
n° 78 - 15 septembre- Prix 35 FF - 255 FB - 8,25 $ Canada
VOL moteur
ULM-PARAMOTEURS-AVIONS LEGERS-GYROS
ESSAI
Rebel
TECHNIQUE
Essai en vol
REPORTAGES
Moulins
Oshkosh
PRESENTATION
Angel CH7
M 3295 - 78 - 35,00 F
DEBAT
Vers une réglementation européenne ?

RODEO pour la BONNE CAUSE



Il faut beaucoup de travail et de connaissance pour mettre au point un aéronef surtout si l'on est ambitieux quant à ses performances et que l'on ne veut pas que l'utilisateur final soit aussi le pilote d'essai.
Bernard d'Otreppe nous raconte ici les incidents qui ont émaillé la mise au point du nouvel Albatros. Les gens de bonne foi y verront la démonstration que tout a été fait, avant, pour protéger l'utilisateur, après. Les autres, envieux ou ignorants conserveront leurs certitudes et pourront continuer de voler sous des râteaux aux performances indignes de ce qui se faisait en 1913 ! Ph.T.

par Bernard d'Otreppe



Essai en vol à 10 000 ft et 200 km/h indiqués (vitesse propre 230 km/h). Le parachute de secours est visible dans le pare-brise.

Avant-goût

De bonnes qualités de vol ; un atterrissage facile ; repliable en quelques instants ; biplace à moteur arrière ; vrai ULM, partiellement caréné... C'était le cahier des charges de l'Albatros biplace, nom de code Albi, lancé en 1988. Au fil du temps, ce projet , spartiate, s'embourgeoise un peu. Tous les constructeurs proposent des appareils à cockpit fermé, et cela correspond réellement à la demande. Le dessin est modifié en ce sens. Au point de vue aérodynamique, un vieux grimoire (en fait, un catalogue de profils NACA datant de 1935) nous révèle un profil d'aile extraordinairement adapté à l'ULM : portance maximale énorme, décrochage très doux, traînée acceptable et faibles efforts de torsion. En plus, il est très épais. Alain Petit partage mon enthousiasme et décide d'équiper l'aile de son petit dernier avec ce profil. Et, en effet, le Micro-B vole plutôt bien. Avec cet appareil, Alain s'offre la médaille d'or au Championnat du monde en Hongrie, devant les Stratos, Mosler, etc. L'étude de la repliabilité est longue : ce choix ne permet pas toutes les architectures. Finalement, en mars 91, le prototype de faisabilité est prêt. Le fuselage en composite a été construit sans moule ; on pourra donc modifier ce qui ne nous plairait pas au point de vue confort, accès à bord, ergonomie en général : choses difficiles à évaluer parfaitement sur notre sommaire maquette d'aménagement. Ce prototype est équipé d'un Rotax 503 de 50 cv. L'appareil vole bien, mais les commandes de vol ne sont pas parfaites. Beaucoup de solutions seront testées avant de trouver les bonnes combinaisons. Suivent les essais de flutter. Le but du jeu est de s'assurer que la structure est capable d'amortir toute sollicitation de vibration (voir encadré). Pour cela, j'utilise une méthode classique qui consiste à frapper assez violemment sur le manche ou le palonnier pour provoquer une vibration. Si celle-ci s'amortit, on réessaye dans l'autre sens. Après cet essai (deux pour chaque commande), on suppose que l'amortissement est bon, et on peut refaire la même chose à une vitesse de 5 à 10 km/h plus élevée. Si l'amortissement n'est pas bon, il suffira de réduire la vitesse de 10 km/h, et on se retrouvera à une vitesse déjà explorée. Bien entendu, le processus doit être commencé à une vitesse suffisamment basse, sachant que le flutter est d'autant plus destructeur qu'il dispose de plus d'énergie, c'est-à-dire de vitesse. Le premier essai révèle une vibration anormale dans le gouvernail de direction, et ce dès les plus basses vitesses. Un nouveau gouvernail, équipé d'un contrepoids, résout le problème. La suite des essais permet de mettre en lumière d'autres imperfections, qui sont corrigées une à une.

L'entrée

Dix-huit septembre 91. On arrive maintenant aux derniers essais, à grande vitesse. Me voici à 3 500 mètres. Avant d'attaquer vraiment, j'ai refait les essais à 100, 120, 140 et 155 km/h, histoire de vérifier que le comportement de l'Albatros est toujours le même. Les contrôles suivants à 162, 168 et 175 km/h sont concluants. Je suis en phase d'accélération pour le prochain test. Un peu au-dessus de 180 indiqués (220 km/h en vitesse propre), j'entends un bruit métallique aigu. Une seconde après apparaît un autre bruit, plus grave. Inquiet, j'ai déjà coupé les gaz et suis occupé à faire une ressource pour réduire la vitesse quand j'entends un fort craquement à l'arrière, et l'habitacle se cabre nettement. Un instant plus tard, d'autres craquements violents, beaucoup plus près de moi, secouent l'habitacle, qui se met à tournoyer comme une toupie. Il est clair que l'appareil est désemparé et que nous descendons très vite. J'essaie de couper les contacts moteur. Le vacarme est assourdissant et je n'arrive même pas à savoir si le moteur tourne encore. D'autres ruptures se produisent et des débris traversent l'habitacle en tout sens. Je suis extrêmement secoué au point qu'il m'est difficile de tendre les bras pour atteindre les deux interrupteurs des contacts. Je finis par y renoncer et percute le boîtier de déclenchement des parachutes pyrotechniques, et j'entends distinctement la détonation du départ de la fusée. Je m'attends à un ralentissement des terribles secousses qui agitent la cellule. Le temps paraît long. Par moment nous tournoyons à vitesse élevée, ensuite d'autres craquements se produisent, la rotation s'arrête pour repartir dans l'autre sens, les chocs sont complètement désordonnés. Il est maintenant évident qu'il n'y a plus rien à attendre des parachutes et qu'il faut évacuer au plus tôt. J'essaie de déverrouiller la verrière. Une des deux attaches a déjà été arrachée et la seconde se laisse ouvrir facilement, sans que je doive employer le mécanisme de largage d'urgence. Il faut maintenant ouvrir le plexi plaqué en place par le vent. Je pousse et il se replie vers le haut, puis se referme aussitôt dans un grand claquement. J'essaie de larguer mon harnais, je finis par y arriver et me pousse dans la verrière qui se rouvre brutalement comme la première fois. Je bascule en avant au milieu de débris divers. Ça y est, je flotte dans l'espace, et je sais que je suis encore très haut. Le vacarme assourdissant a disparu, je n'entends plus que le sifflement du vent. Je cherche alors des yeux l'appareil et finis par le découvrir à une cinquantaine de mètres, un peu plus haut que moi, immobile dans le ciel. Il se tient verticalement, avec les ailes repliées vers l'arrière. Je n'oublierai jamais cette image : je vois mes pieds sur le bleu profond du ciel et un peu plus loin cette machine en apesanteur, éclairée par le soleil qui n'est plus très haut sur l'horizon. Je suis sur le dos, et je sais que ce n'est pas la bonne position pour ouvrir le parachute mais, n'arrivant pas à me retourner, je saisis la poignée et tire un grand coup. Rien ne se produit, je tire le câble un seconde fois, cette fois-ci le câble est bien sorti de cinquante centimètres : ça a l'air de marcher. Le parachute s'ouvre mais voilà mon harnais qui s'allonge brutalement. La sangle de poitrine me remonte sous la gorge et tire de plus en plus, au point que je crois un moment qu'elle va sortir comme un bouchon de champagne. Elle me passe devant le nez et arrache mon casque (qui était sanglé !) et mes lunettes. Tout est calmé, la voile est parfaitement gonflée. J'essaie de voir l'appareil, mais il est derrière moi. J'essaie en vain de faire tourner le parachute en tirant au hasard sur les suspentes, mais ça ne semble servir à rien. Finalement, en me tordant le cou, je vois la machine dégringoler en direction du village. Peu après, une sirène retentit. Je suis encore haut et la descente n'en finit pas. A l'évidence, je vais dans la forêt. En dessous de moi, il y a une grande antenne (un relais de télévision) sur une petite colline. J'essaie de faire évoluer le parachute : il me reste deux minutes pour apprendre à manoeuvrer ce truc si je veux être capable d'éviter de prendre cette antenne dans les fesses. Le vent m'emmène heureusement un peu plus loin. Un arbre s'approche, je me mets en boule, quelques petites branches cassent et me voilà comme un jambon sur un mât de cocagne, mais le tronc n'est pas loin, avec une grosse branche pour m'asseoir avant d'enlever mon harnais. Levant les yeux, je vois alors flotter dans le ciel des tas de petits morceaux, probablement des débris



FLUTTER
(en français intégriste : flottement ou vibration aéroélastique)

Toute structure rigide possède sa fréquence de vibrations propres. Il suffit de frapper un tube d'acier ou un verre en cristal pour s'en rendre compte : le son émis exprime la fréquence de la vibration, et ceci est indépendant de la façon de frapper ; c'est une caractéristique propre de l'objet. Un avion possède aussi sa fréquence propre, ou plutôt ses fréquences propres. En effet, il existe plusieurs modes vibratoires différents, qui peuvent être symétriques (comme le battement des ailes, à la manière d'un oiseau), ou antisymétriques, (une aile monte pendant que l'autre descend, pendant ce temps le fuselage va aussi osciller latéralement). Exemple : la flexion du fuselage en tangage constitue un mode vibratoire (symétrique), mais ce même fuselage peut aussi se déformer latéralement en se tordant (antisymétrique). En général, un avion aura 25 à 30 modes vibratoires différents, chacun avec sa fréquence propre. Les fréquences propres des surfaces portantes ne sont pas constantes mais sont influencées par l'écoulement de l'air : elles changent avec la vitesse. Le flutter est une vibration entretenue d'un élément de l'avion. Il résulte du couplage de plusieurs modes de vibrations de la structure. L'énergie provient de l'écoulement aérodynamique. Une amplification du phénomène de flutter amène irrémédiablement à la rupture en vol de l'appareil. Les remèdes ne sont donc pas de renforcer l'avion, mais de s'assurer que les fréquences propres des différents modes vibratoires ne puissent se coupler. En général, les risques de flutter augmentent quand la vitesse augmente. Les précautions normales contre les risques de flutter sont de construire une structure la plus rigide possible, surtout dans le sens de la torsion (voilure et fuselage). Des circuits de commande très raides sont également souhaitables, et il est souvent nécessaire d'équilibrer les gouvernes avec du plomb. Néanmoins l'excès de contrepoids peut avoir des effets pervers ; l'avis d'un spécialiste est utile.

"Essai de vibrations..." de quoi s'agit-il au juste ? L'essai se fait en deux phases. La première phase sert à mesurer la fréquence propre de chaque mode de vibration. L'appareil est suspendu élastiquement à quelques centimètres du sol. Une cinquantaine d'accéléromètres miniatures sont disposés aux endroits judicieux de la cellule ; ils sont reliés à l'enregistreur de données couplé avec l'ordinateur. Des excitateurs, élastiquement montés sur des tripodes, vont secouer l'avion. La fréquence et l'intensité de l'excitation est contrôlée par l'opérateur qui pianote sur un générateur électrique à fréquence variable. En faisant varier la fréquence de l'excitation, on voit quand la structure réagit. Quand les fréquences sont élevées (supérieures à 20 herz), la vibration émet un son perceptible à l'oreille. Les fréquences plus basses ne font qu'un peu de bruit.

La seconde phase de l'opération consiste à faire avaler les données ci-dessus à un ordinateur dont les programmes vont assez finement simuler l'écoulement aérodynamique et prévoir le comportement de l'appareil. En l'occurence, il faut que l'amortissement des vibrations soit positif dans tout le domaine de vol et 20 % au-delà (en vitesse).



Ci-contre : essai de vibrations en Allemagne, avril 92. En bas : même essai à Fréjus, janvier 92. Remarquez les petits excitateurs pneumatiques.

d'entoilage. L'épave est tombée dans un petit jardin, près du village de Callas. Le barographe m'apprend que tout ce petit monde dégringolait à environ 190-200 km/h. Effectivement, en voyant ce qui reste, il valait mieux ne plus être dedans. Le lendemain, toute l'équipe d'Aviasud inaugure un nouveau jeu : la chasse aux petits morceaux. Je pilote un Mistral avec un observateur, tandis que deux équipes au sol, munies de radios, crapahutent dans les collines pour ramasser tout ce qui traîne. Les débris sont éparpillés sur mille mètres et nous espérons tirer le maximum d'enseignements de l'observation des morceaux. Toutes les pièces sont étalées par terre dans un hangar et la succession des ruptures peut être reconstituée. J'ai eu un flutter dans la gouverne de trim qui a secoué la profondeur et a provoqué la rupture du fuselage juste en avant de la dérive. La profondeur a été arrachée aussitôt après, et, sans empennage, l'avion a cabré, ce qui a provoqué un facteur de charge très élevé qui a, à son tour, provoqué la rupture des ailes. Un spécialiste allemand nous a appris que certains phénomènes de flutter pouvaient se déclarer très brusquement, sans qu'aucun indice ne soit perceptible par le pilote à une vitesse immédiatement inférieure. Ma méthode d'essai n'était donc pas la bonne.

Le plat de résistance

Nous avons construit un nouvel Albatros. Il a été stratifié dans les moules de production, et bien entendu les empennages ont été sérieusement modifiés : commandes, gouvernes et partie arrière du fuselage plus résistantes et plus rigides. Cette fois-ci, nous faisons des essais de vibration au sol. Ce type d'essai, inconnu en ULM, est généralement utilisé pour tous les planeurs et avions certifiés, jusqu'aux plus lourds. Cet essai permet à l'expert de prévoir le comportement de l'appareil en ce qui concerne l'amortissement des vibrations. En l'occurence, après une semaine de travail sur ordinateur, notre expert nous calcule les contrepoids à prévoir pour les empennages, mais nous annonce que la commande de roulis n'est pas assez rigide. L'utilisation de contrepoids plus lourds provoquerait un risque de flutter pou l'aile elle-même !! La galère continue. Nous dessinons une nouvelle aile, avec des ailerons encastrés (alors que la précédente avait des ailerons "full span"). La commande par teleflex est abandonnée au profit d'une commande aviation traditionnelle, par câbles, mais qui permet néanmoins le repliage. Cette commande s'avère trop dure et le mécanisme occupe tout l'espace réservé

aux bagages. L'ensemble est redessiné et, en mars 92, l'Albatros 03 revole, mieux qu'avant. L'ampleur des modifications a été telle qu'il serait plus prudent de refaire un essai de vibration pour contrôler le tout avant de taquiner de nouveau les vitesses limites. Pour gagner du temps, je vais en Allemagne pour faire l'essai. Le temps, assez mauvais, m'oblige à voler plusieurs heures d'affilée sous la pluie, et j'apprécie particulièrement le GPS dans cette navigation difficile. Après ces essais, nous avons encore augmenté la rigidité des ailerons et l'ensemble est approuvé pour 240 km/h indiqués. Les essais en vol, avec sollicitations brusques des gouvernes, ont été poussés jusqu'à 205 km/h indiqués, en utilisant un anémomètre parfaitement calibré. Au-delà de cette vitesse, un pare-brise plus épais serait nécessaire. La VNE est donc fixée à 185 km/h.

Dernière étape du programme : les essais de vrille. Il s'agit simplement de mettre l'appareil en vrille et de déterminer la meilleure façon de l'en sortir. On commence par essayer le centrage le plus avant, qui est à priori le moins critique. Pour chaque centrage, je fais une mise en vrille à droite et à gauche et ensuite la même chose avec une vrille plus rapide, qui est déclenchée 10 km/h au-dessus de la vitesse minimale. En cas de vrille incontrôlable, je pourrai déclencher la mise à feu d'une fusée attachée à la dérive. Celle-ci donne pendant un court instant un vigoureux moment piqueur qui devrait arrêter la vrille.

L'expérience passée m'incite à m'équiper, en plus du parachute pyrotechnique double coupole classique, d'un parachute de freinage. Il s'agit d'un parachute d'atterrissage de Tornado (l'avion de chasse), reconditionné et monté avec une extraction pyrotechnique. Le système peut être ouvert jusqu'à 400 km/h mais, une fois ouvert, stabilise la descente aux alentours de 100 km/h, permettant alors l'ouverture du système normal.

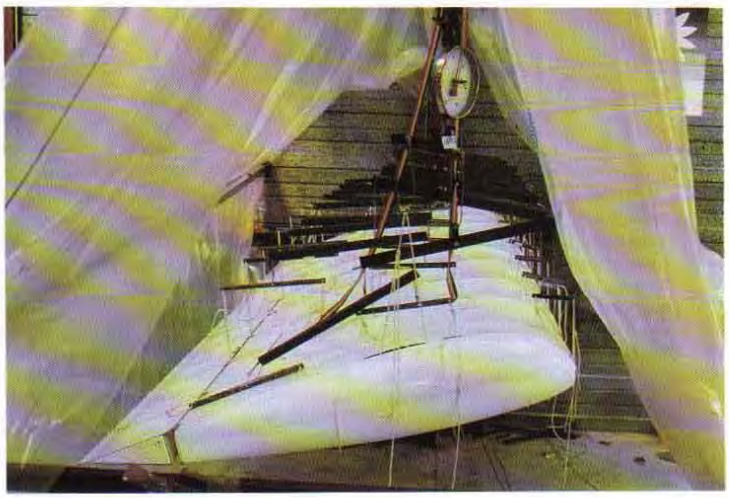
La première série de vrilles se passe bien, l'appareil sort de vrille tout seul manche lâché, et la ressource est simplement dosée par le réglage du trim de profondeur avant la vrille.

Le lendemain, changement de lest pour simuler un centrage plus arrière.

La 6ème vrille est un départ déclenché. Je lance la machine ; après un demi-tour, la rotation s'arrête. Toujours manche lâché, me voici en piqué. La vitesse augmente, la ressource commence. Tout à coup, grand fracas et me voici partant violemment en roulis à droite. L'appareil est incontrôlable ; il va falloir faire quelque chose. Un petit instant de réflexion est nécessaire : j'ai trois poignées pyrotechniques, il ne faut pas que je me gourre. A ma demande, Bertrand Claveau a collé sur chacune un petit idéogramme. Concentré sur cette question de choix de déclencheur, j'en oublie de couper le contact moteur. Paf ! la première fusée est partie ; c'était la bonne. Je vois dans mon pare-brise le sac qui s'ouvre et toute la lingerie qui part à la poursuite de sa fusée. Une seconde après, je suis violemment jeté en avant, sans bien comprendre. J'attends quelques secondes - tout est stabilisé, mais la position doit être bizarre. Au-dessus de moi, la planète. A l'avant-plan, une fusée pend au bout d'un câble d'un mètre ; c'est celle du parachute double coupole, qui a été arrachée dans le choc. En avant pour une deuxième poignée et re-PAF. Une seconde après, nouveau choc accompagné d'un retournement complet... Les choses se calment. Je suis suspendu dans mon harnais. L'Albatros semble descendre en piqué à la verticale, mais il s'agit d'une descente à faible vitesse - il doit bien avoir l'un ou l'autre parachute ouvert. Malheureusement pour moi, pendant toutes les pirouettes, le tuyau de remplissage de carburant s'est arraché du fuselage et l'essence me dégouline sur la tête. J'enlève mes lunettes, mais l'essence me pique les yeux, c'est vraiment très agressif. J'essaie d'ouvrir la portière droite



Nouvelle structure à longeron carbone, le bord d'attaque est plus souple et les nervures plus résistantes.



6,5 G à 54° grâce au canon à chaleur.

pour pousser dehors ce foutu tuyau, mais je réussis seulement à m'envoyer une bonne giclée d'essence dans la manche. Que faire ? L'idée d'attendre comme ça ne m'enchante guère. Le vario est en butée à 2000 ft/min, c'est-à-dire plus vite que les valeurs évoquées (oralement !) par le vendeur des parachutes. Peut-être un des deux parachutes n'est pas ouvert ? Je ne perds pas de temps à donner ma position, la radio est ruisselante d'essence... Allez, je quitte la navire. J'ouvre la porte, libère mon harnais, et hop. AAaaah..... le vide. Horrible impression d'apesenteur pendant l'accélération. Mes gestes sont inefficaces. Vite, attraper la poignée, je tire. Un solide choc, et me voici de nouveau suspendu à mon cher parachute dorsal. Héhé ! Cette fois-ci, j'ai bien étudié le manuel du parachute et je suis capable de le diriger ; il a une finesse de 1 et vire facilement. Première préoccupation : où est l'avion. Je ne vois rien tout autour. Levant la tête, je le devine par transparence dans la toile du parachute. Hem ! C'est le moment de filer. Je tire sur la bonne suspente ; demi-tour gauche et en avant. Je m'écarte. Coup d'oeil en arrière ; ça suffit. Je fais un demi-tour pour le regarder passer. L'appareil est en piqué à la verticale et une aile est complètement déplumée, il ne reste que le longeron. Les 3 parachutes sont parfaitement ouverts et ne semblent pas se gêner. L'Albatros descend plus vite que moi. Je veux voir où il va se planter. Tout à coup, je distingue son ombre qui court sur les arbres. Bon Dieu, le vent est fort, l'engin défile. Tout à coup, les parachutes se vautrent - une seconde après, j'entends l'impact. A mon tour. J'essaie de deviner vers où le vent me porte, mais le relief accidenté ne m'y aide pas. Vlan. Je suis tombé entre deux vieux oliviers sur une restanque. Ma tête heurte violemment le sol, mais c'était de l'herbe - tant mieux. Je quitte mon harnais. Je suis dans le verger d'une maison perdue dans les collines. Soucieux de discrétion, j'explique au propriétaire qui me prête son téléphone que je me suis égaré en parapente. Il comprend mal pourquoi il y a tout-à-coup une telle odeur d'essence dans son salon ! Peine perdue, le temps d'appeler l'usine, les gendarmes sont là, avec groupe de réanimation et tout. Non merci, je vai très bien, mais ils veulent absolument m'examiner !! j'entends sur la VHF un pompier confirmer que je dois être complètement "à la masse" : j'annonçais une chute en parapente pendant qu'ils avaient déjà retrouvé l'appareil...

Le dessert

Les raisons de l'accident me laissent perplexe. Au moment de la rupture, la vitesse devrait être autour de 160 et le facteur de charge de 3,5. Le longeron a été testé à 8g à la rupture et les nervures encaissent 9,2 g.

Après avoir exploré quelques fausses pistes, nous avons décidé de casser l'aile gauche de l'appareil, encore intacte. Nous découvrons que le bord d'attaque est si raide qu'il provoque une contrainte supplémentaire dans les nervures. D'autre part, le longeron, de forme tubulaire, a tendance à s'ovaliser légèrement à l'endroit de la ferrure principale et ceci déforme une nervure.

Retour à la planche à dessin. Les 3 pièces incriminées sont modifiées en fonction de cette expérience. Dans l'opération, les longerons sont passés en fibre de carbone, le bord d'attaque est plus souple, les nervures plus résistantes. Résultats : 10 kg de gagnés.

Au total 2 longerons et 3 ailes complètes ont été cassées pour contrôler le bien fondé du nouveau dessin. Cette fois-ci, on peut avoir confiance. Deo Gratias. (ceci n'est pas la signature du PDG d'Aviasud Engineering)

L'idée de récupérer l'ULM avec son pilote à bord vient du vol libre où ce concept marche à merveille.

Appliquée à un ULM biplace le problème est autrement ardu : l'énergie mise en oeuvre est *beaucoup* plus élevée. Pour situer le problème, comparons :

a) un PUL en perdition, d'une masse totale de 110 kg descendant à 90 km/h : son énergie cinétique vaut 1.

b) un ULM de 350 kg descendant à 150 km/h : son énergie cinétique vaut 8,84.

c) un ULM de 450 kg descendant à 180 km/h : son énergie cinétique vaut 16,4.

d) un ULM de 450 kg descendant à 220 km/h : son énergie cinétique vaut 24,4.

Le parachute de PUL pèse 2 kg. On devrait s'attendre à un parachute d'ULM pesant 30 kg. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'on a fait quelques impasses et c'est vraisemblablement au niveau de la vitesse d'ouverture. De toute manière, personne n'aurait envie d'équiper son ULM d'un parachute de 30 kg... Les démonstrations volontaires sont généralement effectuées à des vitesses faibles et ne rendent pas compte de ce problème d'énergie (quand la vitesse double, l'énergie cinétique quadruple !). Si on veut une protection réelle, il faudra bien prendre en compte cet aspect des choses. Il ne suffit pas de renforcer le parachute et sa fixation, parce qu'au-delà d'un certain point, c'est l'habitacle de l'ULM lui-même qui se déformera et laissera tomber ses occupants.

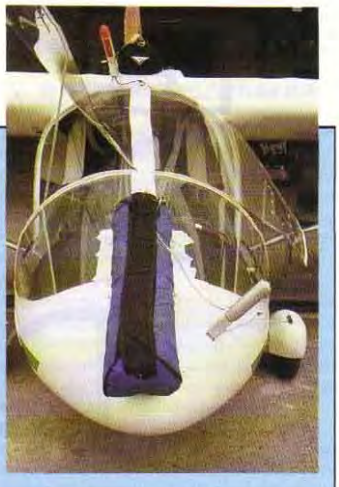
QUELS ENSEIGNEMENTS PEUT-ON TIRER DE DEUX UTILISATIONS DU PARACHUTE DE SECOURS EN CONDITIONS RÉELLES ?

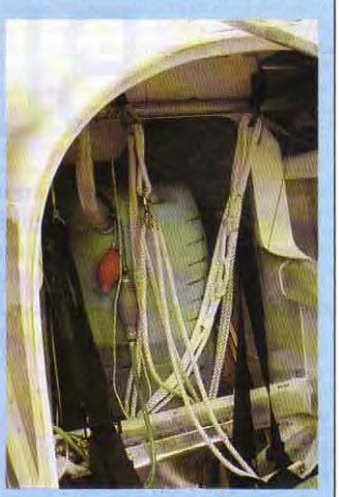
1) Callas le 18.9.91, masse de l'appareil au moment de l'ouverture : 355kg, vitesse du chute (d'après le barographe embarqué) environ 190 km/h.

Le parachute, du type RSS double coupole, était logé dans une cavité rigide découpée dans la partie supérieure de l'habitacle entre l'équipage et le moteur. Les bords de cette cavité sont arrondis et sans aspérités. La cavité est fermée avec un film de polyéthylène collé et tendu (thermo-retracté). Ce film n'est rien d'autre qu'un morceau de sac poubelle de 100 litres. Il est très facile à déchirer. Dans la cavité, une fermeture velcro, empruntée à un container RSS classique, protège les voiles d'une ouverture intempestive en cas de déchirure du film, qui est extrêmement léger. La fusée est orientée vers le haut, inclinée à 45° vers l'avant.

Au moment du départ de la fusée, l'hélice était déjà arrêtée par les longerons qui se sont rabattus vers l'arrière. La fusée est partie correctement. Le sac a libéré un parachute qui s'est ouvert. Dans le choc, ce parachute s'est déchiré partiellement (60cm de déchirure, près du cen-

Ci-contre : le parachute de Tornado pour ralentir la chute avant l'ouverture du Bi Coupole.
En bas : fixation inférieure du parachute.





DE L'USAGE DES PARACHUTES

tre) et a arraché la fixation de la sangle à l'ULM. Cette fixation avait une charge de rupture de 2 600 kg, ce qui aurait permis de résister à 2 600/355 = 7,3 g. Le second parachute est resté partiellement prisonnier de sa chaussette d'ouverture et n'a vraisemblablement pas participé à l'action. Si la fixation avait été capable de retenir 5 200 kg, il paraît vraisemblable que la voile se serait déchirée sur une plus grande longueur, rendant le parachute inutile. Le fait qu'un seul parachute se soit déployé n'implique pas nécessairement que ce dernier ait eu un choc plus grand à l'ouverture : ce qui compte, c'est la vitesse à l'ouverture. Si les deux parachutes s'étaient ouverts, par contre, il est certain que la décélération de l'ULM aurait été plus élevée et donc capable d'un effort plus élevé sur la fixation.

2) Claviers le 15.6.92, masse de l'appareil au moment de l'ouverture : 388 kg, vitesse de chute : inconnue, probablement entre 150 et 200 km/h

Séquence des opérations :

La fusée du parachute de freinage, bien qu'orientée vers le haut, est probablement partie vers le bas. Toujours est-il que quand le câble s'est tendu, il passait sous le train d'atterrissage, ce qui a provoqué le basculement violent de l'appareil vers l'avant. A ce moment, l'empennage a frappé la sangle du parachute et ceci a provoqué la rupture de la partie arrière du fuselage. La décélération m'a semblé très brutale. Je pense que sans harnais d'épaule ma tête serait partie en avant et aurait heurté mes genoux très violemment. Après stabilisation de la vitesse du chute, la fusée du système RSS double coupole (ainsi que son support, très vraisemblablement) était arraché du fuselage et pendait au bout de son câble, mais le fil électrique était intact (la preuve !). Le déclenchement a provoqué l'ouverture parfaite des deux voiles, avec également une décélération très brutale. Je ne sais pas si l'hélice tournait encore quant le RSS s'est déclenché. Les gaz étaient coupés. Le câble de sécurité s'est pris dans l'hélice et l'effort appliqué au moteur a arraché un des deux goujons de fixation du bâti. Il se peut que cet arrachement soit dû au choc à l'ouverture, mais une autre hypothèse est possible : l'hélice tournant encore aurait enroulé le câble comme un treuil qui aurait tendu la liaison vers le fuselage et brisé le carter. La vitesse de descente de l'ensemble, après l'évacuation du pilote, a été mesurée à 8,86 m/sec et ce pour une masse de 300 kg à l'altitude de 1 000 m, la température ambiante étant de 20°C. Si on considère que le parachute de Tornado est capable de porter 400 kg à 100 km/h, on peut supposer que, après ouverture des 2 voiles diamètre 5,20 RSS, sa contribution au freinage général était de 13,5 %. On en arrive au résultat que le RSS double coupole permet, à une masse de 400 kg de descendre à la vitesse de 11 m/sec dans cette masse d'air (1 000 m, 20°C) soit, aux conditions de l'altitude standard (0 m, 15°) 10,28 m/s. Ce résultat sera à comparer avec les tests actuellement en cours sur le double RSS.

LE PARACHUTE INDIVIDUEL

Mon expérience confirme ce qui est bien connu : ça marche, même pour un néophyte. Il suffit de tirer la poignée et c'est tout. Deux conseils tout de même : serrez très fermement votre harnais avant de sortir de l'avion, lisez bien la notice du parachute qui explique comment on le pilote - c'est très facile, encore faut il savoir sur quelle suspente tirer.

A partir de quelle hauteur est-il raisonnable de sauter ? Un essai d'évacuation réalisé au sol, à plat, sans stress, me fait supposer qu'il faut 10 secondes pour se libérer, ouvrir la verrière et sauter. Dans le cas d'un appareil tournoyant sévèrement, ça peut être beaucoup plus difficile. Dix secondes à 180 km/h, ça fait 500 mètres, si l'ouverture est commandée à 200 mètres, ce qui semble un minimum (les parachutistes le déclenchent à 600 mètres) cela donne 700 mètres. Moralité : en dessous de 700 mètres, les chances de s'en tirer sont minces. Ceci ne présente pas de problème pour un pilote d'essai qui travaille à 3 000 mètres, mais pour l'usage sport/loisir, c'est moins évident.

MES CONCLUSIONS

1) Le parachute est-il utile à la pratique de l'ULM ? Je l'ai toujours pensé, mais depuis 10 ans en France, combien y a-t-il eu de pilotes sauvés par le parachute ? Pas tellement. René Coulon prétend que bon nombre d'ouvertures utiles ont eu lieu, mais que les pilotes sauvés n'osent pas en parler par peur de devoir expliquer les raison qui ont conduit à cet événement. Bref, cette question reste ouverte.

2) L'ouverture

Le choc dû à la vitesse est considérable. A mon avis, il existe une solution qui consiste à insérer, entre l'ULM et la sangle du parachute, un "frein structurel" qui, par destruction de matière, pourrait absorber l'énergie de la vitesse en s'allongeant. L'allongement ne sera que ce qui est nécessaire : c'est-à-dire que si on ouvre le parachute à 150 km/h, le frein gardera sa longueur initiale de 2 mètres ; si on ouvre à 234 km/h (65 m/s) le frein s'allongera de 11 mètres, mais le parachute et l'ULM ne seront pas plus sollicités que si l'ouverture avait eu lieu à 150 km/h. Ce frein pourrait peser 1 à 2 kg et son coût ne devrait être qu'une fraction de celui du parachute.

3) La vitesse de descente

Une vitesse de descente faible nécessite un parachute très grand, dont la vitesse d'ouverture maxi est basse. Supposons (pure hypothèse) que la vitesse de descente soit de 5 m/s. Il faut se rappeler que la vitesse d'impact dépend aussi du vent. S'il y a 10 noeuds de vent, la vitesse d'impact sera de 7,2 m/s (combinaison des deux vitesses). La vitesse de descente maximale acceptable dépend de la protection de l'équipage offerte par l'ULM. Personnellement, après avoir analysé des chocs sur le Mistral, et en voyant les dégâts de l'Albatros après sa descente parachutale, je pense qu'une vitesse de 9 m/s laisserait à l'équipage de très bonnes chances de sortir indemne, sachant que le vent et les obstables au sol impliquent un risque aléatoire (ceci pour le cas d'appareils fermés comme le Mistral, l'Albatros et bien d'autres). Pour fixer les idées, une chute libre d'une hauteur de

1,27 m	donne une vitesse d'impact de 5 m/s
1,83 m	6 m/s
2,50 m	7 m/s
3,26 m	8 m/s
4,13 m	9 m/s
5,10 m	10 m/s