

[Texte et croquis : Olivier Caldara]

NOUVEAU



n°47

F I C H E T E C H N I Q U E

Avec l'avènement des voiles de speed flying, « y-en-a-des-qui » ont commencé à avoir des idées pour une utilisation en paramoteur. Comme dans le vol « libre » les idées vont vite, la chose a déjà été expérimentée avec succès. L'intérêt semble évident : élargir le domaine de vol en paramoteur grâce à la plage de vitesse utilisable avec les mini-voiles. Un nouveau domaine semble à la portée des paramotoristes. Il reste à l'explorer. Ici, les avantages et inconvénients des ailes de petite surface en utilisation paramoteur.

le speed-paramoteur !

LE DOMAINE DE VITESSE UTILISABLE

Les différentes vitesses caractéristiques en utilisation paramoteur sont :

- La vitesse de décrochage, cruciale pour les phases de décollage et d'atterrissage ;
- La vitesse de croisière, correspondant à la vitesse de finesse maximale et permettant la consommation minimale ;
- La vitesse maximale, qui permet de conserver une marge suffisante avant la fermeture de l'aile ;
- La vitesse de taux de chute mini, qui permet la meilleure montée pour une puissance donnée du moteur. Sur un parapente, pour une géométrie donnée, les différentes vitesses évoluent en fonction de la racine de la charge alaire. En gros, toutes les vitesses augmentent de 40 % lorsque la masse totale est multipliée par 2 ou lorsque la surface est divisée par 2. Une voile de 15 m² chargée à 100 kg aura une vitesse de décrochage plus élevée d'environ 8 km/h par rapport à une voile de 30 m² à la même charge.

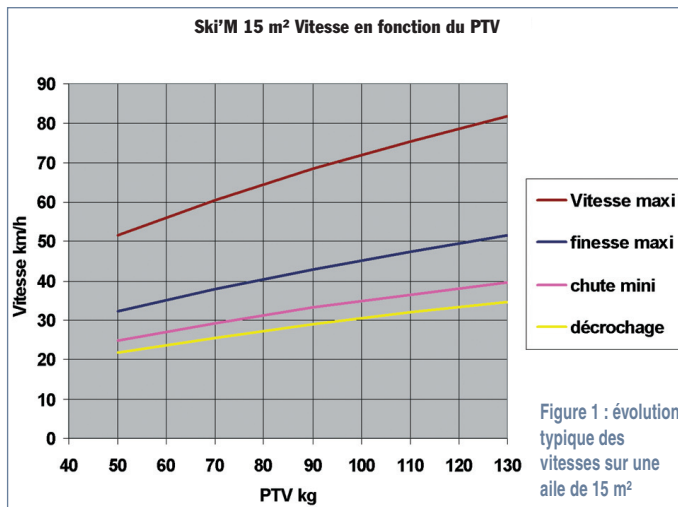
La figure 1 montre une évolution typique des différentes vitesses de vol suivant le PTV pour une voile de 15 m². En paramoteur, la vitesse de décrochage évoluerait de 30 à 35 km/h pour un PTV de 100 à 130 kg. Avec une telle surface, le décollage à pied par vent nul nécessite une bonne course. En paramoteur, il est cependant aidé par la présence de la poussée. En ce qui concerne l'atterrissage, ce genre de voile emmagasine beaucoup d'énergie et permet de la restituer lors du flare en ralentissant beaucoup. L'atterrissage est donc un peu plus simple.

En gros, pour les phases à basse vitesse que sont le décollage et l'atterrissage, la solution la plus confortable

serait l'utilisation d'un chariot. Sinon, un peu de vent est le bienvenu ! Cela tombe bien, les mini-voiles permettent d'évoluer plus facilement qu'avec une aile classique lorsqu'il y a du vent. Bilan : j'ai de l'air pour décoller et je ne le ressens pas trop en vol ! Effectivement, le vol en croisière rapide ou à vitesse maximale est le domaine de prédilection de ces ailes. Plusieurs questions se posent avant de se lancer :

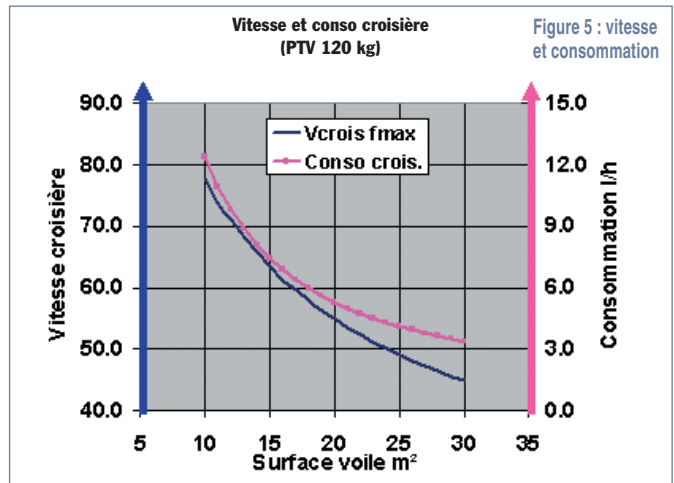
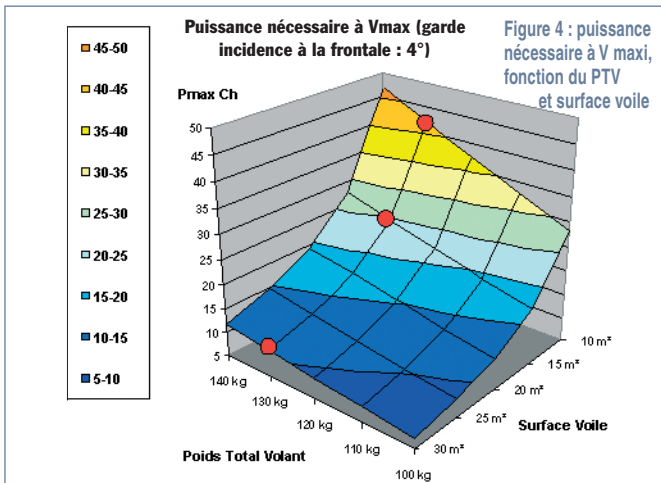
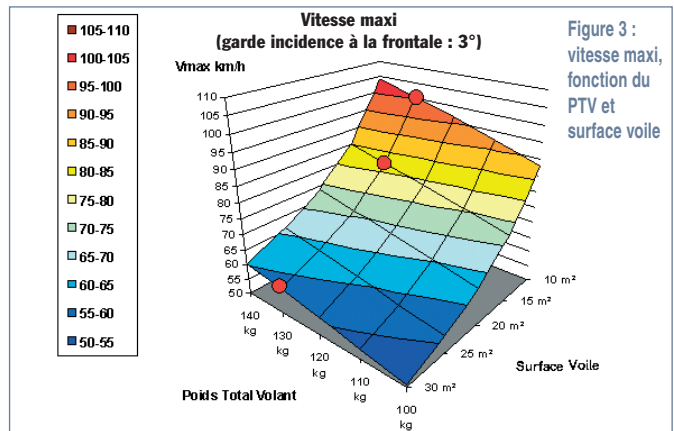
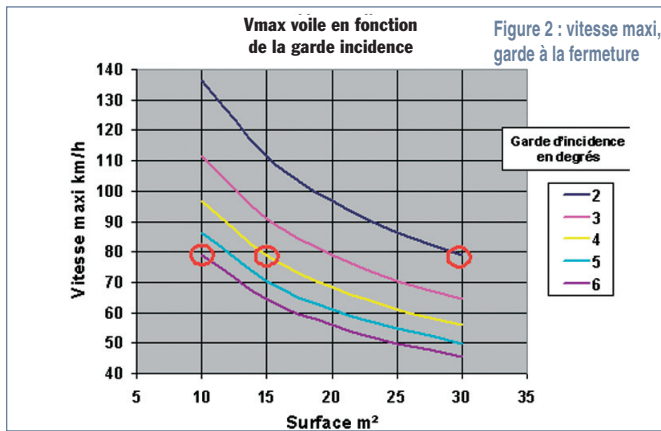
- Quelle est la vitesse maximale utilisable en sécurité sur une aile de petite surface ?
 - Quelle puissance est nécessaire pour atteindre cette vitesse maximale ?
 - Quelle puissance est nécessaire pour assurer à l'ensemble aile-pilote un taux de montée raisonnable ?
 - Est-ce que la consommation est plus importante, et de combien, avec ces ailes ?
- Autant de questions qui se posent, avec d'autres, à tout paramotoriste qui a envie d'essayer. Tentons tout d'abord une approche pour définir une vitesse maximale d'utilisation.

Comme en parapente la vitesse maximale d'une aile souple en paramoteur est atteinte en diminuant l'incidence générale (en « détrimant ») jusqu'à un point se



situant « juste avant » que la portance devienne nulle et s'inverse, soit juste avant la fermeture frontale. Ce fameux « juste avant » est caractérisé par un coefficient de portance minimal (avant qu'il devienne égal à 0 !) ou, ce qui revient au même, à une incidence minimale avant fermeture. En gros, on peut caractériser la vitesse maximale comme celle obtenue avec une certaine « garde d'incidence avant fermeture » avant que l'incidence de vol devienne nulle. Cette « garde d'incidence » est en général de quelques degrés, disons de 3 à 6 et permet d'absorber les turbulences (pas trop fortes) qui feraient fermer l'aile à coup sûr s'il n'y avait aucune garde. Plus la garde d'incidence est élevée, plus l'aile est solide et moins elle est rapide.





Par ailleurs :

- pour une garde d'incidence donnée, plus la charge alaire est élevée plus l'aile est rapide ;
- ce qui revient au même : plus l'aile est chargée, plus la garde d'incidence est élevée pour une vitesse donnée. C'est bien connu en parapente, une aile chargée ferme moins souvent.

Les courbes de la figure 2 montrent l'évolution de la vitesse maximale en fonction de la surface voile pour un PTV de 130 kg, en fonction de la garde d'incidence. La géométrie de l'aile est « moyennement perfo », d'allongement 5. On remarque qu'une aile de 10 m² permet d'atteindre 80 km/h avec une garde de 6°, alors que cette garde n'est que de 2° avec une aile de 30 m². Une aile de 15 m² se situe entre les deux, avec 4° de garde, soit le double de celle d'une aile de 30 m². En ce sens, pour une vitesse de vol donnée, une aile deux fois plus chargée est deux fois plus solide.

A noter que compte tenu de la traînée de l'ensemble pilote-paramoteur prise forfaitairement à 1 m² et à géométrie identique, une aile de 10 m² mène à une finesse maximale de 3.5 alors que la même aile de 30 m² mène à une finesse de 7.5. Pour la suite, nous choisirons à titre d'illustration une garde d'incidence de 4°, qui correspond sensiblement à ce qui est pratiqué couramment en paramoteur performant à vitesses maximales de l'ordre de 60 km/h pour une surface de 25 m². Ce paramètre de réglage nous permet d'évaluer les performances atteignables et les puissances nécessaires, ainsi que la consommation, en fonction de la surface de la voile.

La figure 3 représente la vitesse maximale atteignable (avec une garde de 4°) en fonction du PTV et de la surface de voile. Pour 130 kg, une aile de 30 m² permet d'atteindre 55 km/h, une aile de 15 m² permet 83 km/h et 10 m² environ 100 km/h ! Bien sûr, atteindre de telles vitesses en paramoteur n'est pas gratuit. Rappelons nous :

- il faut pouvoir décoller (pour 10 m² : vent, ou chariot...);

- la finesse de l'ensemble est très faible à petite surface à cause de la traînée pilote-moteur ;
- donc la puissance nécessaire et la consommation vont être élevées.

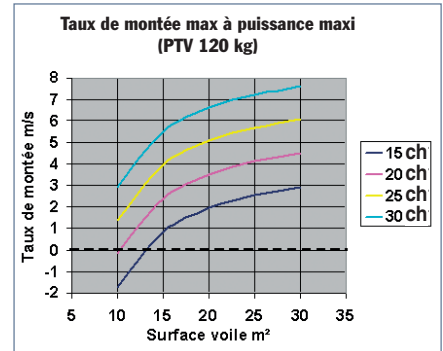
La figure 4 présente pour le même domaine de PTV et surface de voile, la puissance moteur nécessaire pour voler en ligne droite à l'horizontale aux vitesses de la figure 3. Pour représenter ce domaine, le rendement global (moteur + hélice) est pris forfaitairement à 50 %.

En reprenant les mêmes points que précédemment pour 130 kg PTV, l'aile de 30 m² nécessite environ 10 ch pour voler à 55 km/h, l'aile de 15 m² nécessite 25 ch pour voler à 82 km/h, et l'aile de 10 m² nécessite 40 ch pour voler à 100 ! Quand on pense qu'avec 40 ch et 10 m² de surface un avion ou ULM bien profilé vole au moins à 200 km/h, on sent bien qu'il y a un gros intérêt à réduire la traînée pilote/moteur sur les petites ailes...

En restant raisonnable sur la puissance embarquée et la vitesse maximale que l'on souhaite obtenir, on peut analyser le cas de la croisière économique à finesse maximale, et évaluer la consommation comparée entre les différentes surfaces de voile. Pour cette comparaison, la consommation spécifique du moteur est estimée à 0.6 litre/ch/heure. La figure 5 présente cette comparaison de consommation en croisière (à finesse maximale).

Une aile de 30 m² en croisière économique à 45 km/h consommerait environ 3.5 l/heure et une aile de 15 m² à 65 km/h consommerait en gros le double.

Enfin, la dernière question concerne le taux de montée atteignable avec une aile de surface donnée, et la puissance nécessaire. La figure 6 montre les taux de montée pour différentes puissances, à 120 kg PTV. On remarque bien sûr que pour une voile de très petite surface 10 m², une puissance minimale de 25 ch est nécessaire, sinon l'aile ne décollera même pas... ■



EN CONCLUSION :

Nous venons de voir qu'une utilisation des ailes de petite surface est envisageable en paramoteur, en faisant attention aux points suivants :

- disposer d'une puissance embarquée suffisante, en gros au moins 20 à 25 ch pour une aile de 15 m² ;
- bien que le décollage par vent nul soit envisageable sur certaines voiles, préférer un vent de face d'au moins 10 km/h pour le décollage et l'atterrissage ;
- la consommation est en gros 2 fois plus élevée sur une aile de 15 m² que sur une aile de 30 m² ;
- les ailes de très petite surface sont à réserver aux poids légers ou à l'utilisation avec un chariot ;
- pour les très petites surfaces, la traînée de l'ensemble pilote-moteur est très importante à grande vitesse, et nécessite de grandes puissances. A moins d'imaginer un chariot bien profilé...

