

# La troisième commande : vos fesses !

■ Texte et croquis :  
Olivier Caldara ■

**Après le mécanisme du braquage de frein dans la mise en virage en parapente, je propose de compléter cette analyse par l'étude de l'effet du pilotage sellette sur cette mise en virage. Nous aborderons ensuite le comportement de l'aile pendant la conduite du virage, aux freins ou à la sellette, et les différents comportements possibles suivant les paramètres de conception de l'aile (voûte, suspentage, freinage, réglage sellette...)**

## UNE TROISIÈME COMMANDE

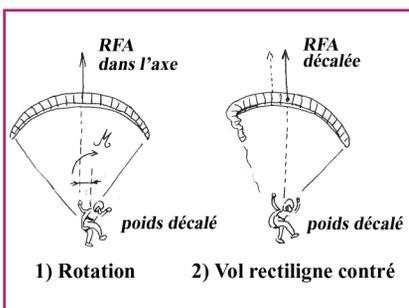
Ainsi, la mise en virage "classique" aux freins peut être avantageusement complétée par un pilotage actif à la sellette. Dans certains cas très particuliers, comme le souligne Jean-Gabriel Thillard dans VL 341, ce pilotage sellette est même le seul disponible au pilote selon les circonstances (oreilles, fermeture...). Parmi les nombreuses méthodes plus ou moins complexes d'utilisation de la sellette pour influencer sur le comportement de l'aile, les voltigeurs en expérimentent tous les jours, nous aborderons ici deux des principaux mécanismes :

- le transfert du poids du côté du virage (ou parfois du côté inverse) ;
- l'action dynamique du pilote en lacet ou "choke" du côté du virage ;

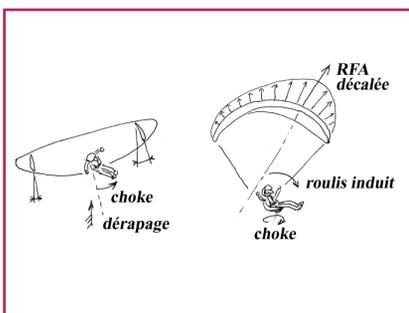
Le transfert de poids vient tout simplement apporter un moment de roulis car le centre de gravité se déplace par rapport à l'axe de la résultante, créant un bras de levier. Sans dissymétrie de l'aile (freins lâchés ou vol aux oreilles), ce

moment permet à lui seul la mise en virage. Avec dissymétrie de l'aile (engagement d'un virage avec 1 frein ou bien fermeture d'un côté de la voile), ce moment peut selon le côté du transfert de poids, aider la mise en virage ou aider à contrer un virage non sollicité. Le moment créé par déport de poids dépend bien sûr des réglages de la sellette :

- Ventrale "serrée" → moment faible
- Ventrale "lâche" → moment plus élevé

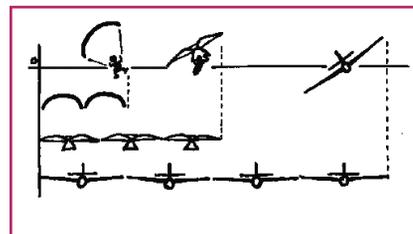


Le "choke" du pilote entraîne une mise en lacet directe de la voile, totalement similaire à la mise en lacet due au braquage d'un frein. L'effet sur la voile est équivalent au mécanisme présenté à la fin de la dernière chronique : une mise en roulis induite par le dérapage de l'aile, entraînant une dissymétrie de portance et donc un moment. Cet effet de roulis induit par le dérapage a récemment été mis en évidence par une équipe d'étudiants de l'ENSICA dirigée par Hervé Belloc, à l'aide d'études théoriques et d'essais en vol (participation de Nervures, essais sur une Bahia). "Choker" la voile simultanément au freinage augmente la mise en dérapage et donc la mise en roulis.



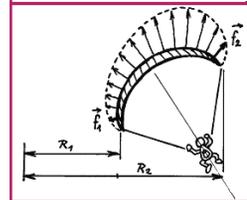
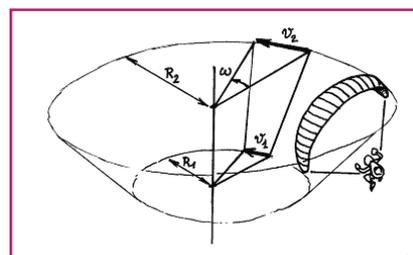
## LA CONDUITE DU VIRAGE

Une fois le virage déclenché, la faible vitesse du parapente, comparativement au planeur par exemple, détermine un très faible rayon de virage. C'est bien connu, pour une même inclinaison, le parapente profite plus que le planeur ou le delta du "noyau" de l'ascendance :



Les rayons de virage de différents aéronefs.

Pour fixer simplement les idées, on peut dire par exemple que le parapente tourne fréquemment sur un rayon de 2 envergures, lorsque le delta ou le planeur tournent respectivement sur 3 ou 4 envergures. Le rapport des vitesses entre les stabilos gauche et droit est dans l'exemple ci-dessus de 2 pour le parapente alors qu'il est de 1.5 pour le delta et de 1.3 pour le planeur. Les rapports de portance, proportionnelle au carré de la vitesse, sont donc respectivement de 4 pour le parapente, 2.25 pour le delta et seulement 1.7 pour le planeur. La répartition de portance en envergure varie donc très fortement sur un parapente en virage, même avec des commandes symétriques :



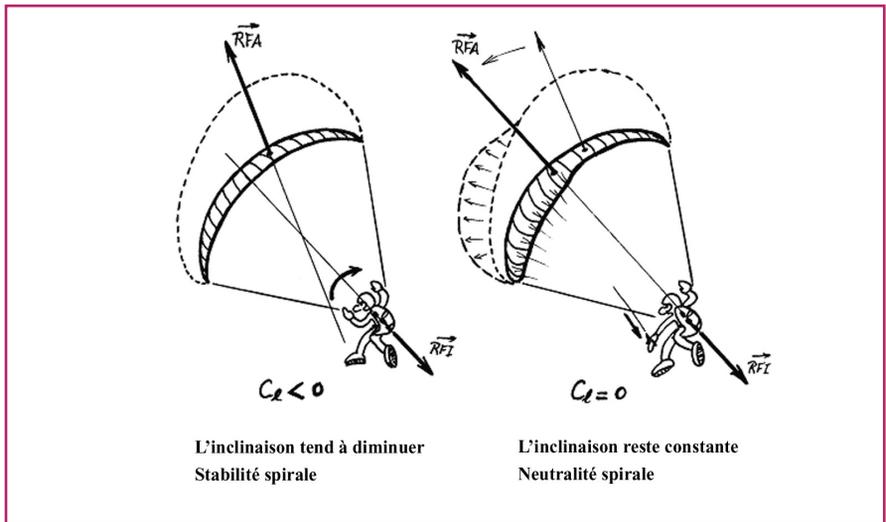
Variation de portance en envergure dans un virage.

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = \omega \cdot R_1 \\ v_2 = \omega \cdot R_2 \approx 2 \cdot \omega \cdot R_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left| \vec{F}_2 \right| \approx 4 \cdot \left| \vec{F}_1 \right|$$

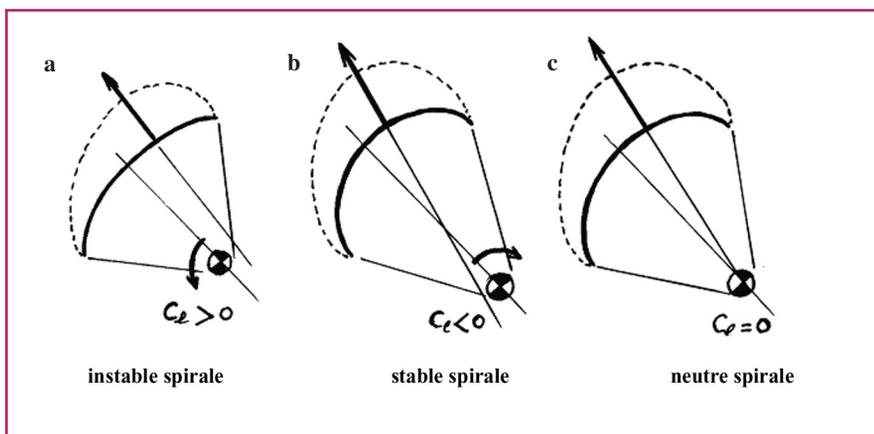
n°13

FICHE TECHNIQUE

C'est ce rapport de vitesses circonférentielles entre l'aile interne et l'aile externe qui est à l'origine du roulis "induit" sur les planeurs. Dans le cas d'un planeur à grand allongement (dont la "voûte" est plutôt "plate"...), ce roulis induit est toujours dans le sens du virage, l'aile externe porte plus que l'aile interne. Dans le cas d'un parapente à inclinaison donnée et dont les commandes seraient symétriques, "mains aux épaules" par exemple, les effets de ce différentiel de vitesses dépendent des paramètres basiques de construction que sont la voûte, la forme en plan et la hauteur de suspentage. En prenant par exemple 3 voiles différentes a) b), c), et en supposant en première approche que l'ensemble sellette-pilote est totalement symétrique (donc que le centre de gravité global aile + pilote se situe sur l'axe de symétrie) :



Obtention d'un virage à inclinaison constante sur une voile stable spirale.



Stabilité et instabilité spirale dues à la différence de vitesse circonférentielle

- cas a) : avec une voûte plate et/ou un suspentage court, le parapente subit un roulis induit "interne" et tend à engager le virage (instabilité spirale),
- cas b) : avec une voûte ronde et/ou un suspentage long, le parapente subit un roulis induit inverse et tend à sortir du virage (stabilité spirale),
- cas c) : si la voûte et le suspentage se combinent pour donner un moment nul, le parapente reste à inclinaison constante (neutralité spirale). Par ailleurs, selon le type de sellette (triangulée ou non), ses réglages (ventrale, hauteur d'assise), et le comportement du pilote, une aile stable ou neutre spirale peut s'avérer instable.

Enfin, les résultats obtenus sur une voile pour une inclinaison donnée n'ont aucune raison d'être les mêmes pour une inclinaison différente, ce qui explique le caractère fantasque ou dangereux de certains modèles. En règle générale, les voiles labellisées sont plutôt stables spirale ou neutres spirale pour des inclinaisons "normales".

Dans ce cas général le maintien en virage à inclinaison constante nécessite pour ces voiles stables spirale une action tendant à maintenir le virage :

- le maintien de la commande du côté interne au virage, pour compenser la répartition de portance et annuler le moment de roulis induit inverse
- le déport du pilote dans la sellette vers l'intérieur du virage pour aligner le centre de gravité avec la RFA



## CONCLUSION, RECHERCHE DE L'EFFICACITÉ

En guise de conclusion, on peut résumer les effets des différentes actions possibles sur la voile (freins, sellette) comme l'introduction d'une dissymétrie destinée à créer ou annuler un moment de rotation. Dans le cas de la mise en virage, le but est de créer un moment de rotation en roulis et en lacet. Dans le cas de la conduite du virage, le but est de réguler le taux de virage (et l'inclinaison), avec le plus d'efficacité et le moins de perte de performances possible. Ainsi la conduite d'un virage en thermique peut amener dans certains cas le pilote à se déporter massivement à l'intérieur du virage, en conservant un peu de frein à l'extérieur. C'est l'utilisation conjointe judicieuse du pilotage aux freins et du pilotage sellette, avec leurs effets mécaniques spécifiques, qui permet par l'apprentissage et l'entraînement d'atteindre l'efficacité maximale.

