

On FERME !

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

pas symétrique. La résultante s'incline du côté du dérapage. Elle s'incline d'autant plus que la voûte est prononcée. Sur une aile « plate », cette inclinaison est plus faible que sur une aile « lobée ».

Maintenant, comment superposer les effets d'une fermeture asymétrique à cette analyse ?

Les deux effets principaux d'une fermeture asymétrique sont les suivants :

- une « disparition » instantanée de la portance sur toute la portion fermée ;
- une augmentation importante de la traînée du côté fermé.

L'amplitude de ces effets est bien sûr proportionnée à la dimension de la partie fermée. La figure 2 présente les conséquences d'une fermeture sur l'aile précédente, au niveau de la résultante et des effets dynamiques obtenus. En prenant comme exemple une fermeture asymétrique gauche à 50 %, les effets « disparition de portance » et « augmentation de traînée » se combinent de la façon suivante :

- sur l'aile en écoulement symétrique, seule la résultante de la demi-aile droite subsiste, la portance de l'aile gauche disparaissant instantanément. Suivant l'importance de la voûte (donc de l'effet dièdre négatif), l'inclinaison de la résultante est plus ou moins importante. En gros, plus la voûte est lobée, et plus la résultante est inclinée. Cet effet dû à la perte de portance n'est cependant pas complet. Il est modifié par l'augmentation de traînée de l'aile fermée, qui a tendance à faire déraper et tourner l'aile en lacet à gauche ;
- sur l'aile mise en dérapage à cause de la traînée de la demi-aile fermée, l'effet dièdre

Oui mais... Il arrive de temps en temps qu'elles se ferment et restent pour un temps inaccessibles à nos attentions. **Que faire dans ce cas ?**

Pas de panique, vous n'êtes pas à la page courrier du cœur de « Jeune et Jolie », simplement à la rubrique Aéro et MécaVol, et nous allons ce mois-ci parler de la fermeture asymétrique sur un parapente, et de ses conséquences :

- pourquoi et comment ça tourne lors d'une fermeture ;
- pourquoi ça tourne plus ou moins sur certaines ailes ;
- quelles caractéristiques sont recherchées pour une aile plutôt calme.

PORTANCE, DÉPORTANCE, DÉRAPAGE, LACET ET ROULIS

Pour bien comprendre les mécanismes de la mise en rotation lors d'une fermeture, il est nécessaire de revenir aux effets des forces appliquées sur l'aile relativement au centre de gravité de l'ensemble aile-pilote. Comme pour la mise en virage « classique » aux freins, présentée dans les précédentes chroniques, les effets dynamiques de rotation (en roulis, en lacet) proviennent simplement des bras de levier de la résultante aérodynamique par rapport au CG. Le comportement à la fermeture, variable d'une aile à l'autre, provient donc principalement des changements particuliers de la résultante, dépendant de la géométrie générale :

- aile plate ou voûtée ;
- suspentage long ou court.

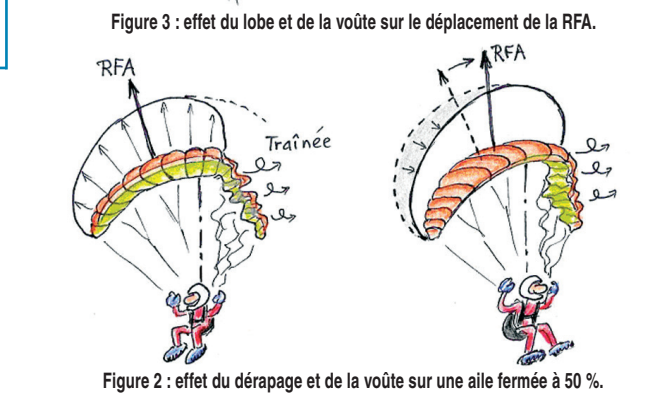
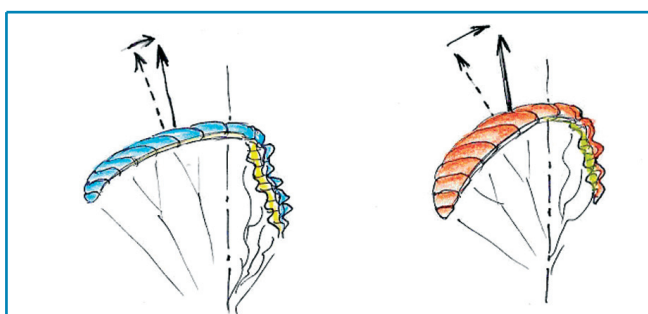
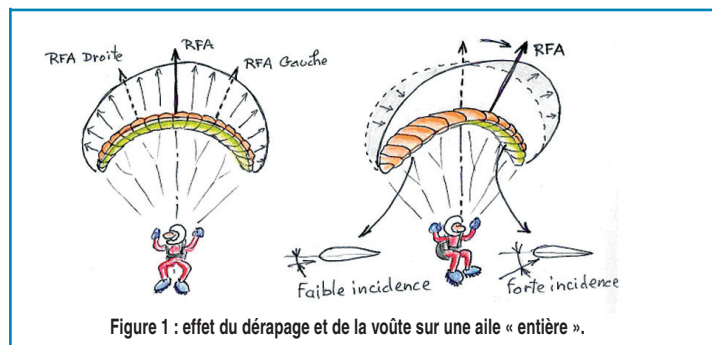
L'analyse de la répartition de portance sur l'aile ouverte, symétrique ou en dérapage, permet d'aborder les changements de résultante obtenus lors d'une fermeture. La figure 1 montre une répartition typique, en considérant par exemple que les schémas représentent l'aile de face et que la direc-

On peut dire de nos compagnes préférées qu'elles ne sont jamais autant appréciées que lorsqu'elles sont bien gonflées.

tion du « vent » relatif est « portée par le regard » :

- sur l'aile en vol symétrique, les demi-ailes supportent une résultante identique, légèrement inclinée vers l'extérieur à cause de la voûte (effet dièdre négatif) et appliquée au centre de poussée de chaque demi-aile. La somme des 2 résultantes symétriques donne une RFA centrée et verticale.
- sur l'aile en dérapage à gauche, le vent provenant de droite provoque à cause de la voûte une diminution d'incidence de l'aile droite (à gauche sur le schéma), et une augmentation d'incidence de l'aile gauche (à droite sur le schéma). Cette dissymétrie entraîne logiquement une dissymétrie de la résultante. On peut remarquer que la partie centrale de la répartition de portance n'est que peu changée. C'est logique car la partie centrale de l'aile n'a pratiquement pas de dièdre, elle est « plate ». Le bras de levier de la nouvelle résultante par rapport au pilote provoque une mise en roulis, induite par le dérapage. C'est l'une des causes de la mise en virage « classique » aux freins sur un parapente.

En résumé, sur une aile « entière », l'effet dièdre négatif dû à la voûte, modifie la résultante dès que l'écoulement n'est



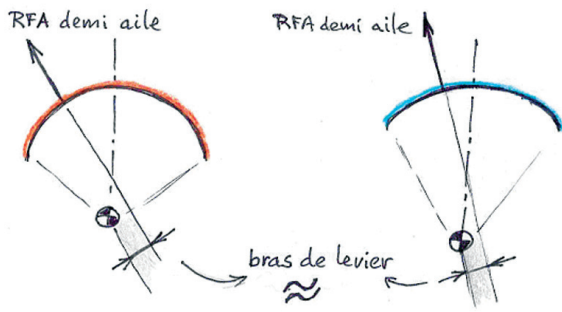


Figure 4 : réglage du suspentage sur aile plate ou lobée.

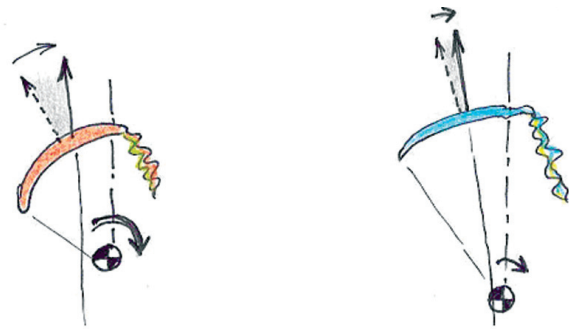


Figure 5 : bras de levier en roulis provoqué par le déplacement de la RFA.

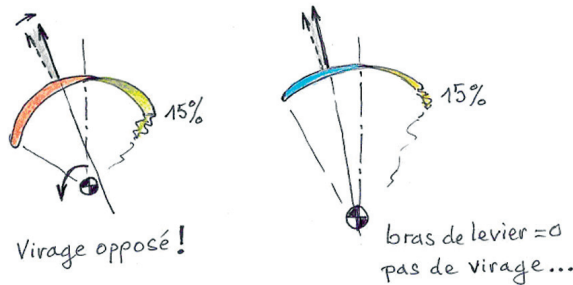


Figure 6 : petite fermeture, ça tourne ou pas ? De quel côté ?

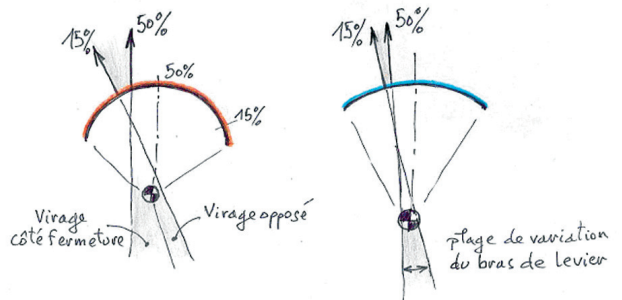


Figure 7 : plage de variation du bras de levier en roulis, suivant le type d'aile.

dû à la voûte provoque le même résultat que sur l'aile « entière » : une diminution d'incidence et de portance de la zone la plus voûtée, et peu de changement au niveau de la zone centrale. La conséquence du dérapage est donc la même que dans le cas « aile entière » : une inclinaison de la résultante vers le côté fermé. Plus la voûte est lobée, plus le changement d'inclinaison et le redressement de la résultante sont importants. Une voûte plutôt « plate » procurera un changement de direction et un redressement moins importants de la résultante (voir figure 3 au recto).

Voilà pour les effets « de base ». La comparaison de ces effets sur différents types d'aile permet de comprendre l'influence des paramètres de conception (voûte, hauteur de suspentage) sur les conséquences d'une fermeture asymétrique. Prenons dans un premier temps deux types d'aile assez caractéristiques, l'une étant plutôt « lobée », et l'autre plutôt « plate » (figure 4).

Par définition, ces deux types d'aile sont « réglés » pour avoir un virage homogène, ce qui se traduit simplement par une hauteur de suspentage plus courte sur l'aile lobée que sur l'aile plate. En termes de conception, le suspentage est réglé de telle façon que le bras de levier entre la résultante d'une demi-aile et le centre de gravité soit similaire, permettant une bonne mise en virage.

Analysons maintenant les effets d'une fermeture, à l'aide des moyens précédemment exposés.

La figure 5 présente les deux ailes, fermées à gauche à 50 %, et en dérapage provoqué par la traînée de la demi-aile fermée.

On remarque que pour un dérapage donné, le redressement plus important de la résultante sur l'aile lobée procure un bras de levier plus grand que sur l'aile plate, par rapport à leurs centres de gravité respectifs. Ce bras de levier provoque une mise en roulis plus rapide sur l'aile lobée. Plusieurs solutions sont possibles pour contrer cette mise en roulis :

- diminuer le lobe ;
- augmenter la hauteur de suspentage.

Cependant, ces solutions modifient le réglage voûte-suspentage optimal pour le virage.

Dans le cas d'une fermeture plus partielle, les effets sont similaires bien que moins marqués (figure 6) : pour les deux ailes, une résultante moins inclinée au départ et moins redressée par le dérapage (ce dérapage est plus faible du fait de la moindre traînée de la partie fermée).

Chaque aile possède un comportement tel que pour certains cas particuliers de fermeture celle-ci ne provoque pas de virage. La résultante passe dans ces cas particuliers par le centre de gravité (voir cas de l'aile plate fermée à 15 % sur la figure 6). Pour de très petites fermetures, si le « redressement » dû au dérapage est négligeable par rapport à l'inclinaison de la résultante, il peut même arriver qu'une petite fermeture provoque une mise en virage du côté opposé. C'est le cas sur certaines

ailes très lobées. Cependant, du fait du lobe, et du redressement important de la résultante en dérapage, une fermeture plus importante sur ces ailes procure une mise en virage très rapide côté fermé.

En règle générale, les ailes très lobées ont une variation très importante de l'inclinaison de la résultante et du bras de levier, entre les « petites » et les « grosses » fermetures asymétriques, à cause de l'effet dièdre et du dérapage. Cette variation pouvant aller jusqu'à un sens de mise en virage différent suivant la taille de la fermeture.

Les ailes moins lobées sont plus « homogènes » en termes de comportement suivant la proportion de la fermeture, avec une variabilité plus faible de la direction de la résultante (figure 7).

CONCLUSION

L'idéal pour une aile « supersafe » serait bien sûr une géométrie qui procurerait une résultante passant toujours par le centre de gravité, quel que soit le pourcentage de fermeture. Le « réglage » à la conception du comportement à la fermeture est assez difficile car il est contraint par les qualités désirées de mise en virage et les solutions sont parfois antinomiques. Une fois que la géométrie générale de l'aile est choisie par le concepteur, la hauteur de suspentage est plus ou moins fixée pour une plage de maniabilité donnée et les comportements résultants lors d'une fermeture asymétrique ne sont plus qu'une conséquence de la géométrie initiale. ■■■

