



Aero et MécaVol pour les nuls

« Tous les hommes seront égaux ... »

Une page d'histoire vient de se tourner.

Quelque soit le degré d'importance que cette actualité revêt pour chacun de nous, la chronique de ce mois-ci me permettra un éclairage particulier sur ces paroles, en regard de notre simple activité de pilotes de vol libre. Cette chronique traitera en effet, entre autres, des différences de performances importantes existant entre les tailles, et masses totales en vol pour un modèle de parapente donné, toutes choses étant égales par ailleurs, et donc des « inégalités » des pilotes devant leurs performances. Suite au clin d'œil du mois dernier, une constatation s'imposera : pour une fois, l'avantage revient aux « plus lourds », et l'intérêt d'un pilote de compétition serait plutôt d'arrêter son régime...

Par ailleurs, comme me l'ont fait remarquer plusieurs lecteurs attentifs, une erreur s'est glissée le mois dernier dans l'équation d'équilibre faisant apparaître la charge alaire. La gravité n'était pas à sa place ! Mea culpa, voici la pesanteur rétablie :

$$\frac{m}{S} = \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \right) \cdot \frac{\sqrt{Cz^2 + Cx^2}}{g}, \quad Ch = \frac{m}{S}$$

Les clefs de la performance :

Supposons par exemple un problème récurrent pour chaque pilote de vol libre : un pilote X désire connaître quel est le meilleur choix d'aile, dans une optique de performance pure.

Comme pour tout problème d'optimisation ou de choix, il est tout d'abord nécessaire de qualifier et évaluer les performances auxquelles on s'intéresse, les paramètres influant sur ces performances, et enfin les contraintes à respecter, qui limitent les valeurs possibles que peuvent prendre les paramètres. Ces contraintes sont souvent apportées par une limitation du domaine d'utilisation des performances, ou bien dans le cas du vol libre par l'expérience du pilote (charge alaire maximale par exemple)...

Les performances qui seront abordées dans un premier temps sont la finesse max, la vitesse air à laquelle elle est atteinte (en général « bras hauts »), et la Vz mini (on supposera dans la suite qu'elle est la même que la Vz bras hauts)

L'équation d'équilibre du mois dernier (corrigée !) donne la vitesse de vol, la finesse dépend des paramètres intrinsèques de l'aile, et la Vz est déduite des deux précédents (figure 1) :

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{\rho \cdot S \cdot \sqrt{Cz^2 + Cx^2}}}, \quad f = \frac{Cz}{Cx}, \quad Vz = V \cdot \sin(\delta),$$

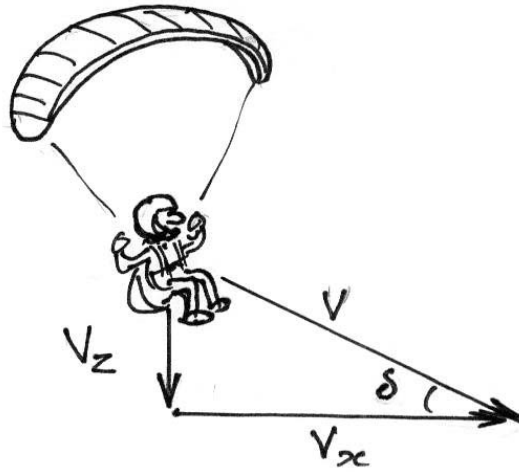


figure 1

avec l'angle de plané : $\delta = \arctg(1/f)$

Bien, quelles sont les variables en présence ? et quels paramètres de l'aile influent sur ces variables ?

C_z le coefficient de portance de l'aile : il dépend du profil, de son calage (et de l'incidence, qui est une sortie de la résolution des 3 équations précédentes), et aussi de l'aplatissement de l'aile,

C_x le coefficient de traînée : dans le cas général, il est la somme de la traînée de frottement de l'aile, de la traînée induite, de la traînée de suspentage, et de la traînée du pilote,

ρ et g sont des constantes,

Ch ou bien m et S , sont les variables de dimensionnement de l'aile et du pilote.

Il est donc possible, avec une modélisation simplifiée (appelons la « règle à calcul »), d'évaluer rapidement pour une géométrie donnée, les trois performances visées, en fonction de la charge alaire (ou bien masse et surface), si l'on connaît les quelques paramètres de définition nécessaires. Chaque fabricant donne en général des valeurs générales sur la géométrie de ses modèles (allongement, etc...), qui permettent de renseigner la modélisation, et d'estimer la variation des performances.

En prime, cette règle à calcul permet si on le désire d'estimer les variations de performances pour une variation particulière d'un ou plusieurs paramètres de définition, par exemple : évolution de la finesse si la traînée pilote est réduite de $0.2m^2$ par un carénage ? évolution de la vitesse ? à combien de mètres de réduction de suspentage ce carénage est-il équivalent ? à combien d'allongement, etc...

Et si on utilisait notre « règle à calcul » :

Dans un premier temps, une présentation de résultats obtenus sur trois types d'ailes différentes, présentés sous forme de synthèse des 3 performances et des variables de masse, surface et charge alaire, permettra d'appréhender quelques grands principes.

Par la suite, une présentation de quelques études de variation de paramètres permettra d'évaluer et de sentir leur « poids » dans les performances obtenues. Par exemple : que représente la prise en

compte du nb de reynolds ? que représente la prise en compte, ou non, d'une variation de suspentage avec l'échelle ? d'une variation de « maître-couple » du pilote ? etc...

Trois ailes typiques (« tous publics », « performante », « unlimited »...) sont prises en exemple pour l'utilisation des résultats. Leurs différences sont décrites dans le tableau suivant :

	« tous publics »	« performante »	« unlimited »
allongement	4.5	6	7.5
aplatissement	15%	12%	15%
traînée pilote	0.35 m ²	0.3 m ²	0.2 m ²

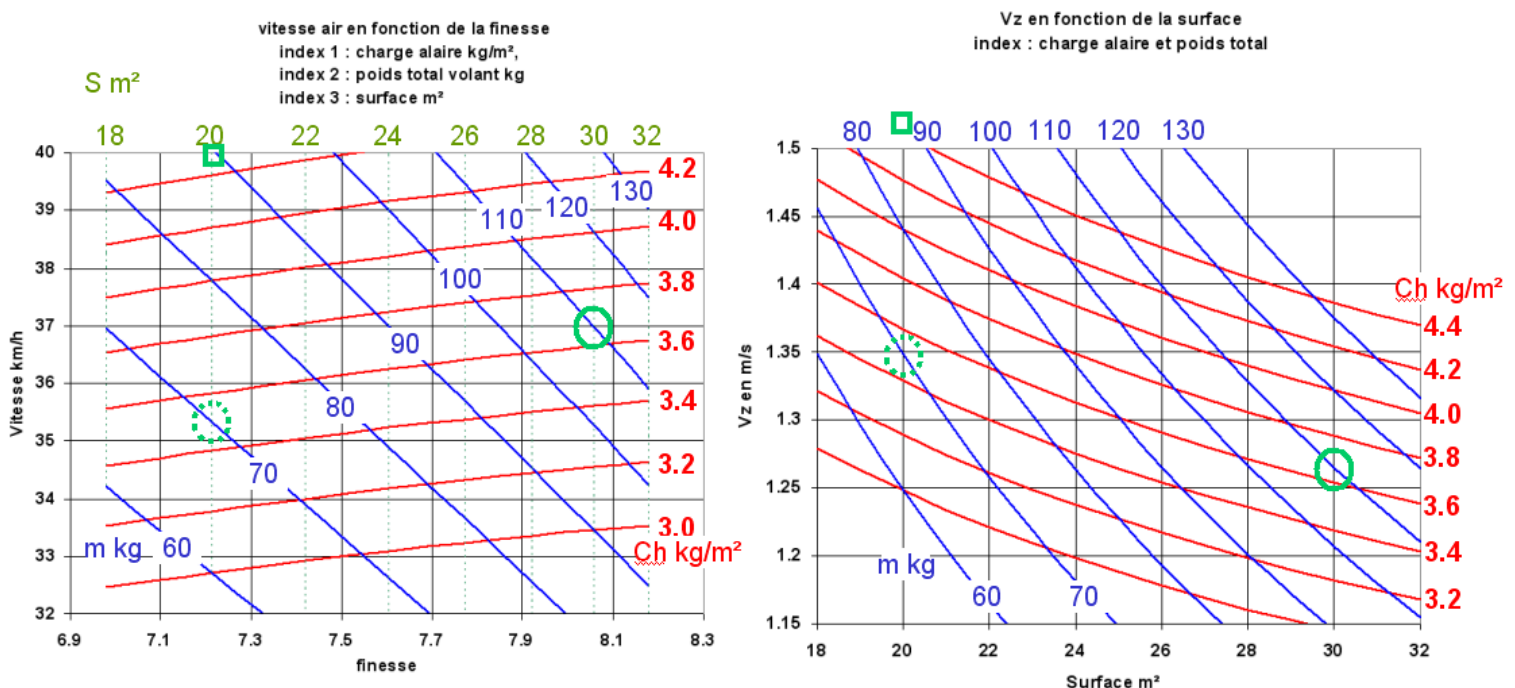
Quelques commentaires :

L'aile « performante » utilise une sellette semi-profilée, et son aplatissement est réduit par rapport à l'aile « tous publics ». L'aile « unlimited » est du type « très archée » à grand allongement, son aplatissement est plus élevé que pour une aile « normale ». Son pilote utilise une sellette carénée.

Pour toutes les ailes, ces résultats sont donnés pour une variation de surface de 18 à 32 m², une variation de masse de 60 à 130 kg, et/ou une variation de charge alaire de 3 à 4.4 kg/m².

Aile « tous publics » :

Les variations de performances sont données dans les 2 abaques* ci-dessous, représentatifs du modèle « tous publics » :



Utilisation :

L'abaque de gauche donne le couple (finesse-vitesse), en fonction de la masse (réseau bleu), de la charge alaire (réseau rouge), et de la surface (réseau vertical pointillé).

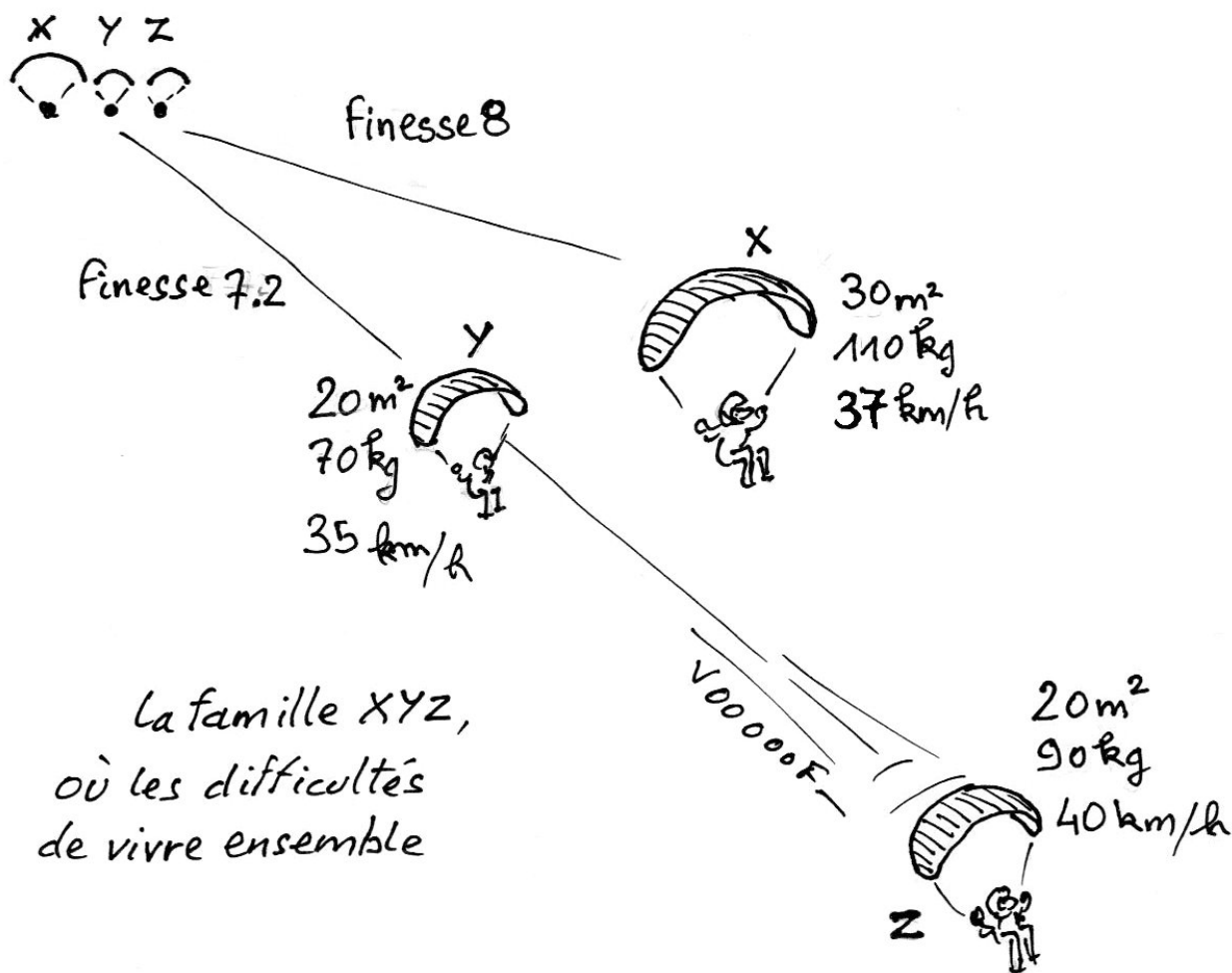
L'abaque de droite donne le couple (Vz-Surface) en fonction de la masse (réseau bleu) et de la charge alaire (réseau rouge).

Exemple : X, beau bébé d'un PTV de 110 kg, vient de flasher sur la « 30 » (cercle vert). Avec une charge alaire de 3.66 kg/m², il obtiendra une finesse légèrement supérieure à 8, à 37 km/h, et une Vz d'environ 1.25 m/s.

Sa copine Y, qui vient de suivre un régime, a un PTV de 70 kg. Ils obtiennent un bon prix du distributeur, elle prend la « 20 » (cercle vert pointillé)... Elle aura cependant du mal à suivre X, avec 10% de finesse en moins à 7.2, une vitesse un peu plus faible à 35.3, et une Vz plus élevée à 1.35...

Enfin, Z, leur pote fondu d'acro avec un PTV de 90 kg, prend aussi la « 20 ». Il obtiendra la même finesse de 7.2, mais à 40 km/h, et aura plus de mal à thermiquer avec une Vz supérieure à 1.5 m².

Bien sûr, c'est un cas d'école, mais les paramètres sont assez proches de modèles très diffusés. Si les valeurs absolues ne sont pas exactes, les ordres de grandeur, ainsi que les variations, sont respectés.



Les deux autres ailes seront traitées dans la prochaine chronique. D'ici là je répondrai bien volontiers à vos remarques et critiques, qui ne manqueront pas je pense...

A suivre...

(*) abaque : espèce aujourd'hui disparue. Sorte de « calculateur graphique » permettant d'avoir d'un seul coup d'œil les sorties d'un modèle et une idée des domaines de variation. Cousin de la « règle à calcul ».

