

L'été est là ? Petite récréation...

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

n°7

Ces derniers mois, nous avons survolé les bases des fonctionnements aérodynamiques de nos machines volantes et il me semble sentir un léger fléchissement dans l'assistance du genre "besoin de vacances"... D'aucuns auraient déjà décroché depuis un certain temps et je sens bien que la pause s'impose (oui, facile). Donc petite récréation, basée sur les raisonnements simples applicables pour analyser telle machine ou telle affirmation concernant son utilisation et son domaine de vol supposé.

Oui ou non, le vol "battu" est-il envisageable en parapente ?

Un corollaire plus général à cette question est le suivant : quels sont les besoins à satisfaire par une machine volante pour autoriser le vol musculaire ?

LE VOL MUSCULAIRE EN PARAPENTE

Pour simplifier l'exemple et pour mettre toutes les "chances" du côté du pilote musclé, je vous propose à titre d'exemple un parapente assez perfo :

- finesse 10 à 36 km/h, soit taux de chute 1 m/s ;
- masse 100 kg environ tout compris, soit un poids de 1 000 N (approximation $g = 10 \text{ m/s}^2$) (croquis 1) ;

Une analyse simple de la puissance consommée par le parapente en vol plané (et transmise aux molécules d'air, voir article "la turbulence de sillage"), montre que celle-ci, égale au poids multiplié par la vitesse de chute, est de l'ordre de 1 kW.

Pour fixer les idées, l'énergie dépensée est exactement celle qu'il faudrait mettre en œuvre pour **élever** une masse de 100 kg à une vitesse de 1 m/s. Cette évaluation est effectuée sans considérer le rendement du moyen dont on dispose pour fournir cette énergie. Il est supposé à 100 %. S'il n'est que de 50 %, la puissance à développer pour élever les 100 kg à 1 m/s serait donc doublée.

Conclusion provisoire : la simple compensation de la vitesse de chute du parapente pour voler à l'horizontale est équivalente à monter sa propre masse à cette vitesse de chute.

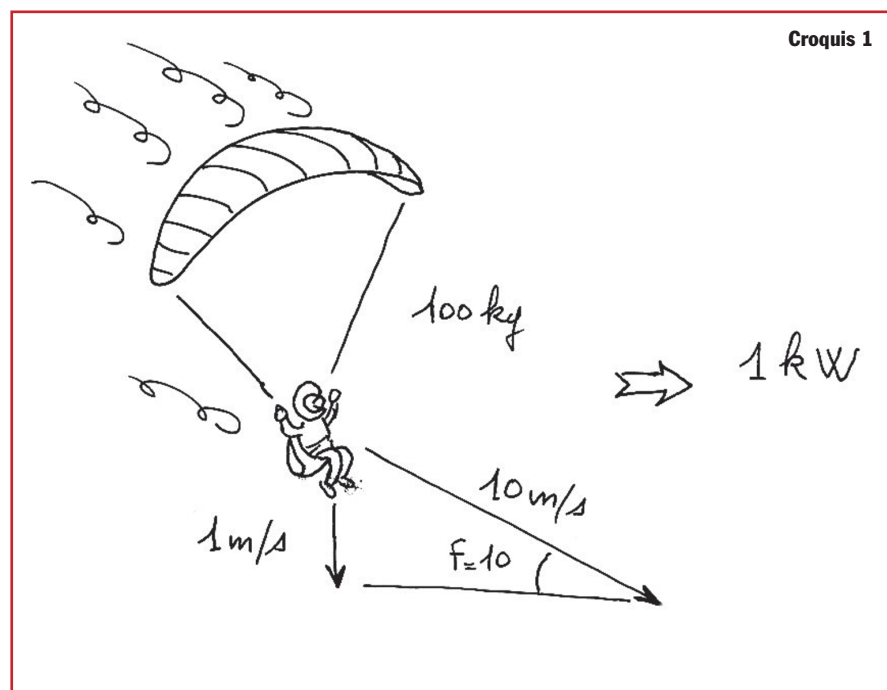
Or, c'est bien connu en paramoteur, cette puissance minimale est plus qu'insuffisante et il faut absolument dimensionner la puissance installée pour obtenir une confortable vitesse de montée à 1.5 ou 2 m/s, sous peine de ne pouvoir décoller ! L'évaluation de cette puissance supplémentaire nécessaire est identique à celle de la puissance nécessaire pour le vol horizontal : 1 kW par m/s de V_z désirée.

Ainsi, un parapente à propulsion musculaire montant à un petit m/s devrait développer 1 kW pour compenser sa vitesse de chute et 1 kW supplémentaire pour obtenir sa vitesse de montée, soit 2 kW de puissance totale, sans considération de rendement du moyen employé pour communiquer aérodynamiquement cette puissance.

Un kW est équivalent à la puissance d'un cyclomoteur, soit 1.5 cv.

Tous rendements confondus (moteur, hélice, perte due au pilote, etc, soit un rendement total de 30 à 40 %) la puissance d'un moteur qui serait capable de maintenir en niveau de vol un tel parapente serait de l'ordre de 4 à 5 cv.

La montée à 1 m/s nécessiterait donc 8 à 10 cv et la montée à 2 m/s environ 15 cv.



UN TRÈS GRAND SPORTIF...

A titre de comparaison, un sportif très entraîné comme un cycliste, est capable de soutenir une puissance continue d'environ 250 à 300 W et de 400 W en pointe, je crois. Cela semble un peu en dessous des besoins nécessaires au vol musculaire en parapente (croquis 2).

Prenons, par exemple, une minute de vol de ce parapente, pendant laquelle il va donc chuter de 60 m. Le simple maintien du parapente à son niveau de vol serait équivalent pour le pilote à monter un immeuble de 60 m, à pied, lesté de son sac et de tout son matériel, en une minute, avec un système de montée (ses jambes...) dont le rendement est des plus efficaces ! Maintenir son niveau de vol 5 mn serait

équivalent à la montée de la tour Eiffel en 5 mn avec son sac à dos, etc.

Supposons maintenant que le pilote désire monter à 1 m/s, les temps de montée de l'immeuble ou de la tour Eiffel seraient diminués de moitié (puissance double), soit 60 m en 30 s, ou bien 300 m en 2 mn 30.

Rappelons que toute cette illustration n'est valable que pour un système dont le rendement est équivalent à celui des excellentes jambes humaines.

Une propulsion par hélice, très bien adaptée, pourrait être envisageable. Le système de "flappements" d'un vol battu humain doit être extrêmement bien étudié et adapté, notamment sur celui des oiseaux, pour obtenir le même niveau de rendement. Mais, même dans ce cas, la puissance que peut développer un être humain est totalement insuffisante pour un véritable vol battu en parapente.

L'exceptionnel Gossamer Condor, avion "à pédales" ayant traversé la Manche en effet de "sol", avait une finesse de 40 environ, une masse totale de l'ordre de 130 à 140 kg et chutait à 20-25 cm/s. La puissance développée par le pilote, un cycliste confirmé, était de l'ordre de 300 à 350 W en continu. Il ne pouvait que se maintenir en ligne de vol et en aucun cas monter continûment. Le pilote a subi à plusieurs reprises une masse d'air descendante et la simple remise à niveau lui demandait des efforts très importants et une puissance instantanée supérieure à 400 W, impossible à maintenir plus de quelques minutes. Il était de plus alimenté par une boisson énergétique afin de compenser l'importante perte d'énergie due au vol.

FIN DE LA RÉCRÉ...

Le vol battu sans assistance semble hors de portée d'un parapente, tout simplement à cause d'une Vz trop élevée. Si le parapente est bien le plus léger des aéronefs, cette légèreté ne compense pas son trop faible rendement aérodynamique pour pouvoir en tirer un aéronef à propulsion musculaire. Les seuls couples aéronef/pilote qui seraient susceptibles d'être viables devraient au minimum respecter la simple équation suivante (croquis 3) :

$$(\text{puissance moyenne du pilote}) > (\text{poids de l'appareil}) \times (\text{vitesse de chute mini})$$

A 350 W de puissance moyenne "à l'hélice", c'est-à-dire après application de tous les rendements, un avion de 140 kg doit chuter à une vitesse inférieure à 25 cm/s pour se maintenir en ligne de vol. C'est le cas de tous les planeurs "en dentelles" qui briguent le record du monde de vol musculaire.

La recette : de l'allongement, de la légèreté, un vol en effet de sol, une super bonne hélice...

Un parapente, à 100 kg de masse totale, devrait chuter à 35 cm/s avec le même pilote, soit une finesse de 28 à 10 m/s, ou de 14 à 5 m/s. Cela semble, en tout cas pour quelque temps, hors de portée de la technologie actuelle, que l'on batte des ailes ou non...

Bonnes vacances !

