

Aero et mécavol pour les nuls

Besoin de souffler ? voici une petite récréation....

Suite aux précédentes chroniques, où nous avons survolé les bases des fonctionnements aérodynamiques de nos machines volantes, 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 qu'il y a nécessité de faire une pause.

Cela tombe bien ! le présent numéro tombe en Juillet, je vais donc en profiter pour vous proposer une petite récréation, basée sur les raisonnements simples que l'on peut appliquer pour analyser telle ou telle machine, ou bien telle affirmation concernant son utilisation ou son domaine de vol supposé. L'exemple d'application de ce type de raisonnements m'a été maintes fois proposé à titre de "question qui fâche", ou bien de question sur les possibilités d'une machine particulière :

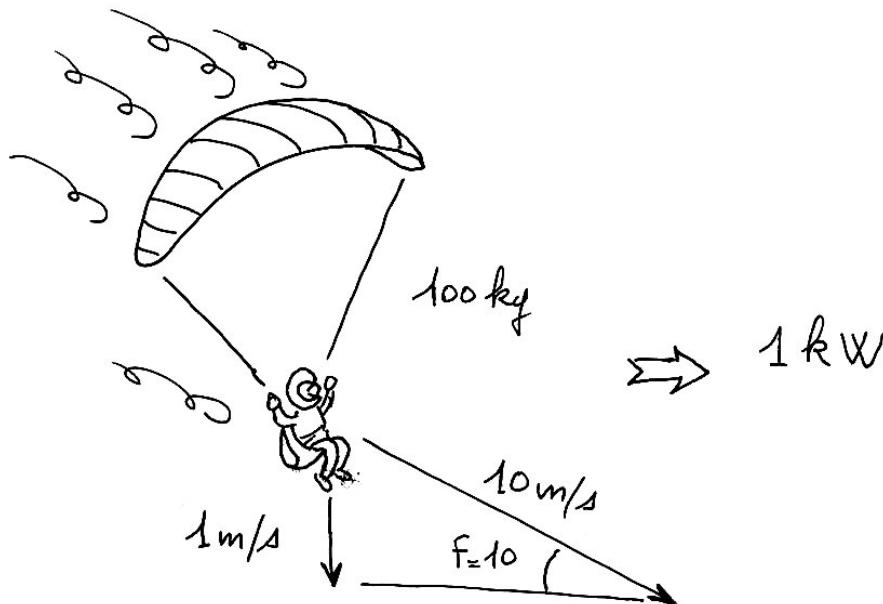
oui ou non, le vol "battu" est-il envisageable en parapente ?

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 1000 N (approximation $g=10\text{m/s}^2$)



Une analyse simple de la puissance consommée par le parapente en vol plané (et transmise aux molécules d'air, voir "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 1m/s. Bien entendu, cette évaluation est effectuée en dehors de toute considération de rendement du moyen dont on dispose pour fournir cette énergie. En d'autres termes, le rendement de ce moyen est supposé à 100%. S'il n'est que de 50%, la puissance à développer pour élever les 100 kg à 1m/s serait donc doublée.

En 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.

Comme il est notoirement connu dans le domaine du 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 d'être dans l'impossibilité de 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 désirent monter à un petit m/s devrait développer 1kW 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.

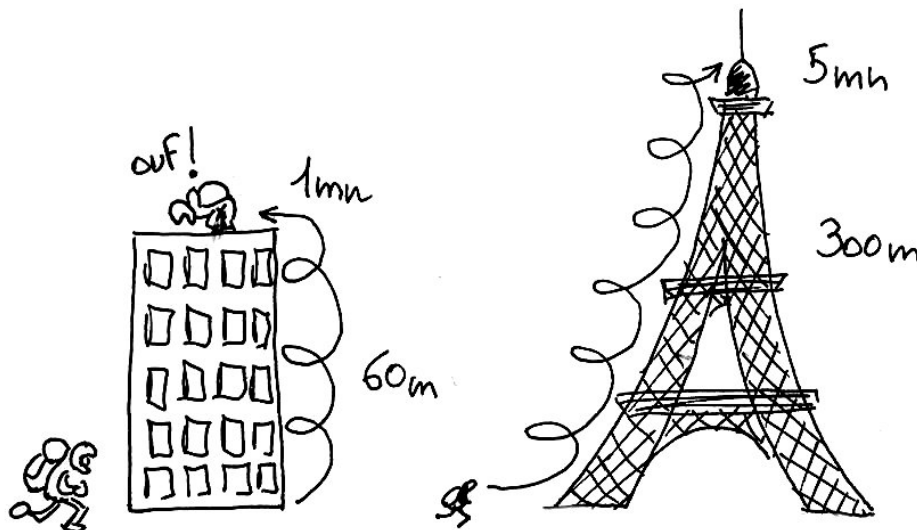
Un kW est équivalent à la puissance d'un cyclomoteur, soit 1.5 Cv. Tout rendements confondus (moteur, hélice, perte due au pilote, etc... soit un rendement total de 30 à 40%) la puissance d'un moteur qui serait capable de maintenir en niveau de vol un tel parapente serait de l'ordre de 4 à 5 Cv. La montée à 1 m/s nécessiterait 8 à 10 Cv et la montée à 2 m/s environ 15 Cv

Un très grand sportif...

A titre de comparaison, un grand sportif bien entraîné, par exemple 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.

Comme d'illustration, 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 60m en 30s, ou bien 300 m en 2mn30.

Je le répète, toute cette illustration n'est valable que pour un système dont le rendement est équivalent à celui des 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. Même dans ce cas, la puissance que peut développer un être humain est notoirement insuffisante pour un véritable vol battu en parapente.

En comparaison, le Gossamer Condor, avion "à pédales" ayant traversé la Manche, avait une finesse de 40 environ, en effet de sol, pour une masse totale de l'ordre de 130 à 140 kg, et chutait à 20-25 cm/s. La puissance développée par le pilote (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.

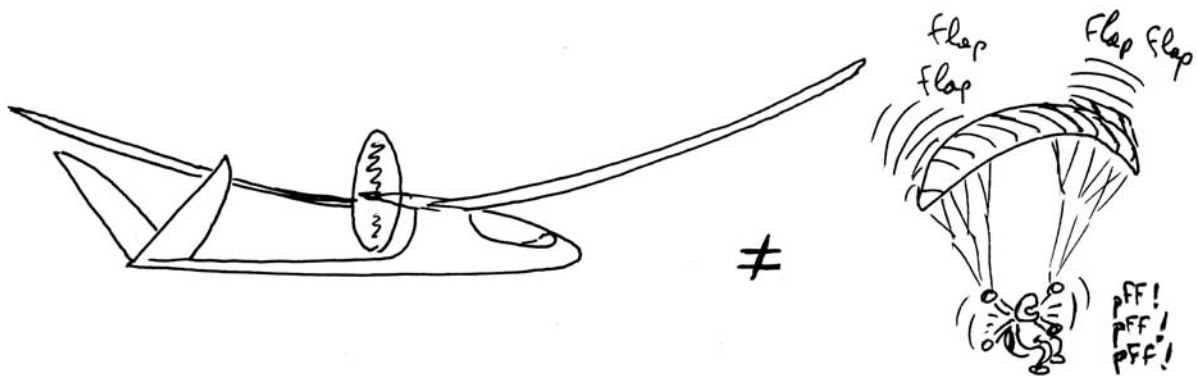
Fin de la récré....:

En guise de conclusion, le vol battu sans assistance semble assez hors de portée d'un parapente, tout simplement à cause d'une Vz trop élevée. Si le parapente est en effet 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 :

- (puissance moyenne du pilote) > (poids de l'appareil) x (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 brisent 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 quelques temps, hors de portée de la technologie actuelle, qu'on batte des ailes ou non....

Sur ce, bonnes Vacances, la rentrée sera un peu plus studieuse.