordinaire logiciel de CAO CATIA V5 de Dassault Systèmes. Ce qui permet de vous présenter ici toutes les étapes de la construction à travers des petites vues en images de synthèse.

1

Après découpe de la "peau" de dépron formant la surface intrados + extrados d'une pièce de chaque aile, marquer intérieurement le pli du dépron au niveau du bord d'attaque.

2

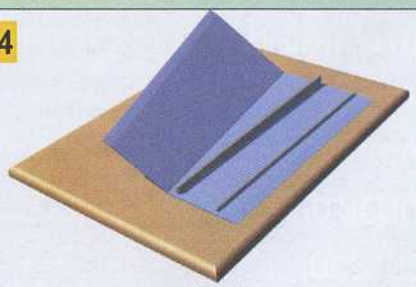


Coller extérieurement, le long du bord d'attaque, une bande de Blenderm pour faciliter le pliage à cet endroit.

3

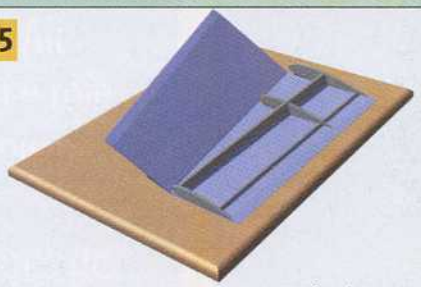
Le bord de fuite doit être biseauté par ponçage, à l'intrados comme à l'extrados, pour faciliter son collage ultérieur.

4



Une fois ce coffrage préparé, les deux longerons sont mis en place à la colle contact.

5

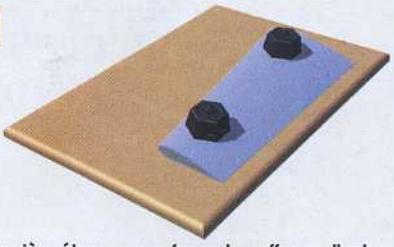


Les nervures sont quant à elles collées à la colle à pistolet, sur l'intrados des ailes.

6

Pour une commande d'ailerons classique, à l'aide d'un servo central, passer les gaines dans les ailes et les immobiliser à la colle contact.

7



Dernière étape : on referme le coffrage d'extrados sur la structure, à la colle blanche, le tout maintenu en place avec des poids.

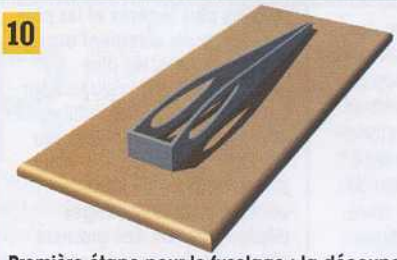
8

Ces ailes sont raccordées à la colle blanche, extrados à plat, avec une petite bande de fibre de verre de renfort central collée (dessus dessous) à la colle à bois.

9

Il ne reste alors qu'à séparer les ailerons et coffrer les chants ainsi ouverts avec du dépron 3 mm.

10

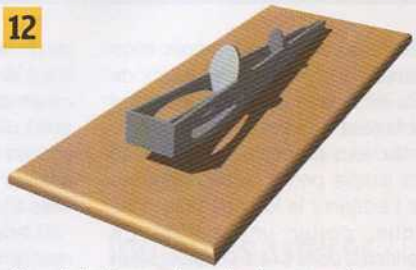


Première étape pour le fuselage : la découpe puis le collage des flancs posés à plat et à l'envers sur le chantier.

11

En s'assurant de la bonne symétrie d'ensemble, coller le dessous du fuselage après en avoir cintré l'avant.

12

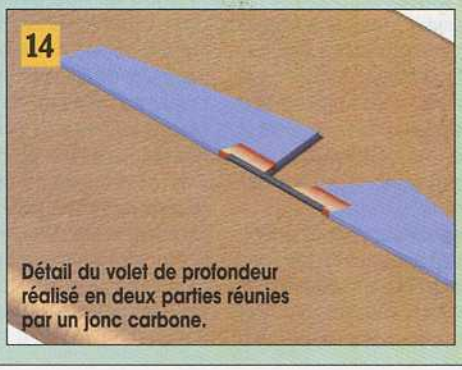


Quand c'est sec, placer les deux couples supportant le dos du fuselage.

13

Après avoir glissé les ailes dans le fuselage, les coller ainsi que l'empennage en contrôlant leur perpendicularité par triangulation.

14



Détail du volet de profondeur réalisé en deux parties réunies par un jonc carbone.

15

Et voilà l'Air Cool tel que modélisé dans son intégralité. Reste plus qu'à le construire, réellement !

Faute de train (mis de côté pour gagner du poids), l'avion ne peut décoller du sol, et bien sûr il se pose sur le ventre. De préférence sur piste en herbe !

Des finitions impérativement légères

La structure de l'Air Cool est achevée, il ne lui manque que la verrière et le capot moteur. J'ai confectionné les deux en thermoformant une bouteille plastique sur un moule en béton cellulaire (ce dernier est facile à façonner et résiste à la température). La réalisation des moules en béton cellulaire se fait en quatre étapes :

- découpe d'un bloc à la scie à métaux, aux dimensions de base de la forme à réaliser.
- au début à la râpe à bois puis au papier de verre, ponçage du bloc pour lui donner sa forme.
- collage sur le fond du moule et ses côtés (dans le cas du capot, juste sur le fond) d'un morceau de CTP 50/10 à la colle forte (type "Ni clou ni vis").
- masticage et enduit de lissage (rebouche fissures) de ce moule, puis ponçage pour obtenir une surface la plus lisse possible.

Le moule fini et bien sec est ensuite enfoncé et bien calé dans une bouteille qui va être chauffée au décapeur thermique jusqu'à épouser la forme du moule. Pour rigidifier la verrière, je lui ai fait un petit berceau en balsa, mais ce n'est pas indispensable. Il est également possible de tailler capot et verrière dans un bloc de mousse de polystyrène.

Pour la finition, ne faites pas comme moi sur le premier proto : pas de film thermorétractable sur cette structure ! Non pas que le dépron ne supporte pas, au contraire, il s'entoile bien à condition de ne pas emprisonner de bulles d'air, mais le poids ajouté est trop important. On peut donc laisser l'avion tel quel, ou bien lui appliquer à l'aérographe un voile de peinture pour maquette plastique. Il est possible que certaines peintures en bombe conviennent, mais il est nécessaire de bien vérifier au préalable qu'elles ne dissolvent pas le dépron.

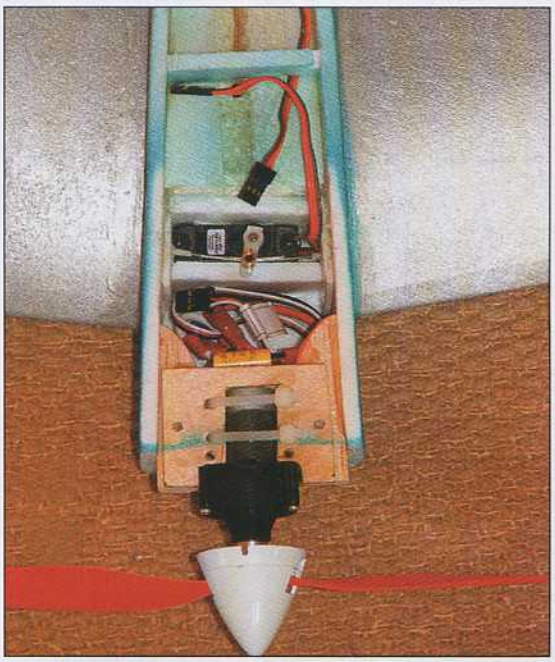
Enfin, chacun installera ses éléments de réception en fonction de leur taille et de la position retenue pour le centrage. Tout cela peut être calé avec des petites chutes de dépron ou de balsa taillées à la demande. L'installation radio de mon Air Cool démontre que tout est possible car il y a assez de place pour mon équipement qui n'est pas le plus favorable : accu 8 éléments Ni-Cd de 250 mA/h, servos de 15 g, Speed 280 réducté... Il faut juste retenir que le scotch double-face suffit souvent pour fixer la radio.

Un zinc très bon marché

L'Air Cool a finalement rempli son objectif initial : voler avec un Speed 280 réducté et un accu Ni-Cd de 250 mA/h, même si l'aspect "acro" n'est pas vraiment atteint, pour cause de matériel lourd et poussif. Mais il est facile de faire beaucoup mieux en la matière, à l'aide des matériels modernes. La structure en dépron présente quant à elle trois qualités essentielles :

- son prix de revient imbattable, puisqu'il suffit d'une planche de 3 mm et d'une planche de 6 mm pour réaliser l'Air Cool, et que la colle utilisée est très bon marché (surtout pour l'infime quantité nécessaire). Je n'ai pas évalué ce prix, mais il doit se situer autour de 5 à 10 euros.
- sa simplicité de construction et sa rapidité (les pièces sont épaisses, peu nombreuses et vite assemblées), d'autant qu'aucune finition n'est obligatoire.
- sa résistance et sa faculté de protéger les éléments de la radio.

Il y a peut-être un léger surpoids par rapport à une structure plus étudiée en balsa - la structure seule pèse ici un peu plus de 120 g -, mais il y a tellement à gagner (sans doute une petite centaine de grammes) par rapport à mon équipement radio, surtout au niveau du moteur et de l'accu, que cette structure reste un bon choix.



Le moteur retenu est un simple Speed 280 réducté 4/1 (poids 60 g) tournant une hélice Cam Slim Prop 8 x 6 Graupner. Notez, au droit du bord d'attaque des ailes, l'emplacement du servo d'ailerons central.

Pour obtenir le bon centrage, l'accu (8 éléments Ni-Cd 250 mA/h) a été placé sous la verrière, légèrement en arrière du centre de gravité. Mais tout dépendra, pour cette disposition, des équipements retenus.

EN VOL

NEUTRE, VIF ET SAIN

Ceux qui voudront gagner en performances pourront choisir un petit moteur brushless et un accu LiPo : le gain de poids devrait transformer l'Air Cool, dont le cahier des charges d'origine, rappelons-le, privilégiait l'aspect économique des équipements.

Facile à lancer, l'Air Cool n'a besoin que de quelques pas pour se retrouver en l'air, bien accroché à son hélice.

Je ne reviendrai pas sur les péripéties des deux premiers prototypes, car cette nouvelle version m'a vite fait oublier ces déceptions. Je voudrais simplement signaler que le deuxième a subi un crash assez violent (descente en virage engagé d'une quinzaine de mètres, moteur plein pot) mais que rien n'a souffert dans cette structure : même l'hélice est restée intacte ! Le dépron se plie en accordéon et amortit parfaitement le choc. L'un des enseignements de ce crash reste que, en cas de survitesse, la souplesse des gouvernes en dépron ne permet pas toujours de se sortir franchement d'une situation limite.
Voulant assurer des photos pour cet article, le premier vol avait plus comme objectif de photographier l'avion que de tester sa stabilité. Ce n'est évidemment pas le meilleur choix, mais cela offre un avantage : si le modèle avait été vicieux, je l'aurais tout de suite constaté vu les virages serrés au ras de paquettes qu'il a fallu faire ! Puis les vols se sont enchaînés... en voici la synthèse.

Le décollage se fait obligatoirement par un lancer face au vent (l'avion n'a pas de train) : en quelques pas, l'Air Cool porte et il suffit de l'accompagner un peu pour qu'il se retrouve dans son élément, *grimpant* tranquillement sous une pente d'environ 15 degrés. Le vol est très neutre, et le modèle vif aux gouvernes (en raison de la faible inertie de l'ensemble). Avec ma motorisation, les performances verticales sont limitées (il ne faut pas espérer passer un tonneau ascendant), par contre la vitesse à plat n'est pas ridicule et permet la voltige de base. Le tonneau passe bien, mais comme il consomme pas mal d'énergie, il vaut mieux le faire rapidement, et ne pas trop soutenir sur le dos pour éviter de casser la vitesse. Je n'ai pas essayé d'enchaîner plus de deux tonneaux de suite. Le vol dos tient très bien avec une légère pression sur la profondeur pour ne pas chuter. Le looping est paradoxalement la figure la plus délicate à réaliser car l'énergie cinétique emmagasinée plus la traction du moteur sont juste suffisantes pour le boucler. Les meilleurs résultats en voltige sont obtenus avec une hélice Graupner Cam Slim Prop 8 x 6.

Le vol lent est sans problème car l'Air Cool ne présente pas de risque de décrochage : lorsqu'on le ralentit trop, il devient juste mou à la profondeur et chute de plus en plus. Je n'ai, à vrai dire, jamais cherché à le faire décrocher car j'y vois peu d'intérêt. Par contre, je peux affirmer que ce modèle est très sain car il s'est déjà retrouvé dans des situations où il aurait pu échapper à mon contrôle, lors de sorties de tonneaux à quelques centimètres du sol par exemple (manche de profondeur tiré à fond par désespoir), ou en fin d'accu quand on ne veut pas poser et qu'on essaye d'exploiter le moindre électron.

L'atterrissage ne pose aucune difficulté : il suffit de couper les gaz, de contrôler l'inclinaison des ailes, et de ne pas tirer avant l'arrondi final où le manche de profondeur est progressivement amené à plein cabré. Je dois signaler que mon variateur n'a pas de frein et donc que l'hélice tourne jusqu'au sol. Avec un tel "aérofrein", l'avion est littéralement stoppé ! Pour la beauté du geste, on peut naturellement jouer avec les gaz afin d'obtenir une pente de descente moins accentuée. Quoi qu'il en soit, les atterrissages aux pieds sont faciles.
La durée du vol n'est pas ridicule : en moyenne 5 à 7 minutes avec mon vieil accu de 250 mA/h. Je n'ose imaginer les résultats avec un mini brushless et un pack LiPo... mais j'y songe néanmoins !