

## C'est petit, c'est joli... et ça ne vole pas !

Les pieds trop rapidement revenus sur terre après ce premier vol en conditions printanières, vous voici bien dubitatif devant l'assemblage de tissu que vous êtes en train de replier. Les fantastiques performances annoncées de votre tout nouveau jouet semblent en partie s'être évaporées ou tout au moins être restées coincées dans les pages colorées des essais des magazines. Vous n'arrivez pas à croire que vous avez volé avec la même aile aux chiffres mirobolants... C'est peut-être en partie vrai puisque vous avez certainement oublié un paramètre dans l'équation : vous volez avec la plus petite taille. Or, génération de pilote après génération de pilote, les petits poids volant découvrent et font l'expérience que les petites ailes volent forcément moins bien que les grandes.

Voici quelques explications de cette injustice fondamentale. Ne vous attendez pas à des démonstrations rigoureuses de haut vol, il s'agit juste de lister ce qu'un parapentiste lambda sans formation scientifique (moi) est capable d'en comprendre et interpréter, au fil de l'expérience et des lectures.



Les facteurs impliqués.

- **Un paramètre fondamental et brutal : la surface.**

Ceci n'apparaît pas comme une évidence mais c'est certainement le facteur principal de la performance en parapente, c'est la surface qui joue clairement sur la finesse d'une aile.

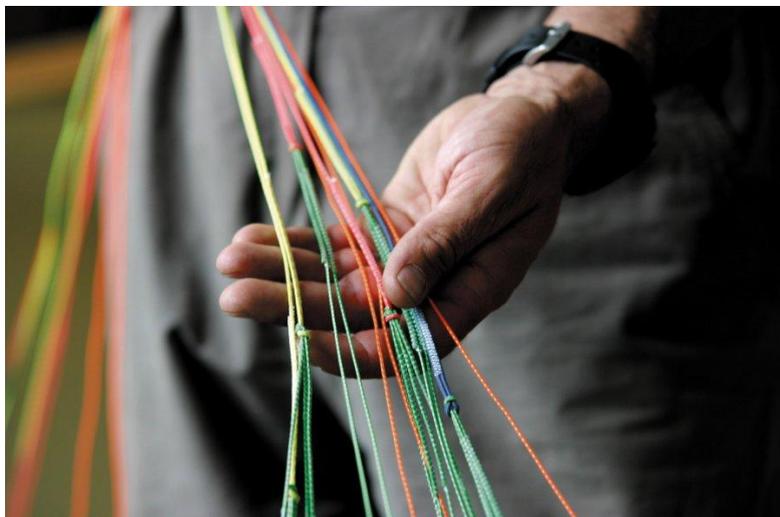
Etant donné la manière dont évoluent les trainées et la portance lorsque l'on fait varier la surface d'une aile, toutes choses étant égales par ailleurs (c'est à dire si on ne fait varier que sa superficie tout en conservant le même profil, la même épaisseur relative, le même allongement, le même nombre de cellules, le même type de suspentage, etc.), *il existe pour cette aile donnée une surface "idéale" qui apportera la plus grande finesse atteignable par ce modèle.* Or, pour les conceptions actuelles des parapentes, ces surfaces de plus grande finesse possible sont de l'ordre de 30 à 40 m<sup>2</sup>... Et vous volez avec une ?... 22 m<sup>2</sup> ! Très loin donc de l'idéal.



Vous êtes léger, il vous faut une surface faible pour continuer à avoir une vitesse correcte : vous ne serez jamais en position d'approcher les meilleures finesses possibles.

**- Le suspentage : vous volez avec des suspentes taille XL.**

Les ailes sont homologuées après avoir subi un test en charge. Leur structure doit résister à des valeurs admises pour continuer à être sûres sur incident de vol majeur, même après vieillissement. Tout ceci conditionne le dimensionnement du suspentage. Toute suspente doit résister à un certain pourcentage de la valeur à neuf après un cycle défini de pliages et l'ensemble du suspentage doit résister au "shock test" de l'homologation.



La procédure coûtant cher et mettant à chaque fois en œuvre un parapente complet, les constructeurs ne font qu'une seule homologation qui couvre toutes les tailles, c'est à dire qu'ils n'homologuent que le suspentage de la plus grande taille qui résiste aux pilotes les plus lourds. C'est donc le seul qui sera autorisé et vous vous retrouvez à voler avec les câbles de remorquage qui équipent les pilotes de 110 kg ! Une traînée injustifiée pour vous, et qui n'est minimisée dans un pourcentage infime que par le métrage linéaire moindre qui vous est nécessaire.

**- Le bilan énergétique de votre aile est défavorable.**

Ce phénomène qui se retrouve en fait dans tous les paragraphes de cet article mérite cependant un chapitre à lui tout seul afin de bien intégrer le concept.

Assimilons la performance d'un modèle de parapente au bilan d'un véhicule ayant un moteur et des freins en fonctionnement permanent. Gardons bien à l'esprit qu'en vol libre, ce qui nous "freine" ne nous coûte pas de vitesse sur trajectoire, et ne nous coûte en vitesse horizontale que ce qui résulte de la modification de l'angle de plané, mais en fait pour l'essentiel nous pénalise en taux de chute (augmente notre vitesse verticale).

Disons que la taille XL, du fait de sa surface fournit la plus grande puissance moteur (la portance) possible. Et elle se présente avec une quantité de "frein" (toutes les traînées) donnée. Si vous diminuez la surface, vous diminuez fortement la puissance moteur mais dans le même temps vous diminuez très peu le frein. La portance et les traînées n'évoluent pas de la même manière, on ne leur applique pas le même facteur. Alors que la portance est directement liée à la surface, la traînée pilote n'évolue que peu en votre faveur, la traînée du suspentage reste la même à quelques pouillèmes près, la traînée induite est à peine amoindrie et les vortex de bout d'aile sont à peine réduits.



Pour le dire de manière inverse : un pilote lourd serre à peine plus le frein qu'un pilote léger mais hérite d'un moteur énormément plus puissant !

**- Les vortex vous font sombrer d'autant plus vite.**

A cause des différences de pression du flux d'air entre intrados et extrados, ainsi que de la divergence dans la direction de l'écoulement entre intrados et extrados, il se crée en bout d'aile un vortex (tourbillon marginal) très puissant qui consomme une partie de l'énergie de vol. Là aussi, la puissance de ces vortex ne diminue pas en rapport de la diminution de taille de votre parapente ; ils restent plus forts qu'ils ne le seraient s'ils s'amointraient autant que la surface de votre petite aile.

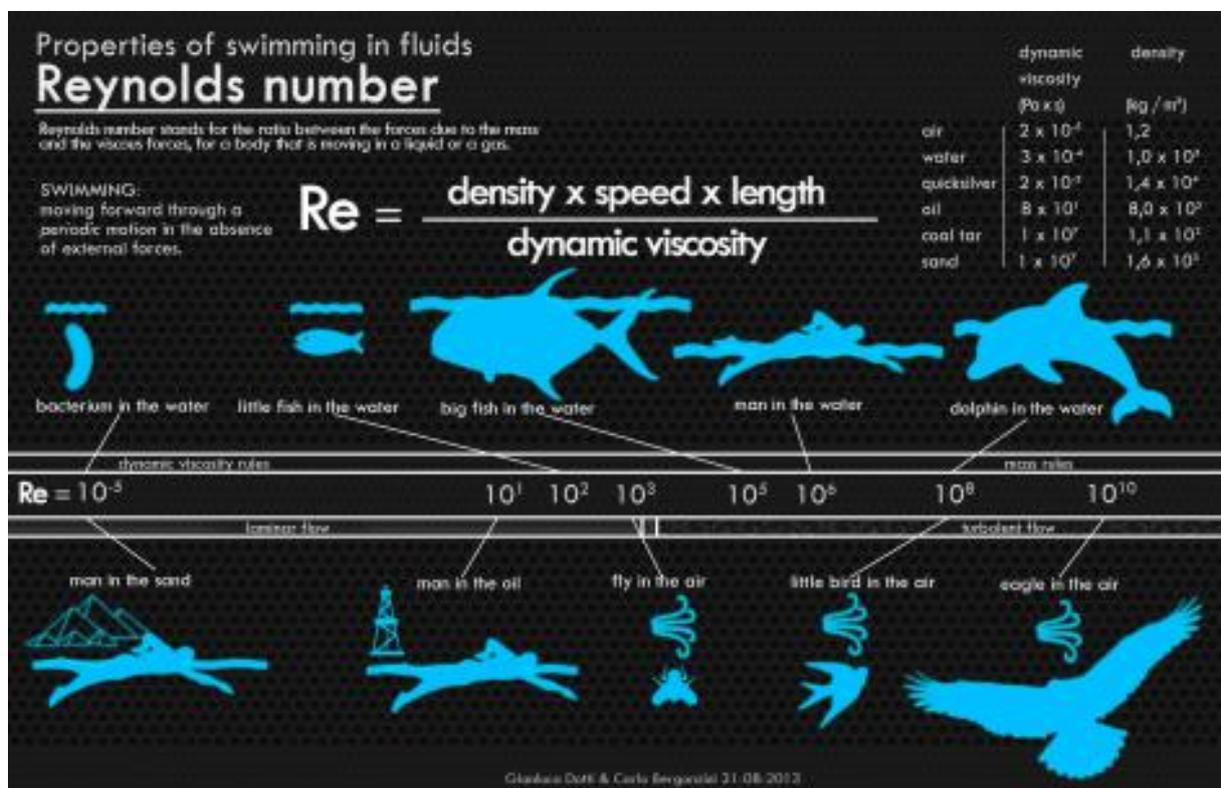


De plus, il semble bien que, plus les vortex de bout d'aile sont éloignés l'un de l'autre, plus cela est favorable à la finesse. Plus ils sont rapprochés, plus ils tendent à désorganiser proportionnellement une part importante de l'écoulement sur votre voile.

**- Reynolds, le complice qui vous achève.**

L'ingénieur hydrodynamicien anglais Reynolds a su caractériser par calcul les paramètres d'écoulement d'un fluide. Il en résulte un nombre variable qui permet de déterminer divers comportements d'un profil en interaction avec l'air. Globalement, plus le nombre de Reynolds est grand, plus cela est favorable à la performance. Toutes choses étant égales par ailleurs, si le nombre de Reynolds augmente, la finesse s'améliore.

Le nombre de Reynolds permet de calculer comment le fluide ambiant (l'air) va interagir avec un solide qui le traverse. Si la taille de ce solide varie, la taille des molécules gazeuses qui le rencontrent n'évolue pas elle... Leurs caractéristiques de comportement (inertie par exemple) restent les mêmes et les résultantes des interactions vont favoriser plus ou moins les phénomènes de turbulence. De ce point de vue aussi, une très grande aile a un meilleur rendement aérodynamique qu'une très petite. On imagine assez bien qu'un planeur modèle réduit a des comportements assez différents de ceux du planeur d'origine. Au point même que pour certains modèles, afin de retrouver des comportements en vol acceptables et/ou des performances correctes, il peut être nécessaire lorsqu'on a dépassé un Reynolds critique, de complètement changer le profil utilisé lors de la construction du modèle réduit ! La maquette a toujours l'apparence de son modèle "grandeur" mais ce n'est plus le même engin volant...



Vous l'avez compris, en parapente le Reynolds augmente avec l'augmentation de taille. Alors certes, ce n'est pas crucial mais c'est un paramètre supplémentaire qui évolue défavorablement pour les petites tailles.

## Conséquences désagréables.

- Moins perfo ET plus chaud.

Il se trouve que, une fois de plus "toutes choses étant égales par ailleurs", une aile de petite taille vole (pour la même vitesse) à incidence plus faible qu'une aile de grande taille. Elle est donc plus exposée aux fermetures, elle sortira du domaine de vol pour des turbulences plus faibles. A contrario, si le constructeur veut lui donner la même tolérance à la turbulence que les grandes tailles, ce qui passe par maintenir la même incidence, la conséquence en sera une nette diminution de vitesse pour la petite. C'est particulièrement frappant sur les modèles de début et intermédiaires où ce sont les comportements paisibles qui sont avant tout recherchés : les petites s'enfoncent vers le sol dès qu'une brise de face un peu prononcée se manifeste.

Pour les modèles plus perfo, on tente de garder un niveau de perf acceptable mais les comportements sont beaucoup plus "toniques" tout à la fois dans et hors du domaine de vol, malgré l'inertie un peu moindre. Là où une grande taille entre "facile" dans sa catégorie d'homologation, une petite taille y passera "limite" tout en ayant des performances moindres. En vol, la petite bouge beaucoup plus, accélère beaucoup moins facilement et va à la fermeture plus fréquemment tout en exigeant un pilotage plus précis et des interventions majeures du pilote beaucoup plus fréquentes.

Une aile de petite surface qui serait travaillée pour conserver absolument les mêmes performances (dans la mesure du possible) que la grande taille, serait à coup sûr très "méchante" et très probablement difficilement pilotable.



Pour éviter ce résultat, les parapentes XS sont des compromis, des reflets plus ternes de la taille L. Ils sont de plus déchargés (charge alaire moindre) pour donner des mouvements moins violents en réaction à la turbulence. Ils ne peuvent pas conserver tout à fait la même vitesse et leur structure est proportionnellement moins tendue, ce qui autorise de nombreuses déformations lorsque la masse d'air bouge, pertes de tensions et déformations génératrices de trainée supplémentaire. Bref, la taille L pourra toujours forcer le venturi d'un col accélérée à 100 m/sol alors que la XS en partant de la même altitude et en accélérant finira plantée dans le versant sous le vent...

**- Les solutions qui amélioreraient les petites profitent déjà aux grandes.**

Les parapentes modernes sont conçus par homothétie. C'est à dire en quelque sorte "en perspective", en réduction d'une taille plus grande vers une taille plus petite. La réduction a donc un effet d'échelle mais qui ne s'applique pas aux diamètres de suspentes ainsi que nous l'avons vu, aux épaisseurs de cloisons, aux tissus... Il est donc probable qu'il serait bénéfique aux petites tailles de passer tout en matériaux ultralégers, en particulier le tissu. Seulement voilà, de nombreux modèles d'ailes qui recherchent la performance sont déjà équipés en toutes tailles en tissus ultralégers et bien évidemment les grandes tailles en tirent avantage. Rien de spécifique donc ici pour les petits pTV et l'écart de performance se maintient.

Pour ce qui est des suspentes, il faudrait réduire tous les diamètres aux minimums admissibles pour un faible pTV donné. Nous avons vu que cela coûte très cher mais c'est tout de même envisageable en imaginant une homologation qui conviendrait aux deux plus petites tailles d'un modèle et une autre homologation pour les tailles supérieures. Les faibles pTV voleraient donc avec des suspentes qui leur seraient mieux adaptés. Hélas, les constructeurs sont déjà aux limites en utilisant sur certains modèles des suspentes en 0,3 mm de diamètre sur des tailles L ! Or il n'y a à l'heure actuelle pas de diamètre inférieur disponible sur le marché, rien donc d'applicable à une taille XS. Les grandes tailles peuvent déjà bénéficier des suspentes les plus fines ! Mais avec l'évolution des règlements sur les ailes de compétition, ceci évoluera peut-être favorablement pour les pilotes légers.



On pourrait aussi jouer sur divers paramètres pour la plus petite taille de voile, comme l'allongement, le vrillage, tout en essayant de rester dans des comportements acceptables à la fois pour le pilote et la catégorie d'homologation visée. Mais la plupart du temps, tout ce qui diminue la trainée de la petite voile et augmente sa performance peut aussi être utilisé pour les grandes... L'écart demeure.

## Que faire ?

### - Voler en biplace.

Ce n'est pas une boutade. Ceci n'améliorera pas les performances de votre petite voile mais vous permettra de goûter aux joies du vol performant ET calme.

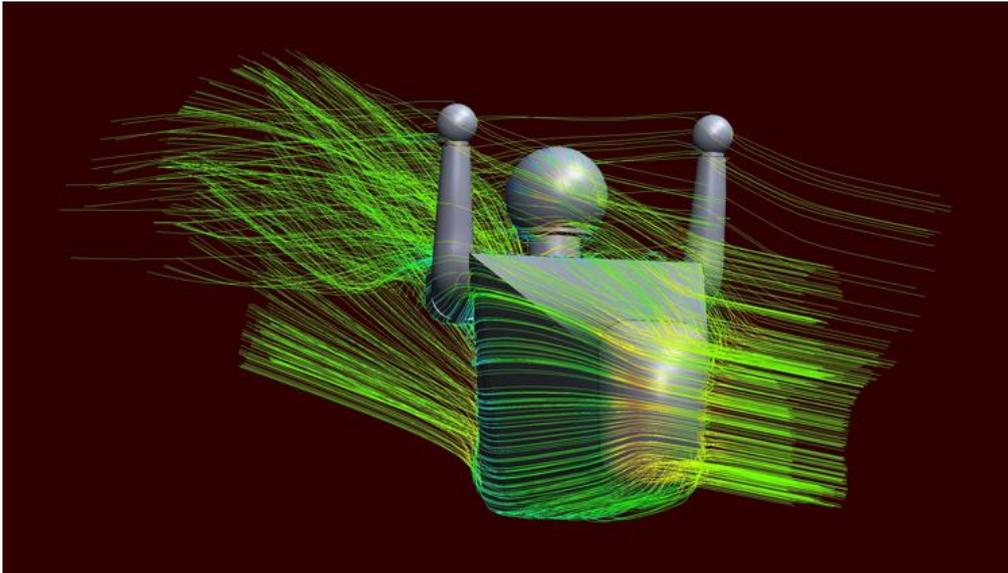
Un pilote de 60 kg ou moins, qui passera sa qualification biplace et qui achètera du matériel en ciblant plutôt les modèles un peu sportifs, découvrira le plaisir de voler avec un engin facile, tolérant, tranquille, confortable et qui laisse tout le temps de réagir calmement. Et dans le même temps, les performances constatées seront les mêmes et parfois meilleures (en particulier face au vent) que sa chaude aile de cross petite surface ! Il existe actuellement des biplaces à la maniabilité presque identique à celle d'ailes solo et qui seront avantagés dans de nombreuses situations aérologiques.



Pour deux pilotes solo légers, un biplace sportif de petite surface peut être une véritable solution performante pour le cross, le vol bivouac. Si votre caractère vous l'autorise, en plus vous pourrez répartir le poids pour marcher, les moments hors vols peuvent être plus sympas à deux, en vol on peut s'échanger à tour de rôle le pilotage et la navigation, etc.

**- Continuer le régime minceur.**

Il y a au moins un avantage qui profite aux poids légers, c'est la minceur. En effet, l'aspect prépondérant générateur de traînée pour le pilote, c'est la surface frontale.



Moins vous exposez de surface au flux d'air, moins vous traînez, plus vous récupérez de performance. Donc restez minces, réglez votre sellette de manière à être en position effacée en transition, utilisez une sellette la moins large possible, la plus près du corps possible. Ça ne suffira pas à combler l'écart de perf mais au moins vous ajouterez dans l'équation un paramètre qui vous est favorable et que ne pourront pas venir chercher les pilotes lourds.

**- Ecrire (à votre marque préférée).**

Quoi qu'il puisse en être, l'obtention de petits parapentes qui réduisent l'écart de performance avec les tailles supérieures passe par beaucoup de temps et de travail. Ce qui coûte évidemment très cher en développement. Or les constructeurs ne sont pas persuadés que l'investissement en vaut la chandelle : ils considèrent qu'ils perdent de l'argent sur les tailles XS.



Alors, faites systématiquement un mail (en anglais pour les marques étrangères) au constructeur qui sort un modèle qui vous intéresse mais qui n'est pas dans votre taille. Dites-lui que vous voudriez pouvoir voler avec cette aile au moins en milieu de fourchette et qu'il devrait créer et travailler une taille inférieure. Si nous pouvons persuader les constructeurs qu'il existe au moins en France un marché rentable pour les tailles XS, ils pourraient être de plus en plus nombreux à travailler dessus.

#### - Devenir pilote test.

Si vous pesez moins de 50 kg, que vous êtes anglophone et mobile, alors vous avez de l'avenir professionnel dans le parapente. Formez-vous aux bases de la conception et surtout de la mise au point, faites une formation pour devenir pilote-test selon la norme EN et proposez vos services aux différents constructeurs. Ils sont nombreux à être limités dans la mise au point des petites tailles par le gabarit des pilotes présents dans l'entreprise. Sur une aile perfo, il faut un pilote qui soit réellement au ptv bas de la fourchette pour la régler finement. Imaginez le gabarit du pilote qui serait nécessaire pour régler une aile à la fourchette de 55-75 kg... Sur une aile vraiment perfo, on ne peut pas se contenter d'approximations et d'extrapolations à partir d'un pilote de 60 kg...

Les compétences manquent en poids légers. Vous qui êtes frustrés aujourd'hui, pourquoi ne seriez-vous pas les compétences de demain ?



Il est encore possible de jouer sur quelques paramètres techniques pour avoir des parapentes de petites tailles qui volent un peu mieux. Mais ça ne se fera pas sans efforts importants et donc sans l'implication des petits poids volants. Pour que les choses s'améliorent, il faut communiquer, réclamer du matériel plus adapté. Les filles, majoritairement légères, doivent s'impliquer plus en cross et en distance et pousser à trouver de la performance accessible sans lest. Les filles ont droit à la perf ! L'écart ne sera jamais totalement comblé par rapport aux grandes tailles mais des améliorations sont encore possibles.

*Vous l'aurez constaté, tout ceci est très approximatif. De véritables aérodynamiciens pourraient contester et corriger bien des choses, des concepteurs expérimentés pourraient*

*apporter bien d'autres éléments. J'espère cependant que ces quelques concepts traduits dans les mots de nos discussions de tous les jours vous ont apporté un peu de substance et ouvert à de nouvelles interrogations.*



*Vos critiques et commentaires sont donc les bienvenus. N'hésitez pas à faire vos remarques et à poser vos questions. C'est encore mieux si tout cela constitue le départ d'une conversation car c'est ce qui permet une encore meilleure compréhension ou/et de sortir des conceptions erronées. A bientôt donc sur ce blog.*

Vincent Busquet.

25 février 2016.