Un voltigeur tout

Après une période où le tout plastique était légion dans mon atelier, j'ai eu envie de revenir aux sources, comprenez vers le traditionnel. Même s'il est très agréable de créer et de faire voler sa propre machine « full carbone », ce n'est pas accessible au modéliste lambda. Il faut du temps, de l'argent (les composites coûtent cher) et un certain savoir-faire. C'est donc sur ce constat que l'Akhénaton a été conçu : ce sera un «tout bois» !

Texte : Ludovic CLAVIER - Photos : Géraldine ARNOULT

Le cahier des charges était de concevoir un planeur de voltige avec un coût et des méthodes de construction abordables au plus grand nombre. Il n'est donc pas nécessaire de disposer d'une commande numérique « cnc » en guise de scie à chantourner, même si le modèle présenté ici a été entièrement usiné en « cnc ». La conception a largement fait appel aux outils informatiques tels que le logiciel « profili » (http://www.profili2.com/). C'est grâce (ou à cause !) de lui que la voilure s'est retrouvée elliptique. Cette aile élégante donne le look si particulier à l'Akhénaton et pour une machine de voltige ça change ...Cette aile élégante participe grandement au look de l'Akhénaton et c'est nettement plus joli qu'une forme trapézoïdale... L'équipement radio sera lui aussi relativement économique puisqu'il se compose de 2 servos format 21 g avec une épaisseur de 13 mm pour les ailerons (1 par gouverne) et 2 servos de format standard dans le fuselage (2 mini servos peuvent aussi convenir, toujours cette fameuse chasse aux grammes !).

Le seul point critique de la construction est sans doute la réalisation des ailerons taillés dans la masse. Nous verrons plus loin comment procéder sans trop se compliquer la vie.

Le plus simple : les stabs et la dérive

Ils sont directement découpés dans de la planche de balsa de 5 et 6 mm. Choisissez un balsa de

Malgré sa faible charge alaire (31 g/dm²), L'Akhénaton est un voltigeur qui a de très bonnes capacités d'accélérations grâce à son profil TP29-9. Et ses lignes sont plutôt élégantes, non ?

bois performant

densité moyenne de façon à ce que la tension de l'entoilage ne déforme pas les éléments. Les bords d'attaques doivent être arrondis et les bords de fuite seront affinés en biseau sur environ 30 mm de large. Des évidements circulaires peuvent être pratiqués dans chaque pièce, ce n'est pas obligatoire mais sur mon modèle cela a permis de gagner 8g : ce n'est pas négligeable au niveau de la queue et ça facilitera le centrage.

Une saignée reçoit le fourreau de clé du stabilisateur qui est un tube en aluminium de 5 mm de diamètre intérieur. Même chose pour le deuxième fourreau de 2 mm de diamètre intérieur (une chute de tringlerie en plastique), il recevra un jonc en carbone pour commander en rotation le stabilisateur qui est de type pendulaire. Ce dernier est actionné par l'intermédiaire d'un renvoi que vous devrez découper dans une plaque Epoxy de 1.6mm d'épaisseur (éventuellement du 1mm).

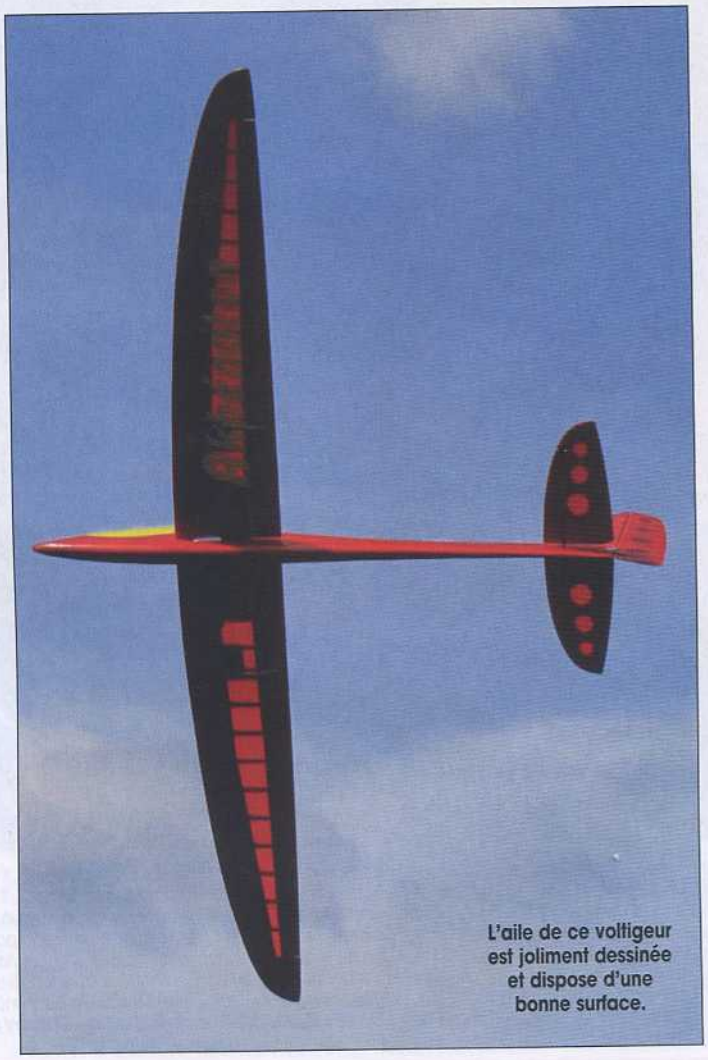
La dérive est bien plus simple à fabriquer. Une pièce vient la renforcer au pied car la zone est fragilisée par le dégagement laissé pour le système de commande du stabilisateur pendulaire. Le volet de dérive est biseauté à 45° sur son bord d'attaque pour permettre une articulation au film adhésif (voir directement avec l'entoilage). Une astuce sur ce type de charnière : prévoyez de faire l'articulation du côté opposé au guignol, ça permet de positionner la commande sur le guignol le plus près possible de la gouverne sans nuire au bras de levier. La place est comptée dans le fuselage à cet endroit et chaque millimètre compte !

Un peu plus compliqué : le fuselage

Il se construit comme un fuselage de type « caisse à voler » et tous les collages sont réalisés à la colle cyanoacrylate. Les flancs en balsa 5mm font plus d'un mètre de long, il vous faudra donc rabouter les planchettes de balsa par la méthode des « zigzag » au niveau du couple C1. Bien entendu si vous parvenez à trouver des planches d'au moins 1.20m de long, c'est encore mieux. Des baguettes en balsa de 10X10 collées sur le bord des flancs permettront au final de casser au maximum les angles de « la boite ». Les flancs sont doublés en ctp de 1mm de la pointe avant jusqu'au niveau du bord de fuite de l'aile ; je ne peux que vous recommander de cintrer les flancs du fuselage pendant le collage de ce doublage en contre-plaqué car je ne l'ai pas fait sur le proto et j'ai eu un mal fou à donner sa forme au nez du planeur. Si vous avez le même problème, vous pouvez ajouter des couples le temps de la mise en forme et que vous enlèverez ensuite. Parallèlement à la réalisation des flancs, il vous faudra aussi préparer le plancher du fuselage en balsa de 5 mm avec une symétrie la plus parfaite possible, car c'est lui qui servira de référence aux flancs et garantira la rectitude du fuselage fini.

Avant collage, les couples sont maintenus entre eux grâce aux tringleries de commande qui permettent un pré positionnement. Un point important concerne le renvoi de profondeur : il passe de justesse entre les flancs du fuselage donc n'hésitez pas à les évider légèrement pour donner une pleine liberté de mouvement au renvoi et à sa chape. Il faut bien sûr obtenir un résultat parfait et sans points durs... Le stabilisateur doit être parfaitement équerré avec le fuselage et les éventuels ajustements doivent être réalisés à ce moment là. Ensuite il sera bien entendu impossible de bricoler le collage de l'axe de pivot de stab et c'est à mon avis le point le plus délicat de la construction. Notez par ailleurs que sur le modèle présenté le débattement de la profondeur atteint 45°...

A ce niveau de la construction, le fuselage vous rappelle sans doute le design de votre première caisse à voler :



L'aile de ce voltigeur est joliment dessinée et dispose d'une bonne surface.

BRiEFiNG

Akhéneton

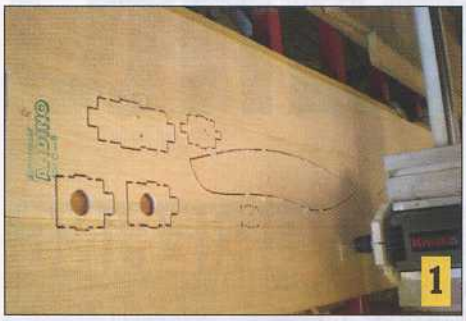
CARACTÉRiSTiQUES	
ENVERGURE	1975mm
LONGUEUR	1290mm
CORDE A L'EMPLANTURE	220mm
PROFIL	Tp29-9
SURFACE	34.5 dm²
MASSE	1070 g
CH. ALAIRE	31 g/dm²

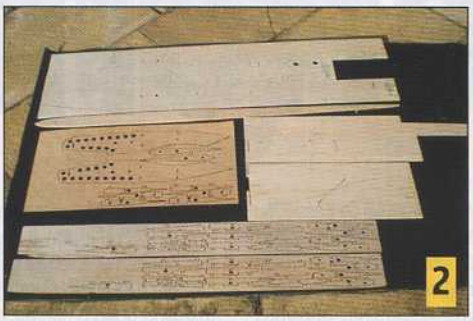
EQUiPEMENTS	
SERVOS AILERONS	HGD250 mg
PROFONDEUR	DS821
DERIVE	Hyperion DS13TCP
ACCU	Nicd 6V 1500 mAh

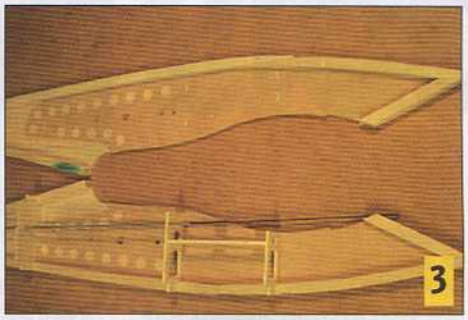
REGLAGES	
CENTRAGE	85mm du B.A. à l'emplanture
DEBATTEMENTS*	
AiLERONS	+30/-45mm avec 50% d'expo
PROFONDEUR	+/- 76 mm avec 70% d'expo
DERIVE	+/- 78 mm
VOLETS	+/- 15 mm avec une compensation de 2 mm à la profondeur

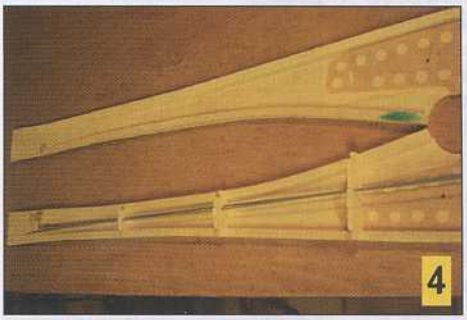
(* : «+» vers le bas et «-» vers le haut)

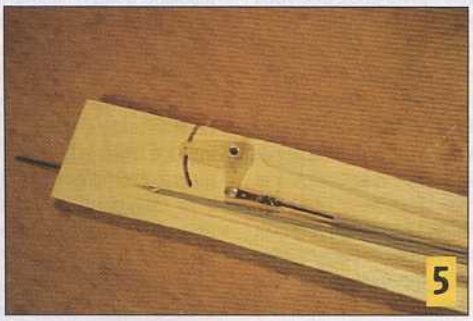
LA CONSTRUCTION EN IMAGES

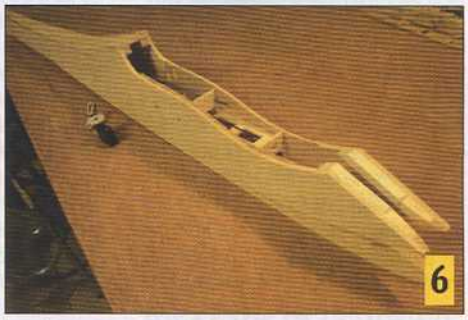


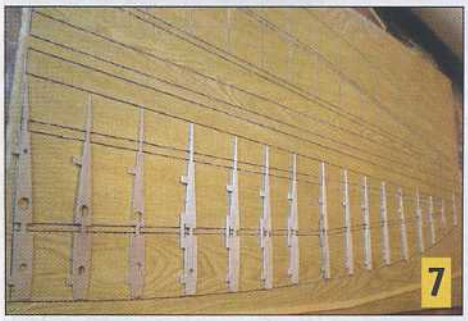


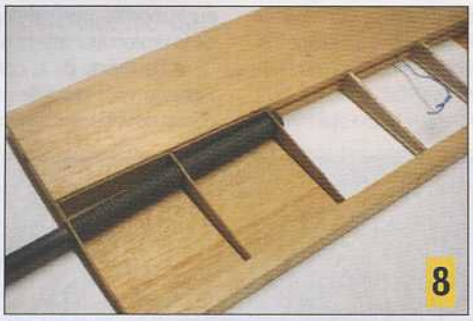


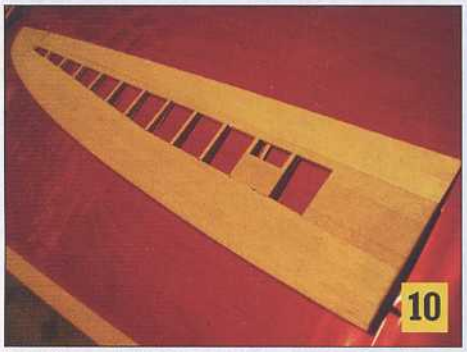


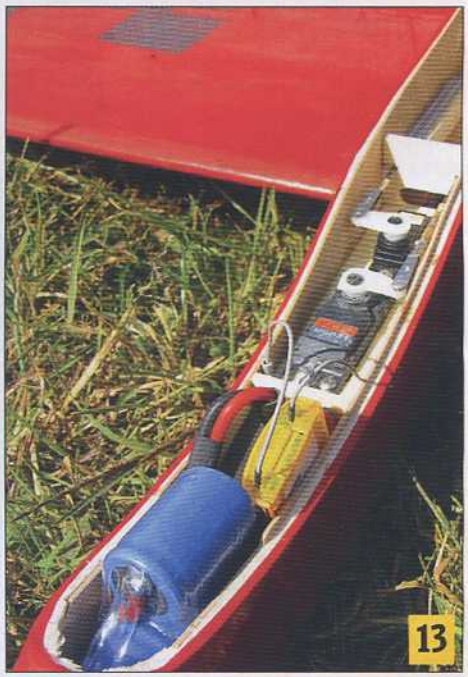












1• Les éléments du proto ont été découpés avec une machine à commande numérique mais ce n'est bien entendu pas obligatoire. 2• Les découpes étant réalisées, le montage va pouvoir commencer. A noter que la société française Silence Model propose l'Akhénaton en kit, donc si vous manquez de temps... 3• Les flancs en balsa 5 mm sont doublés à l'avant avec du ctp 1 mm. 4• Les tringles de commandes sont utilisées pour pré-positionner les couples dans le fuselage avant fermeture. 5• Le renvoi de commande pour le stabilisateur pendulaire a été découpé dans une plaque d'Epoxy. La place est comptée dans cette zone et il faut soigner le montage pour ne pas avoir de points durs. 6• Il est préférable de cintrer légèrement les flancs lors du doublage en ctp (photo 3) afin de faciliter la fermeture du fuselage. 7• Les nervures ont toutes des supports afin de pouvoir construire l'aile sans vrillage. 8• Le fourreau de clé d'aile en carbone est fixé dans des nervures en contreplaqué. 9• Les longerons en pin 5x10 sont doublés sur la première moitié de l'aile. 10• L'articulation des ailerons est simplement réalisée avec l'entoilage (film thermorétractable). 11• Le stabilisateur pendulaire a un débattement de +/- 45° sur le prototype... 12• La découpe de la bulle est originale et participe au look de ce voltigeur. 13• L'accu 5 éléments Nicd installé à l'avant permet un centrage sans plomb. Il est suivi du récepteur 2,4 ghz, du servo de profondeur (format std) et de la dérive (format mini).

anguleux à souhait. Armez vous alors de votre plus beau rabot, d'une cale à poncer grain 80 et attaquez la mise en forme « tout en rondeur » de votre Akhénaton sous un déluge de copeaux de cellulose. Lors de cette opération il faut arrondir très largement les angles du fuselage jusqu'à voir apparaître les baguettes de 10X10.

J'oubliais la verrière : elle aussi en balsa 5mm, elle ne possède que deux couples et sa position est assurée par le doublage des flancs en ctp débordants au niveau de la limite verrière/fuselage. Sa mise en forme est bien sûr réalisée en même temps que le reste du fuselage afin d'assurer une bonne continuité des lignes.

Les ailes

Il fallait trouver un bon profil, et j'ai choisi celui utilisé sur le Wasabi (planeur tout plastique du commerce). C'est un symétrique à 9 % d'épaisseur relative (Tp29-9) qui autorise de bonnes accélérations même avec des machines peu chargées comme ici. Il permet également de traquer la bulle à condition de baisser fortement les ailerons full span en volets.

Un soin particulier sera apporté à la réalisation des ailes car les nervures aux saumons sont fines, très fines... Pour cette raison les nervures les plus fragiles ont des attaches de part et d'autre du longeron du côté de l'intrados. Ces attaches sont également utilisées comme appuis sur le chantier lors de la construction, réduisant ainsi le risque de vrillage.

Les nervures #4 à #17 sont toutes réalisées en balsa de 2mm de densité moyenne bien rigide, il faut proscrire un balsa trop léger qui sera fragile. Les nervures #1 à #3 doivent être découpées dans du ctp de 1 mm, elles reçoivent les fourreaux de clé d'aile qui seront collés à l'Epoxy lente. Les longerons principaux en pin de 5x10 mm sont doublés en épaisseur sur la première moitié de l'aile. Notez d'ailleurs que ce doublage se croise au niveau de la cassure de longeron afin de reprendre les efforts dans cette zone fragile. Les queues de nervures sont pincées entre elles par deux longerons en balsa de 5x10 qui viennent terminer l'aile au niveau de l'axe des gouvernes. Ces longerons sont reliés entre eux par du balsa de 1mm avec les fibres placées à la verticale, le but étant de fermer complètement l'aile et d'assurer la rigidité de cette partie fine et fragile (tant en torsion qu'en compression).

Le coffrage du tiers avant de l'aile (devant le longeron) et de l'emplanture est effectué en balsa 1.5 mm et vient s'appuyer sur une baguette de 5 mm au niveau du bord d'attaque. Comme pour les nervures, évitez du balsa trop « léger », le gain de poids sera faible et vous regretterez sa fragilité au moindre impact. Tant que vous en êtes à coffrer l'aile, pensez à coller les chapeaux de nervures qui ont ici été découpés dans les chutes du coffrage en balsa 15/10. Une fois ces opérations effectuées, on peut enfin enlever l'aile du chantier et araser les appuis de nervure pour finir le coffrage de l'aile et le chapeautage des nervures. Le coffrage terminé, il vous reste à coller le bord d'attaque et à le mettre en forme, puis coller la nervure d'emplanture #1 qui est en ctp 1 mm. Les ailerons sont taillés dans la masse : pour faciliter leur mise en forme, je vous conseille d'assembler deux planches de balsa 5 mm car la zone de collage fait alors office de plan de symétrie. Il est donc plus facile de sortir un profil symétrique du bout de sa cale à poncer favorite. Un chanfrein à 45° sur toute la hauteur du bord d'attaque permettra leur libre débattement, l'articulation étant directement assurée par l'entoilage.

Les servos sont posés à plat sur une platine en ctp de 1.5 mm qui vient couvrir les nervures en lieu et place des chapeaux. Ils sont mis en place avant entoilage donc il faut penser préalablement à régler leur neutre et positionner le palonnier

Pas trop gros et léger, l'Akhénaton se contente d'endroits exigus pour voler.

Un bon voltigeur, ça demande du débattement !

La surface latérale du fuselage est importante et autorise une bonne tenue en vol tranche

Le lancer est facile grâce à la bonne prise en main du fuselage. Avec 10 km/h de vent, il suffit de poser le planeur « sur l'air »...

bien perpendiculaire. Il est envisageable d'installer ces servos d'ailerons dans le fuselage, mais je crains que les ailerons ne se tordent sous les efforts.

Finitions, réglages et interrogations

Le modèle a été entièrement entoilé au film thermorétractable, une solution légère et rapide mais qui ne renforce guère la structure. Si c'était à refaire, j'aurais renforcé le dessous du fuselage avec un voile de tissu de verre 40 g. Je ne l'ai pas fait sur mon modèle et je le regrette bien!

Le récepteur est un 8 voies 2,4 ghz, il est installé à l'avant. Malgré le profil symétrique, je n'ai pas choisi le mode de pilotage « 4 axes » qui consiste à piloter la courbure de l'aile avec le manche des gaz monté sur ressort et dépourvu de son crantage. J'ai préféré la gestion avec un interrupteur pour chaque phase de vol : l'un en vol à plat, l'autre en vol inversé, chacun donnant la courbure et la compensation à la profondeur appropriée. En revanche j'utilise le manche de gaz pour commander les ailerons en aérofreins, ce qui permet d'avoir une commande proportionnelle sur cette fonction.

Le centrage se situe à 85 mm du bord d'attaque à l'emplanture. Mon planeur est équipé d'un accu de réception Nickel cadmium 5 éléments de 1500 mAh et le centrage a été obtenu sans un gramme de plomb. La balance affiche une masse de 1070 g, ce qui est faible pour une machine de 2 m et de 34.5 dm² de surface d'aile. La charge alaire est donc de 31 g/dm² seulement. Direction la pente pour voir si la machine tient ses promesses !

Un voltigeur polyvalent

l'Akhénaton trouve sa place sur la plage arrière de ma voiture à chaque sortie en vol de pente. Ses qualités permettent de se défouler les pouces sans nécessiter de portance hors normes, et c'est même lorsque le vent fait défaut et que les thermiques me narguent que je vole le plus avec cette machine. Avec un peu d'habitude on enchaîne les figures entre deux ascendances avec presque autant de facilité qu'en vol de pente classique. Maintenant si vous voulez en savoir plus sur ce planeur, il faut construire le votre... Enfin pour vous faciliter les choses, sachez que le nouvel artisan français Silence Model propose cet Akhénaton en kit à construire (disponible au moment de la parution de ces lignes) avec donc tous les éléments découpés. ■

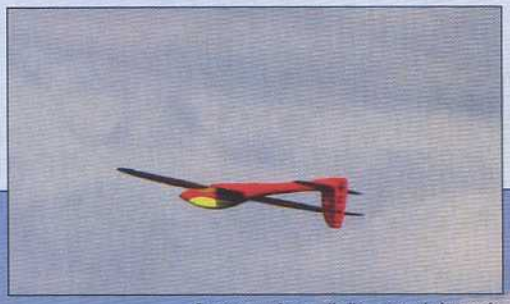
EN VOL

LE PLANEUR DE VOLTIGE QU'IL VOUS FAUT !

Le centrage proposé est légèrement avant mais est un bon compromis pour avoir une machine réactive et saine. Vous pouvez éventuellement le reculer de 5 mm mais dans ce cas attention aux décrochages ! ... Lors des premiers essais le débattement des volets était de +- 10 mm, ce qui s'est révélé insuffisant lors des vols à la pente. Il ne faut donc pas hésiter à les augmenter (aussi bien à plat que sur le dos), à ajuster en fonction de vos habitudes...

Le lancer est très facile grâce à la faible masse du planeur et à l'excellente prise en main du fuselage. A la pente avec 10 km/h de vent, il suffit de poser l'Akhénaton « sur l'air »...
Le modèle est vif sur tous les axes avec les débattements retenus, et ça tombe bien puisque c'est ce qu'on cherche sur un voltigeur ! Si on le ralentit trop, ce planeur déclenche facilement (attention en spirale) mais la faible charge alaire permet de reprendre rapidement la ligne de vol. Du fait de sa légèreté, l'Akhénaton parvient à accrocher honorablement les quelques thermiques présents (à condition de baisser les ailerons en volets). Et ça marche aussi bien à plat qu'en vol inversé...
Le manque de dièdre en spirale se traduit par un manque de stabilité et l'Akhénaton demande à être constamment piloté dans cette phase de vol.

Malgré sa faible charge alaire, les accélérations sont bonnes et le profil Tp29-9 montre ici toutes ses qualités. Il est possible de « relancer » rapidement la machine (mieux qu'avec un classique sb96v/vs) et on a l'impression de piloter un planeur plus chargé. Grâce à cette capacité d'accélération, il n'est pas nécessaire d'effectuer de gros piqués pour emmagasiner de la vitesse et la voltige s'effectue donc dans un volume des plus réduits. La moindre brise de vent avec un passage au ras de la pente permet de prendre de la vitesse et donc « d'envoyer » une nouvelle figure. Grâce à la symétrie du profil, les boucles passent facilement aussi bien en positif qu'en négatif. Le renversement fait aussi merveille car on peut botter au dernier moment et le planeur pivote autour de son centre de gravité. Il ne « marsouine » pas ou très peu lors de la sortie de la figure, et si c'est le cas il suffit de mettre un peu de dérive à contre pendant la descente. Le tonneau déclenché peut être violent à souhait et la sortie montre très peu d'inertie en roulis, sans doute grâce aux ailes légères qui permettent de gérer des arrêts nets et précis (quand le pilote arrive à suivre...). On peut sortir du tonneau déclenché sur la tranche et ensuite continuer un cercle tranche sur 360°. Dans cette configuration il ne faut pas mettre trop de dérive sous peine de freiner le planeur assez rapidement. Les glissades passent facilement mais il faut veiller à ne pas mettre trop de dérive et garder du badin. D'autres figures plus complexes comme la vrille à plat sont plus difficiles à réaliser mais possible. Les réglages (notamment le centrage) sont alors prépondérants dans ce cas « de figure ».
Les approches peuvent être très courtes et c'est pratique si comme moi vous volez sur des sites exigus. L'atterrissage conventionnel s'effectue en relevant les ailerons de 20mm vers le haut, l'idéal étant de toucher le sol avec les ailerons au neutre afin de récupérer le maximum de portance à ce moment là. Il est également possible de se poser en glissade (sans utiliser les aérofreins) car la grande surface latérale du fuselage freine bien la machine et l'effet visuel est des plus sympa. Dans les deux cas il faut faire attention car les ailes ont peu de garde au sol et la structure de l'Akhénaton est sensible aux chocs (même si cela n'est pas plus compliqué qu'avec un «3 axes» classique...).



Bonne surface d'aile, grands bras de levier et grosses gouvernes : l'Akhénaton excelle évidemment en voltige mais il se défend également pour traquer la bulle grâce à sa faible charge alaire.