



Aero et MécaVol pour les nuls

La stabilité latérale en parapente

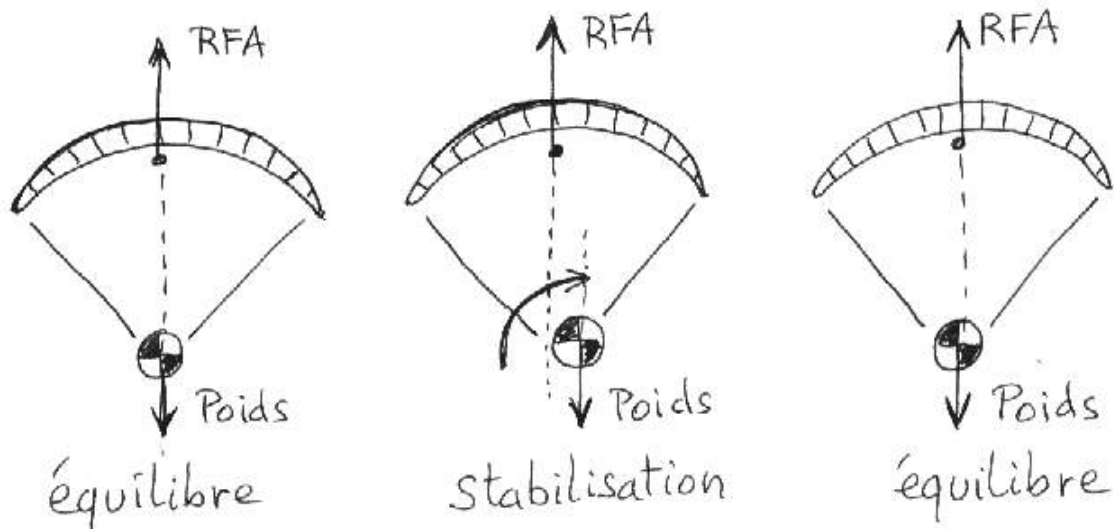
La stabilité latérale, plusieurs composantes :

De même que pour la stabilité en tangage, la stabilité latérale en parapente dépend de plusieurs facteurs de nature différente, aérodynamique et pendulaire.

La « tenue de route » d'un parapente en vol stabilisé dépend de sa capacité à rester stable sur les 2 axes : roulis et lacet.

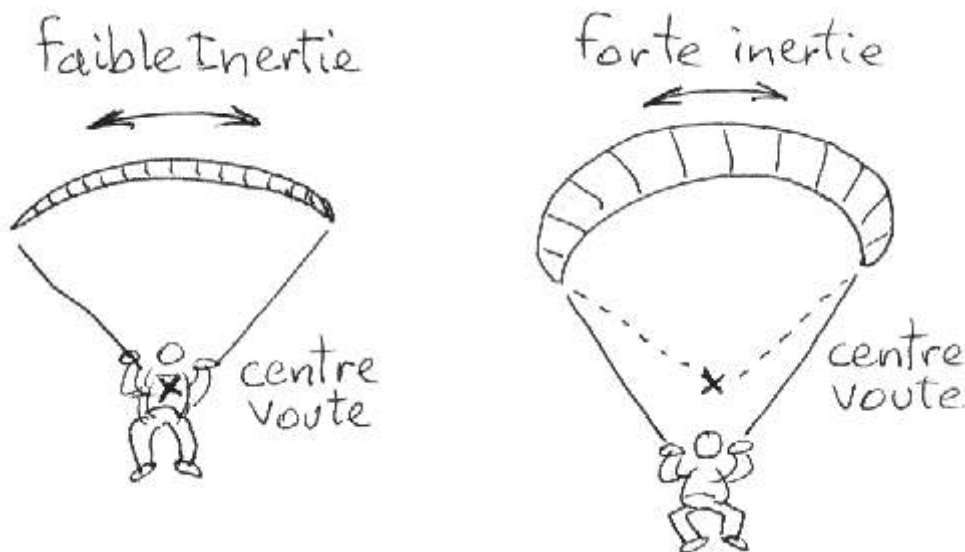
La stabilité en roulis :

Sur l'axe de roulis, comme pour l'axe de tangage que nous avons évoqué dans le dernier numéro, la stabilité est majoritairement pendulaire, que ce soit en vol rectiligne ou en virage. En effet, si le parapente s'écarte de sa position d'équilibre, l'écart entre l'axe des forces de portance et l'axe du poids appliqué au centre de gravité, tend à ramener l'ensemble à cette position d'équilibre (voir figure).



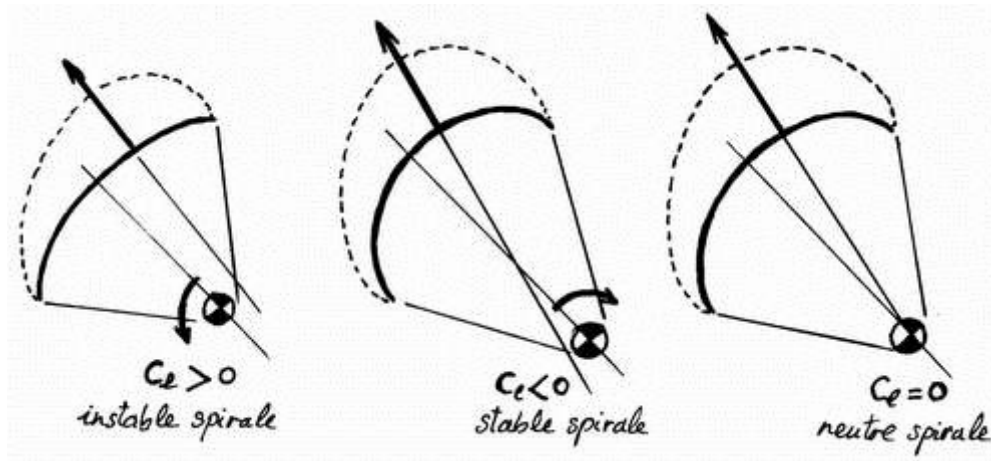
Comme pour la stabilité en tangage, la rapidité du mouvement provoqué par ce « moment de rappel » dépend de l'amortissement, c'est-à-dire, de l'inertie des différents éléments (aile, pilote), autant aérodynamique que massique. Plus cette inertie est faible, plus les éventuels mouvements d'oscillation en roulis seront présents. Les paramètres qui influent sur l'inertie massique sont en majeure partie les mêmes que pour la stabilité en tangage : masse de la voile, et masse d'air emprisonnée. Elle est donc favorisée par l'utilisation de profils épais (une

aile de début est généralement plus stable en roulis). L'inertie aérodynamique, elle, sera d'autant plus élevée (et donc favorable à la stabilité) que sa forme s'éloignera de la « voûte cylindrique » centrée sur le pilote (voir figure). Elle est donc favorisée par l'utilisation de voûtes non-cylindriques, ou bien non centrées sur le pilote.



Le cas de la stabilité de roulis en virage stabilisé est plus délicat, et permet d'aborder le problème de la stabilité dite « spirale », déjà évoqué dans un précédent papier sur le virage. A titre de rappel, le problème en virage est que le parapente est que celui-ci tourne fréquemment sur des rayons très faibles, et donc génère une forte dissymétrie de portance entre l'aile interne et l'aile externe. Cette dissymétrie provoque au cours de la rotation de l'aile un moment par rapport au centre de gravité, dont le sens rend l'aile stable, instable ou neutre spirale. Selon la forme de l'aile, et la hauteur de suspentage, le parapente peut être neutre, stable ou instable spirale. En règle générale :

- Suspentage haut, et voûte « ronde » donnent de la stabilité spirale
- Suspentage court, et voûte « plate » donnent de l'instabilité spirale.

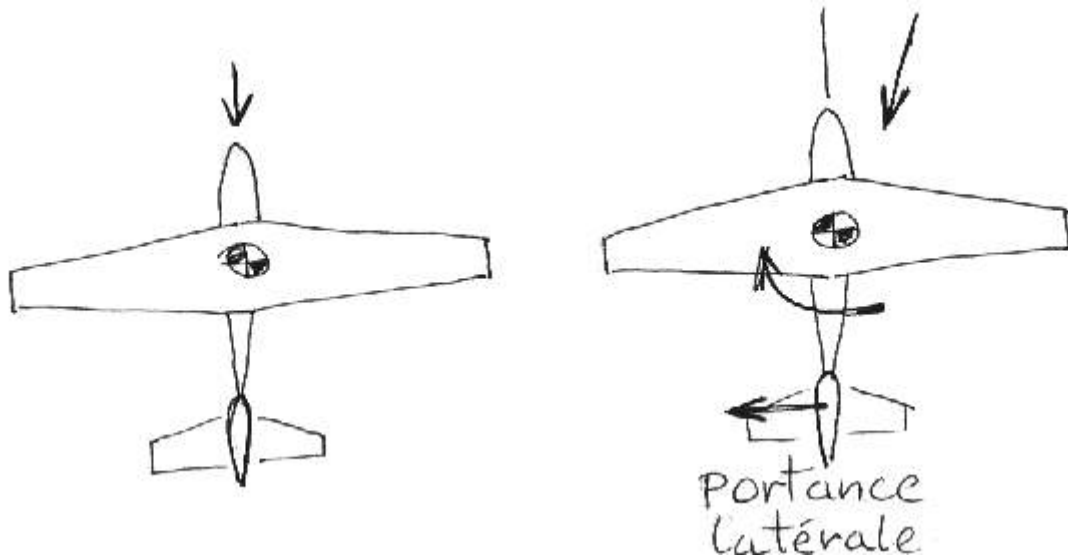


La stabilité en lacet :

Cette dernière composante de la stabilité d'un parapente, lui permet ainsi qu'au pilote la conservation d'un cap, sans avoir à constamment le piloter. Elle intervient aussi lors du décollage, lorsque l'aile se met naturellement dans le vent, à l'aide du fameux « effet

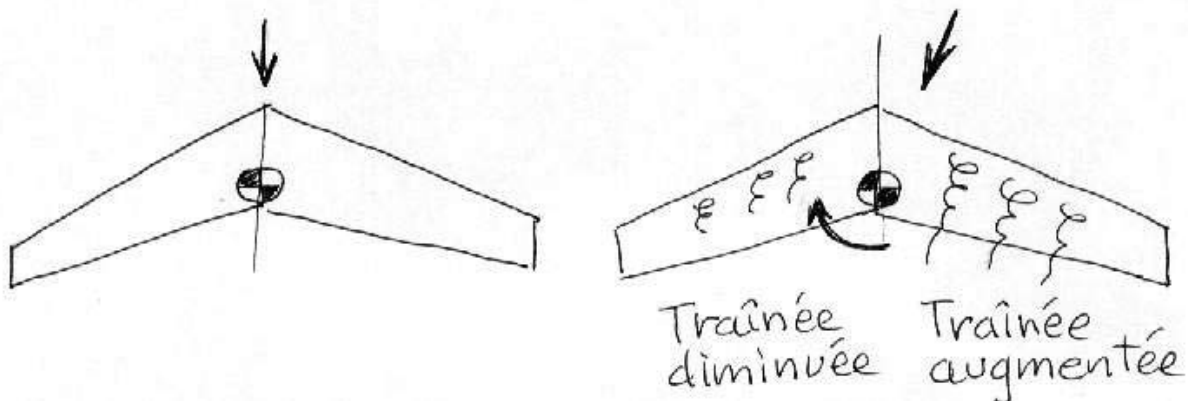
girouette ». Comme expliqué plus loin, celui-ci est cependant très spécifique du parapente, et contrairement au cas d'un avion ou planeur classique, n'a qu'un rapport lointain avec la girouette évoquée précédemment.

Le fonctionnement en lacet d'un avion ou planeur classique est effectivement très proche de celui d'une girouette. Le principe est l'utilisation d'une surface verticale, la dérive, placée en arrière du centre de gravité, et agissant en véritable girouette. Tout dérapage latéral provoque une portance sur la dérive qui ramène l'avion dans la direction du vent relatif.



Sur

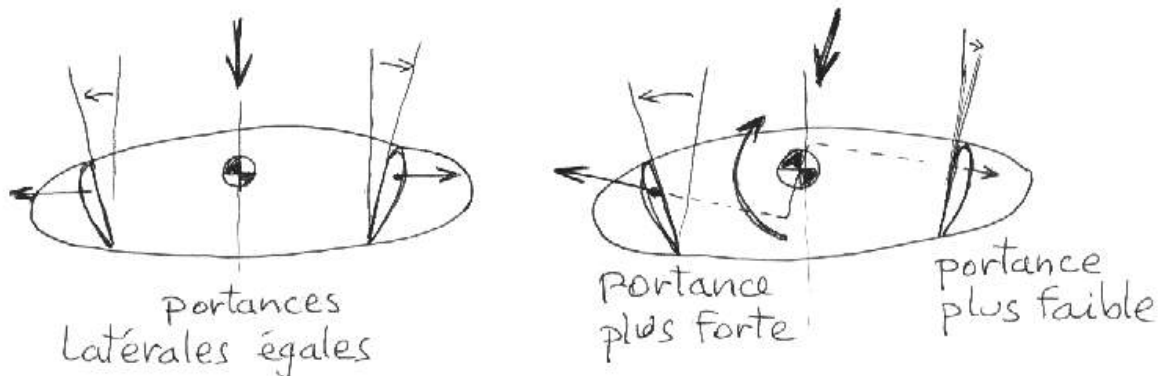
une aile volante en flèche, un rigide ou un delta, qui ne sont pas munis de dérive, la stabilisation est procurée par la traînée différentielle entre l'aile « au vent » et l'aile « sous le vent » lors d'un dérapage latéral. L'aile au vent augmente sa traînée (car sa flèche est plus faible), et l'aile sous le vent diminue sa traînée (car sa flèche est plus forte). Cette stabilisation est cependant assez faible, et nécessite dans certains cas l'utilisation de dérives (cas du SWIFT).



Dans le cas du parapente, il n'y a ni dérive, ni flèche de voilure (excepté il y a une quinzaine d'année sur la PANTAIR d'Ailes de K...). Alors, comment la voile fait-elle pour contrer un dérapage et se stabiliser ? En effet, même si la voûte d'un parapente permet d'obtenir de chaque côté de l'aile des zones de voile ayant une certaine inclinaison (et même des stabilos plutôt verticaux), donc un effet de portance latérale similaire à celui d'une dérive, ces « dérives » ne sont pas placées assez loin en arrière du centre de gravité pour stabiliser l'ensemble comme une girouette. En effet, un 747 dont la dérive serait placée non pas à

l'arrière du fuselage, mais au dessus ou au dessous de l'aile n'aurait aucune chance de voler correctement !!

L'analyse de la figure suivante permet de comprendre le mécanisme de stabilisation en lacet d'un parapente.



Sur un parapente, la tension nécessaire à la tenue de la voûte est obtenue par le calage portant de l'ensemble des profils de l'aile. Dans les parties latérales, ce calage provoque l'ouverture de la voûte, car l'angle d'incidence, et donc la portance, sont positifs.

En cas de dérapage, l'incidence de l'aile « au vent » diminue, alors que celle de l'aile « sous le vent » augmente. En conséquence, les portances respectives des deux ailes suivent leurs variations d'incidence. L'aile « reculée » est le siège d'une portance latérale nettement plus grande que l'aile « avancée » et la dissymétrie obtenue provoque un moment qui ramène le parapente dans le lit du vent.

Il est à noter qu'en cas de dérapage trop important, l'aile « au vent » voit sa portance devenir négative, et c'est la fermeture... Que ce soit en vol, ou lors d'un gonflage au sol.

Ce chapitre clôt le survol des différents facteurs influents sur la stabilité d'un parapente.

