

Toujours plus vite... mais jusqu'où ?

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

Après un regard attendri sur la Sailwing le mois dernier, au vol majestueux de lenteur, nous revenons ce mois-ci sur la définition des systèmes d'accélérateur, et de leurs limites. Nous aborderons aussi quelques pistes à la portée des concepteurs pour repousser au maximum ces limites. En un mot : accélérer à dont...

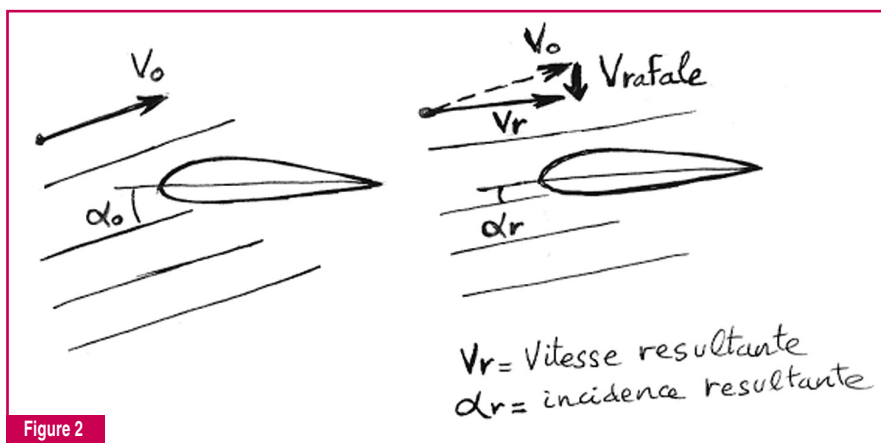


Figure 2

LA FERMETURE, LIMITE À LA VITESSE MAXI

Nous avons vu lors de la dernière rubrique que l'accélération sur un parapente était obtenue par la diminution de calage (réel ou aérodynamique dans le cas d'une modification du profil). Supposons pour l'instant que l'on dispose d'un système d'accélérateur efficace, permettant de diminuer de façon régulière le calage de la voile. Cette variation de calage entraîne une diminution de l'incidence et du coefficient de portance C_z et donc une augmentation de la vitesse d'équilibre de l'aile. Ce fonctionnement est illustré par les courbes figures 1a, 1b et 1c, qui montrent la variation d'incidence, du C_z

et de la vitesse en fonction de la variation du calage (de 0 à 15° négatifs), pour plusieurs ailes de finesse différente.

On remarque que pour une même variation de calage, donc pour une même course d'accélérateur, la plage de vitesse est plus grande sur une voile performante que sur une voile "basique".

En théorie, une vitesse très élevée peut être atteinte, moyennant une incidence très faible et donc un C_z très faible. Dans un air totalement calme, ces vitesses de vol sont possibles en supposant un système d'accélérateur capable de diminuer globalement le C_z à ces très faibles valeurs.

Pendant, comme tout pilote de parapen-

te le sait bien, l'air n'est jamais totalement calme...

Une simple rafale descendante, provenant par exemple d'une turbulence, ou d'une sortie de thermique, est susceptible de diminuer instantanément l'incidence. Cette diminution d'incidence est tout simplement égale à la composition vectorielle du vent apparent initial et de la rafale descendante (voir la figure 2). La fermeture est obtenue lorsque la rafale est suffisamment grande pour rendre négative l'incidence et donc le C_z . Lorsque la portance est négative, les suspentes ne peuvent plus être tendues et la voile s'effondre. La vitesse limite de rafale verticale est celle qui rend l'incidence nulle.

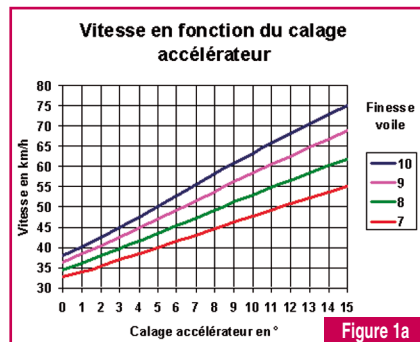


Figure 1a

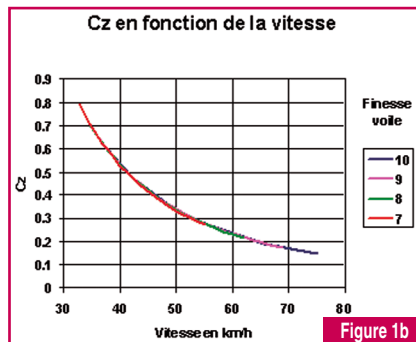


Figure 1b

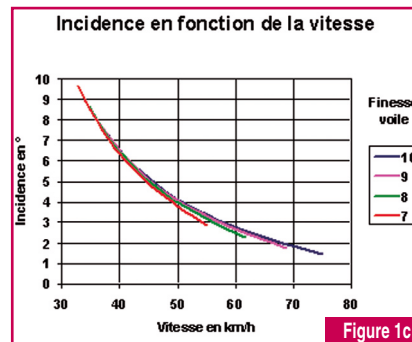


Figure 1c



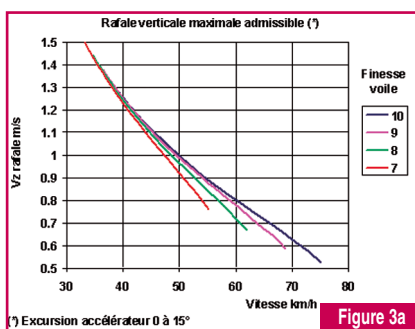


Figure 3a

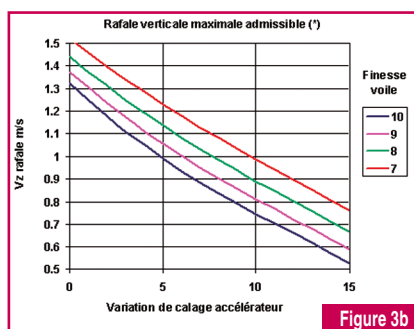


Figure 3b

A partir des courbes de la figure 1, il est possible de représenter les vitesses limite de rafale verticale. Le concepteur de parapente "s'autorise" une vitesse de rafale plus ou moins élevée pour définir son système d'accélérateur et sa course maximale, donc la vitesse maximale de l'aile. Cette vitesse limite de rafale autorisée est équivalente à une incidence limite minimale en vol stabilisé, une "garde d'incidence à la fermeture" en somme. Les courbes figures 3a et 3b montrent la vitesse limite de rafale en fonction de la vitesse et du calage accélérateur, pour les mêmes ailes.

Comme on pouvait s'y attendre, ces courbes montrent que plus la vitesse est élevée, plus faible est la vitesse de rafale provoquant la fermeture. L'aile est plus "fragile" accélérée. Pour une aile de finesse 8, dont la rafale verticale de fermeture est à environ 1.5 m/s en vol non accéléré à 36 km/h, cette vitesse limite de rafale tombe à environ 0.8 m/s à 55 km/h.

Un autre constat intéressant, pas évident a priori : d'après la figure 3a, plus l'aile est performante, plus elle est résistante à la fermeture pour une vitesse donnée. A 55 km/h, la vitesse limite de rafale est plus faible pour une aile de finesse 7 que pour une aile de finesse supérieure !

Inversement, pour une variation de calage donnée, une aile performante est plus fragile qu'une aile de finesse 7 (Figure 3b).

Bien entendu, ces différents constats ne sont valides que si toute l'aile, du centre aux stablos, est à la même incidence et au même Cz. Si une partie du profil est à une incidence plus faible que l'incidence générale, la fermeture interviendra plus tôt (pour une vitesse de rafale plus faible) à cet endroit que sur le reste de l'aile.

Cette analyse de la vitesse maximale autorisée pour une vitesse limite de rafale

donnée montre que cette vitesse maximale n'est atteignable que si la variation de calage, l'incidence et le Cz obtenus à cette allure, sont parfaitement uniformes sur toute l'aile. Sinon, la vitesse maximale sera limitée par la partie la plus "fragile" de l'aile.

DE LA VARIATION DE CALAGE

A partir du constat précédent, le problème est maintenant de trouver un système dont le fonctionnement permet le respect de la contrainte "calage uniforme sur toute l'aile", sur toute la course de l'accélérateur. C'est le seul moyen d'obtenir la solidité maximale sur toute la course accélérée.

A titre d'exemple, analysons un système simple d'accélérateur, dont la manœuvre "incline" uniformément les 4 élévateurs, de façon progressive entre A, B, C et D. Sur une aile classique, les points d'attache des 4 lignes de suspentage sont répartis proportionnellement à la corde de chaque nervure suspentée, par exemple entre 10 % de la corde pour les A, et 80 % de la corde pour les D (Figure 4). Pour une corde centrale typique de 2.75 m, la distance entre A et D est d'environ 2.20 m. Prenons maintenant une nervure proche du bout de plume, de corde 1.2 m environ. Sur cette nervure, la distance entre A et D devient environ 1 m (Figure 4).

Une course d'accélérateur de 250 mm donne une variation de calage de 7° sur la nervure centrale. En se reportant aux courbes de la figure 1, cela donne une vitesse de l'ordre de 50 km/h pour une aile entre 8 et 9 de finesse. Cependant, cette course d'accélérateur donne une variation de calage de 15° en extrémité de l'aile (Figure 5). Les courbes de la figure 3b montrent que le bout d'aile est sensible à une rafale 2 fois plus faible que le

reste de l'aile. Une accélération supérieure mènerait à la fermeture prématurée du bout d'aile. En quelque sorte, la vitesse maximale atteignable sur cette aile, et avec ce système d'accélérateur, est fortement limitée par la variation non uniforme du calage lors de l'accélération (Figure 5).

DES SOLUTIONS ?

Depuis les débuts du parapente, l'ingéniosité des constructeurs a permis de remédier à ce problème. Plusieurs types de solutions sont possibles, dont les quelques principes suivants, non limitatifs :

1. Augmenter le calage de base vers l'extrémité de l'aile et conserver un type d'accélérateur "simple". Par ce moyen, le calage du bout d'aile en vol "normal" est "trop" élevé par rapport au reste de l'aile. Il y a une perte de finesse, mais un gain sur la solidité. Lorsque l'accélérateur est actionné, le bout d'aile diminue plus vite son calage, mais comme il part d'une valeur plus élevée que la partie centrale, il atteint une valeur "raisonnable" à la course maxi, ce qui permet de garder une protection à la fermeture.

2. Dédoubler certains élévateurs, une partie soutenant le centre de l'aile, l'autre partie soutenant le dernier tiers, et utiliser un mouflage différent pour l'élévateur "centre", et l'élévateur "extrémité". Ainsi, il est possible par exemple de diviser par 2 la course totale pour l'extrémité, donc de résoudre le problème. L'inconvénient est que ce type d'élévateurs est sensiblement compliqué.

3. Changer le positionnement des points d'attache dans le dernier tiers de l'aile, le principe étant de les écarter pour diminuer l'angle induit par la course d'accélérateur.

Idéalement, l'angle induit pour une course donnée doit être le même quelle que soit la nervure, donc l'écart entre les points d'attache A, B, C, D doit être constant. L'accélérateur redevient très simple.

Ces quelques principes sont cités à titre d'exemple. Une multitude d'autres solutions sont envisageables, plus ou moins complexes, dont l'utilisation dépend du créneau de la voile. On n'utilisera pas les mêmes solutions sur une aile de début (plutôt des solutions type 1) que sur une aile de compétition ! Comme pour toutes les autres caractéristiques, c'est la variété qui fait l'intérêt de notre sport. ■■

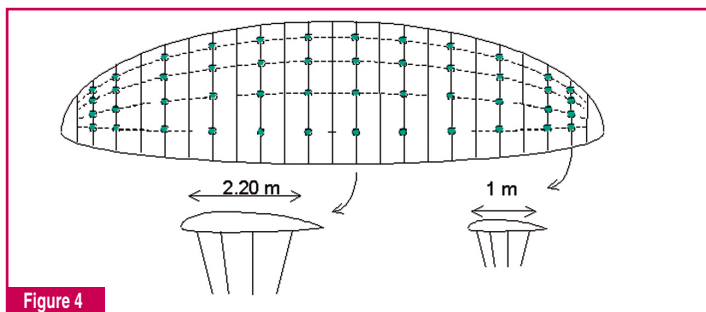


Figure 4

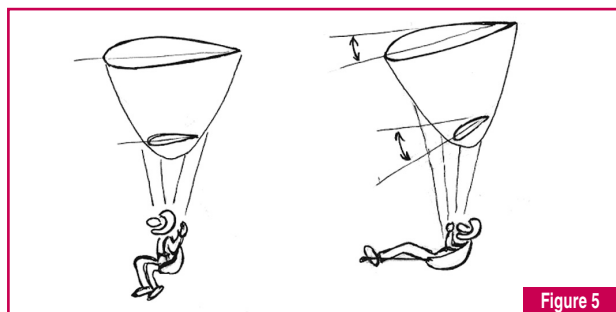


Figure 5

