

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara, photo : Sky
Paragliders ■

AU RAYON des PRODUITS LIGHT...

n°40

Avec l'avènement des tissus légers, de plus en plus de fabricants proposent des versions « légères », « ultralight », de modèles déjà existants ou bien des modèles nouveaux spécifiques, afin de répondre à des critères « poids/compacité » appréciés par le dos des pilotes. Tous les créneaux de matériel sont touchés par cette soif du light, de l'aile « normale » de site allégée, jusqu'aux ailes spécifiques montagne, sans oublier les mini-voiles qui sont une solution ultra-compacte pour redescendre après la conquête d'un sommet. Ce mois-ci, nous nous intéresserons dans l'aéro-mécaVol aux différentes conséquences de l'emploi des tissus et matériaux légers sur l'utilisation, le vol et la pilotabilité de nos parapentes.

AU DÉCOLLAGE

Excepté l'aspect poids/compacité de ces matériels, l'un des avantages les plus prisés par les montagnards, adeptes des décollages exigus, est bien sûr la légèreté au gonflage apportée par ces nouveaux matériaux. Une aile en tissu « léger » gonflera systématiquement plus vite que son homologue de taille identique en tissu « normal ». Pour cela, deux raisons principales :

- ces tissus sont en général plus « mobiles », plus souples et autorisent un gonflage très rapide lors de l'impulsion ;
- la masse globale de la voilerie est dimi-

En quoi et pour quelles raisons l'allègement de l'aile change ses comportements ?

nuée de 30 à 50 % parfois. Or, comme l'effort de levage apporté par les forces aérodynamiques est le même (voir chronique *Vol Libre n° 361* sur le gonflage), les lois de la dynamique de Newton nous indiquent que les accélérations sont augmentées dans le même rapport. Une aile « légère » montera donc sensiblement jusqu'à 2 fois plus vite au-dessus de la tête du pilote.

Une fois montée, le comportement à la prise en charge lors de la course est sensiblement le même qu'avec une aile normale, la vitesse de décollage aussi. En effet, c'est le poids total qui compte à cet instant, et quelques kilos de moins n'influent que très peu sur la vitesse de décollage.

ET EN VOL

En vol, l'aile semble aussi plus « légère ». Tout d'abord dans son comportement au pilotage, sa maniabilité. Plusieurs causes peuvent être à l'origine de cette meilleure maniabilité :

- tout d'abord, comme pour la phase de gonflage, une masse sensiblement plus faible de la voilure diminue d'autant son inertie et procure une réactivité plus grande à toute force appliquée sur la voilure, notamment les forces provenant du freinage. Que ce soit pour le virage ou les variations de tangage commandées, l'aile réagira plus rapidement à la demande du pilote. Il faut toutefois tempérer cette modification par le fait que l'inertie de la voile n'est pas simplement représentée par la masse du tissu mais aussi par la masse d'air emprisonnée à l'intérieur de l'aile. Typiquement, pour une aile dont la version « normale » pèse 6 kg et la version « allégée » 3 kg, en considérant que la masse d'air emprisonnée (environ 10 m³) représente 10 kg, l'inertie de l'aile remplie d'air aura diminué d'environ 20 % au lieu de 100 % si l'on ne considère pas l'air emprisonné ;

- par ailleurs, la diminution du poids de l'aile influe aussi sur la position du centre de gravité de l'ensemble aile-pilote donc sur le centre d'inertie par rapport auquel les différents moments de rotation (roulis, lacet, tangage) sont appliqués lorsque le pilote manœuvre l'aile. La variation typique de hauteur du centre de gravité, pour 3 kg de diminution de masse voilure sur environ 100 kg de poids total volant, est d'environ 3 % de la hauteur totale du suspentage. Pour une hauteur de 7 m, cette variation est d'environ 20 cm.

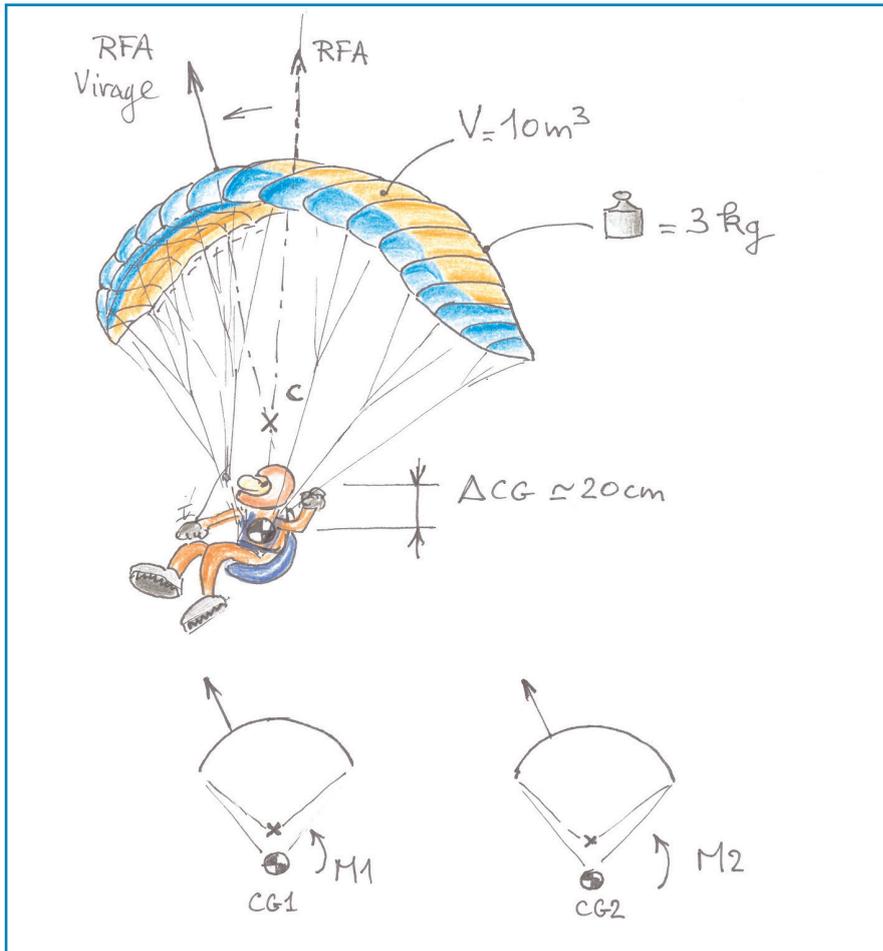
La maniabilité en roulis dépend directement de la différence de hauteur entre le centre de voûte et le centre de gravité. Le centre de voûte peut, en effet, être considéré approximativement comme le point de l'axe de symétrie par lequel passe la résultante aérodynamique en cas de mise en virage (voir figure et les chroniques *Vol Libre n°340 à 342* sur la mise en virage). La distance entre le centre de gravité serait typiquement dans notre exemple de l'ordre de 1 m. Le moment de rotation en roulis est directement proportionnel à cette distance. Ainsi, si le centre de gravité descend de 20 cm (3 % de la hauteur totale), le moment de roulis pour une même action aux commandes est donc augmenté de 20 % (20 cm/100 cm).

En résumé, une inertie diminuée de 20 %, un moment augmenté de 20 %, l'accélération de mise en roulis qui est le rapport du moment sur l'inertie est en hausse de 40 % environ. Une aile légère est donc effectivement plus maniable en virage.

Concernant la maniabilité tangage ou lacet, l'effet est moindre puisque la position en hauteur du centre de gravité intervient peu. Seule l'inertie plus faible de l'aile augmente sa « réponse » à un braquage symétrique ou non. Ce comportement se retrouve lors de l'atterrissage et de l'arrondi où l'aile aura tendance à « suivre » plus rapidement les ordres du pilote donc, en général, à autoriser des atterrissages plus précis.

Enfin, en ce qui concerne l'effort aux commandes, celui-ci est légèrement changé par la nature du tissu, mais pas fondamentalement. Lors de la dernière chronique dans VL 370, nous avons vu que cet effort





dépend d'une part de la pression interne et de l'épaisseur du profil (pour « plier » le volet de frein), d'autre part de la portance occasionnée par la courbure du profil. D'un autre côté, la « souplesse » et la mobilité plus grande du tissu autorisent une « respiration » plus importante de l'ensemble de la voile gonflée lors des variations de portance donc aussi lors du braquage du frein.

Les qualités de vol les moins sensibles à la nature du tissu sont probablement les performances. La différence de poids de l'aile change relativement peu les équilibres et les vitesses de vol ainsi que la finesse et le taux de chute.

EN ATMOSPHÈRE TURBULENTE

Nous l'avons vu, la stabilité dynamique en tangage d'une aile de parapente dépend de la stabilité aérodynamique du profil (voir chroniques VL 337 et 338 sur la stabilité). Cette stabilité de profil intervient sur le moment à piquer ou à cabrer de l'aile lorsqu'elle rencontre une turbulence. Dans la mesure où l'on peut considérer que la forme du profil n'est pas changée entre une aile « légère » et son équivalent « normal » la « cause » d'un mouvement à piquer ou à cabrer représentée par le moment de tan-

gage (résultant d'un changement d'incidence en turbulence) est sensiblement la même pour les deux types d'aile.

Cependant, ici encore, l'inertie plus faible de l'aile remplie d'air (diminuée de 20 %) va changer le comportement de l'aile. Celle-ci changera plus rapidement de position lors d'une sollicitation en tangage. Plusieurs comportements sont possibles suivant la nature de l'aile de base :

- si elle est plutôt stable, ayant peu tendance au « shooting » (départ franc en tangage vers l'avant), elle se stabilisera plus rapidement au-dessus du pilote, par mouvements rapides ;

- si elle est plutôt « chaude », avec une tendance marquée au « shooting », ses mouvements seront plus rapides. Mais en contrepartie son inertie plus faible pourra « limiter » l'amplitude des mouvements. Elle aura moins tendance à « amplifier » les grandes oscillations et « overshooter » par inertie.

ET EN SORTIE DU DOMAINE DE VOL ?

Dans tous les cas de sortie du domaine de vol (fermeture, décrochage, abattée, etc), les comportements décrits plus hauts et les causes de ces comportements auront des conséquences similaires :

- en cas de fermeture, frontale ou asymétrique, l'inertie plus faible et la capacité de gonflage rapide sont un avantage certain pour une réouverture rapide ;

- en cas de décrochage, d'abattée, le comportement décrit lors du vol en turbulence est aussi à l'œuvre : abattée plus rapide, mais plus limitée par la faible inertie.

En résumé, tout se passe plus rapidement, le retour au vol normal aussi.

Finalement, en ce qui concerne les qualités de vol, de décollage et d'atterrissage, une aile en tissu « léger » sera probablement plus maniable et précise que son homologue en tissu normal et, en général, reviendra plus rapidement en vol après un incident (pour peu que l'aile « de base » soit déjà saine..).

Cela associé à la réduction de poids et l'augmentation de compacité, procure des avantages certains à l'utilisation de ces tissus.

Les inconvénients accompagnant ces avantages sont principalement :

- du fait de la « mobilité » et de la souplesse du tissu, une plus grande difficulté à l'utiliser pour des ailes de hautes performances à grand allongement où leur forme sera plus difficile à contrôler ;

- ces tissus peuvent sembler un peu plus fragiles que les tissus classiques notamment à l'usure par frottement et à l'évolution de la porosité. Mais des constructeurs qui les utilisent depuis très longtemps indiquent que la différence est finalement très faible ;

- Ils sont aussi moins résistants et n'autorisent pas une utilisation « acro » ou simplement la pratique répétée des 360° ;

- leur coût de revient est parfois supérieur à celui d'un tissu classique, principalement à cause d'une plus grande technicité, d'un contrôle plus strict de la fabrication et d'un volume de production moindre que celui des tissus classiques. Mais cela devrait aller en s'arrangeant avec la demande en hausse d'ailes légères. Certaines marques ont déjà des prix extrêmement accessibles sur ce type d'aile.

A RETENIR

Grâce à la plus faible inertie, les ailes légères offrent généralement des qualités de vol plus orientées vers la maniabilité et la facilité (sauf pour les ailes « haut de gamme »), un poids réduit/compacité qui ravit les alpinistes et randonneurs mais des contraintes d'utilisation demandant plus de soin, une durabilité à surveiller et un prix d'achat parfois plus élevé.

Comme d'ordinaire dans notre sport, chacun trouvera chaussure à son pied suivant ses principaux critères de choix personnels. ■■■

