# CE QUE vous COÛTERAIT un RÉGIME BASSES CALORIES...

Texte et croquis :
Olivier Caldara

FICHE TECHNIQUE n°16

La mode est au light, au "slim", au macrobio, etc. Toute une industrie s'articule autour des produits et méthodes amincissants. Tant et si bien que quel que soit son poids, de matraquage publicitaire en messages subliminaux, chacun devient peu à peu convaincu qu'il doit absolument maigrir. De 45 à 120 kg, même combat : je dois absolument perdre du poids (pour en fait "engraisser" le marché du "slim" !). Nonobstant les conséquences directes ou indirectes par exemple sur la santé et le porte-monnaie, il en est au moins une qui nous intéresse plus particulièrement : l'effet sur les qualités de vol et les performances de nos machines de vol libre !

En effet, l'aéronef de vol libre, delta, rigide, ou parapente, est un des seuls où la variation de masse du pilote revêt une grande importance. Dans une certaine mesure, le planeur aussi, mais surtout à cause de la variation de centrage, et non à cause de la variation de masse totale. Le petit tableau suivant donne le "poids" relatif du pilote par rapport à la masse totale en vol, pour quelques exemples de machines volantes.

| Type d'appareil | Poids relatif du pilote |
|---|---|
| Jumbo-Jet | < 0.1 % |
| Avion de chasse | < 1 % |
| Avion léger | 20 % |
| Planeur | 25-30 % |
| Delta ou rigide | 70-80 % |
| Parapente | 80-90 % |

Ainsi, maigrir ou grossir de 15 kg, ou bien emporter du lest sur un parapente peut revêtir une importance nettement plus grande que sur un avion de chasse et donne une variation relative de la polaire équivalente à "ballaster" de 100 litres un planeur de performance.
Les chroniques de ce mois-ci et du mois prochain sont destinées à rappeler les mécanismes occasionnés par les variations de charge alaire dans notre domaine de jeu.

- Une première partie, valable pour tous les aéronefs rigides et non déformables, permet de "peser" les effets principaux.
- Une seconde partie, plus spécifique du parapente, traite des effets particuliers dus au caractère déformable de nos voiles

Ces deux parties sont traitées à partir de l'exemple du parapente, tout en gardant à l'esprit que la première partie sur les effets principaux est aussi applicable aux rigides, deltas, et autres...

FICHE TECHNIQUE n°16

## D'OÙ VIENT LA DÉFINITION DE LA "CHARGE ALAIRE" ?

Une première explication, digne de M. de La Palice, serait d'en donner la définition :
"*C'est un paramètre égal à la masse totale divisée par la surface portante*", ou bien :

$$Ch = \frac{m}{S}$$

avec dans le cas du parapente :

$$m = PTV \quad \text{et} \quad S = \ldots$$

Alors, surface à plat, ou projetée ?
En fait, $S$ est traditionnellement la surface à plat en parapente, bien qu'en fait il serait plus rigoureux de prendre en compte la surface projetée, participant "réellement" à la portance.
Bien, mais on ne sait toujours pas d'où ça vient, à quoi ça sert et la raison pour laquelle on a défini ce sacré paramètre. Pour appréhender les causes de son apparition, il suffit d'écrire l'équilibre de l'aéronef en vol plané, par l'équation de portance. Eh oui, toujours la même... on ne se lasse pas des bonnes choses, surtout quand elles sont simples :

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

avec l'approximation

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

précise à moins de 1 % pour une finesse supérieure ou égale à 8.
La définition de la charge alaire découle tout simplement de la réponse à la question suivante : "**toutes choses égales par ailleurs, comment comparer les performances de 2 aéronefs de taille et/ou de masse différentes ?**". Il suffit pour y répondre de "supprimer" dans l'équation de portance tout paramètre en dépendant, en définissant le rapport des 2.

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

ou bien

$$Ch = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot V^2 \cdot Cz$$

En première approximation, pour une charge alaire donnée aucun des termes de cette dernière équation ne dépend de la taille de l'appareil (tant que M. Reynolds ne pointe pas le bout de son nez, c'est-à-dire lorsque les cordes sont du même "ordre de grandeur"). Cela signifie donc par exemple :

- Qu'une variation de masse proportionnelle à la variation de surface ne change pas les valeurs d'équilibre $Cz$ et $V$. Une aile de 20m² à 80kg de $PTV$ aurait les mêmes vitesse et $Cz$ qu'une aile "identique" de 40m² à 160 kg de $PTV$. Cela n'est pas tout à fait vrai en parapente, car ils ne sont jamais identiques, comme on le verra plus loin.
- Que la variation de vitesse sur un appareil donné est proportionnelle à la racine de la charge alaire. En gros : 10 % de variation de charge alaire donnent 5 % de variation de vitesse de vol.
- Que le $Cx$ ne change pas lui non plus, et donc que la finesse d'une aile ne dépend pas de la charge alaire.

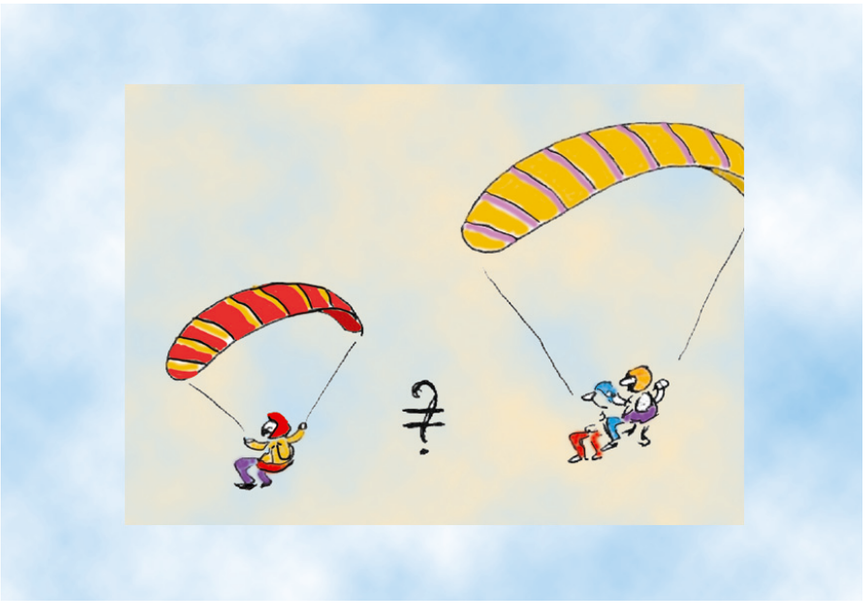
Avec la charge alaire, nous disposons d'un "outil" pour comparer des ailes différentes, en recalculant par exemple toutes les polaires pour une charge alaire identique, de référence :
Soit $Ch0$ cette charge alaire de référence, et plusieurs polaires $V1$, $Vz1$ pour une aile de charge $Ch1$, $V2$, $Vz2$ pour une aile de charge $Ch2$, etc. On peut calculer pour chaque aile une polaire de référence $V'$, $Vz'$ :

$$V'1 = V1 \cdot \sqrt{\frac{Ch0}{Ch1}}$$

$$Vz'1 = Vz1 \cdot \sqrt{\frac{Ch0}{Ch1}}$$

$$V'2 = V2 \cdot \sqrt{\frac{Ch0}{Ch2}}$$

$$Vz'2 = Vz2 \cdot \sqrt{\frac{Ch0}{Ch2}}$$

Pour terminer cette première partie, vous pouvez jeter un œil sur le site http://www.expandingknowledge.com, de Jérôme Daoust, qui propose une page de comparaison des polaires de nombreux parapentes fournies par les essais de *Vol Libre*, en recalculant celles-ci pour une charge alaire donnée.

**La prochaine rubrique traitera des effets particuliers dus au parapente, qui font qu'un changement d'échelle ne donne pas tout à fait les résultats escomptés.**