

TROUVEZ-MOI LES RESPONSABLES !

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

Ce mois-ci, nous en finirons avec notre analyse des effets de l'échelle et de la charge alaire sur les performances de nos parapentes. Cette dernière chronique nous permettra d'identifier les composantes responsables des variations de performances constatées lors des précédents numéros pour plusieurs types de parapente, "tous publics" à "unlimited".

J'AI LES NOMS DES MENEURS...

Quels paramètres influent sur les performances, finesse, Vz et vitesse ? Comme présentées dans les premières chroniques, ces performances se déduisent de l'équation d'équilibre entre le poids total volant, et la RFA :

$$m \cdot g = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot \sqrt{Cz^2 + Cx^2}$$

Pour une géométrie et un calage donnés, l'équilibre est trouvé pour un couple (Cz, Cx) et une vitesse V. La finesse de vol est égale au rapport :

$$f = \frac{Cz}{Cx}$$

ou bien si l'on désire évaluer les contributions de traînée en m² :

$$f = \frac{S \cdot Cz}{S \cdot Cx}$$

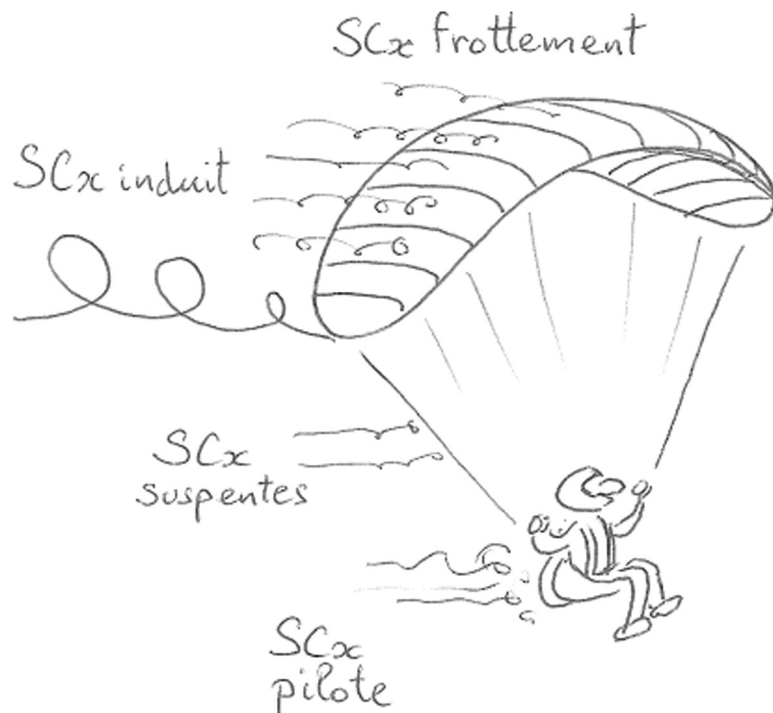
La "règle à calculs" (feuille Excel) qui nous a permis de bâtir les abaques des rubriques précédentes se charge de trouver le point d'équilibre pour une aile donnée, en tenant compte des contributions suivantes :

- Pour le SCz : il est en gros proportionnel à la surface projetée, ce qui explique que pour un calage donné une arche prononcée donne une aile très légèrement plus rapide.

- Pour le SCx : son expression est plus complexe, et résulte de la somme de plusieurs composantes sur un parapente, qui varient différemment avec l'échelle (figure 1) :

La traînée pilote + harnais : cette traînée est assez bien connue. Elle a fait l'objet de plusieurs campagnes de mesures en soufflerie pour plusieurs positions de pilote et plusieurs types de harnais. L'ordre de grandeur de la traînée pilote varie sensiblement de 0.5 m² pour un pilote debout dans sa sellette, à 0.2 m² pour un pilote allongé dans un harnais caréné. Un bon ordre de grandeur pour un pilote "normalement allongé" dans un harnais standard peut être évalué à 0.35 m². En ce qui concerne la variation de traînée pilote avec la taille des ailes, on peut la considérer proportionnelle à la variation de surface frontale.

Figure 1



La traînée du suspentage, elle peut être décomposée en 2 parties. Une partie proportionnelle à la longueur et au diamètre du suspentage. Une partie proportionnelle au nombre de jonctions. La première composante est évaluée en considérant toute longueur de suspente comme un cylindre. Etant donné le diamètre très faible de ce cylindre, le nombre de Reynolds très faible donne un Cx de l'ordre de 1, sensiblement constant dans la plage de vitesse de nos parapentes. En première approximation, avec un Cx de 1, la traînée de suspentage est donc égale à la surface frontale des suspentes. Par exemple, 100 m de suspentes de 1 mm de diamètre sont équivalents à 0.1 m² de traînée. Cette traînée double si le diamètre passe à 2 mm.

La traînée de peau : comme son nom l'indique ("skin friction" en anglais), elle est le résultat de l'écoulement sur la peau de l'aile. Cette traînée a été détaillée dans une précédente chronique (traînée de pression et traînée de frottement). Elle est proportionnelle à la surface de l'aile. Pour une aile intermédiaire, cette traînée est de l'ordre de 0.4 à 0.6 m².

La traînée induite : elle résulte de la portance et de l'allongement fini de l'aile et a aussi été présentée dans une précédente chronique. Si l'on considère une charge alaire constante, donc un Cz sensiblement constant, la traînée induite est, elle aussi, proportionnelle à la surface et du même ordre de grandeur que la traînée de peau, soit 0.4 à 0.6 m².

Une comparaison relative des différentes composantes de la traînée est donnée dans les schémas suivants, pour les trois types de parapente : "tous publics", "performante" et "unlimited". On remarque principalement que si la traînée de l'aile (traînée induite et frottement) est prépondérante pour une aile tous publics, la répartition est beaucoup plus équilibrée pour une aile unlimited. Il est donc par exemple plus intéressant de travailler sur la traînée de suspentage sur une aile unlimited que sur une aile tous publics (figure 2, 3 et 4).

Par ailleurs, on peut remarquer que l'aile "unlimited" à 7.5 d'allongement est probablement très proche de l'aile optimale pour une surface de 30 m² environ, où la traînée induite est égale à la traînée de frottement.

EN GUISE DE CONCLUSION PROVISoire

Cette dernière série de chroniques sur les effets de l'échelle et de la charge alaire sur les performances a été l'occasion de la mise au point d'une "règle à calculs" pour la prise en compte des différentes composantes entrant dans le calcul des performances d'une aile. Cette "règle à calculs", sous forme d'une feuille Excel, est disponible ainsi que son mode d'emploi sur le site : www.bio-air-technologies.com

Elle permet d'évaluer les performances et l'équilibre d'un parapente en fonction des paramètres de définition. ■■■

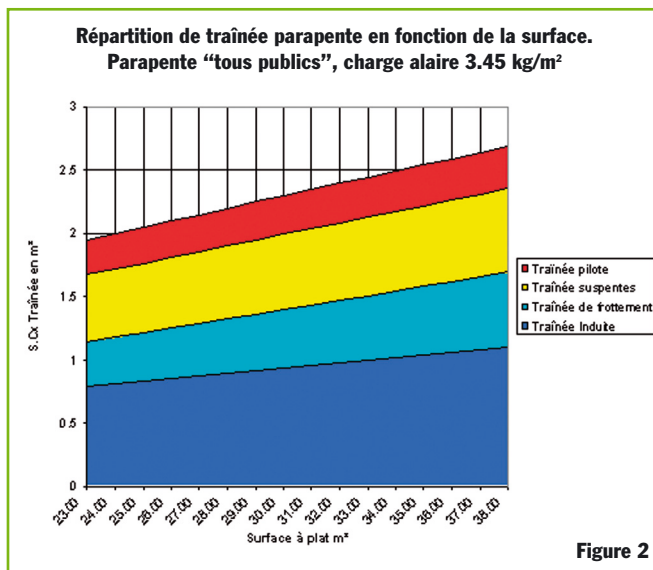


Figure 2

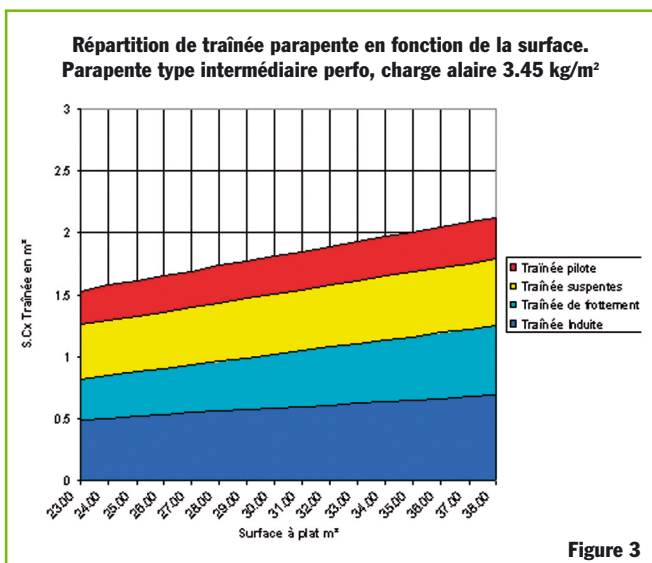


Figure 3

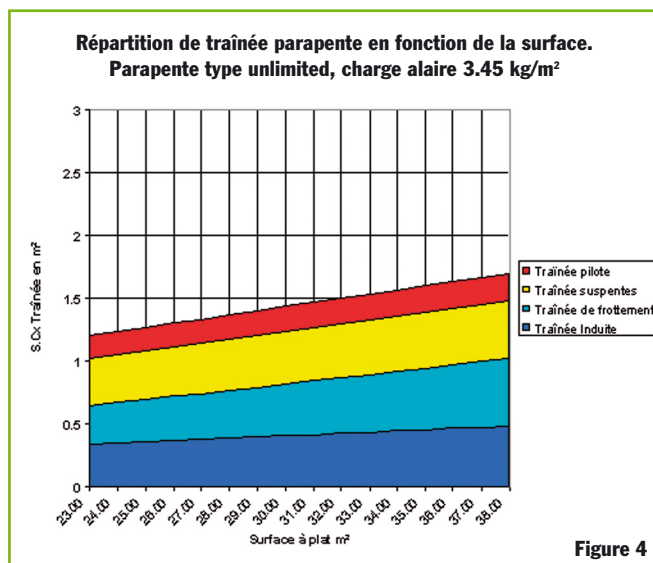


Figure 4

