

"TANT VA la CRUCHE à l'EAU..."

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

n°21

En cette fin d'été, et avant d'aborder une saison plus humide et moins propice aux joies du vol en parapente, il semble intéressant de traiter les questions suivantes :

Peut-on voler avec une voile mouillée ? Sous la pluie ? Après la pluie ? Quels sont les dangers particuliers ?

La chronique de ce mois-ci tentera de balayer les différents aspects de ces interrogations et selon quels mécanismes sont modifiées les qualités de vol de nos machines.

...QU'À LA FIN ELLE SE CASSE ! :

Les différents phénomènes qui peuvent modifier les caractéristiques de vol d'un parapente mouillé, le rendant éventuellement dangereux, peuvent a priori se séparer en plusieurs catégories distinctes :

- 1 modification éventuelle des caractéristiques des matériaux, entraînant des déformations ;
- 2 modification éventuelle des caractéristiques aérodynamiques des profils sous la pluie ;
- 3 alourdissement des matériaux par pompage de l'eau, ou par effet "pelliculaire" (voir plus loin) ;
- 4 déformations de l'aile consécutives à l'alourdissement ;
- 5 nouveau régime de vol dû à l'alourdissement et aux déformations.

Parmi toutes ces possibilités, certaines sont peu influentes. Par exemple, les caractéristiques pures des matériaux sont en général peu affectées par l'humidité (tant que ce n'est pas dans leur utilisation naturelle !). Le tissu est en effet dérivé de la

toile de spi dont on se doute qu'elle peut être mouillée ! Les suspentes sont aussi des fibres synthétiques, non modifiées par l'humidité. Tant que les parapentes ne seront pas en soie avec des suspentes en coton, l'eau n'aura que peu d'effets sur leurs caractéristiques dimensionnelles. Heureusement, car il serait dommage de voir sa voile "changer de taille" après avoir été à l'eau lors d'un SIV !

La traînée aérodynamique des profils, sur un parapente, n'est pas modifiée par les gouttes de pluie, contrairement à celle d'un planeur de performance. La principale différence tient au fait que les ailes de planeur utilisent des profils très sensibles, à couche limite laminaire étendue. La moindre goutte d'eau rend cette couche limite turbulente et augmente drastiquement la traînée par rapport à la valeur nominale. Sur un parapente, étant donné l'état de surface "approximatif", les profils sont déjà en régime turbulent et une pellicule d'eau n'y change rien.

Nous nous intéresserons aux causes restantes, entraînant des modifications importantes sur le vol en parapente : les effets de l'alourdissement, des déformations dues à cet alourdissement et du changement de régime de vol et de sensations du pilote.

UN NOUVEAU TYPE DE PLUVIOMÈTRE ?

Les effets de l'eau se traduisent principalement par une prise de masse de l'ensemble de la voile, selon deux mécanismes qui peuvent être simultanés :

1 premier mécanisme : la voile est mouillée par absorption de l'eau dans les fibres du tissu, à la manière d'une éponge et s'alourdit en fonction du pourcentage d'eau absorbé. Selon qu'elle est simplement humide après une averse ou bien imbibée (après trempette suite à un SIV...), elle peut s'alourdir de quelques kilogrammes à une dizaine de kg environ. Cet alourdissement a une limite : celle obtenue lorsque les fibres sont totalement imbibées. Au-delà, l'eau en excès s'écoule, comme pour une éponge.

2 second mécanisme : la voile est gonflée ou en vol et subit en continu une pluie. Dans ce cas, en plus de l'absorption d'eau dans le tissu, une pellicule d'eau se forme à sa surface en extrados. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, la majeure partie de l'eau n'est pas "évacuée" par l'écoulement aérodynamique, excepté au voisinage immédiat du bord d'attaque. Il se forme une "pellicule" d'épaisseur plus ou moins importante sur tout l'extrados, pellicule renouvelée continuellement par la pluie. En pluviométrie, un mm de précipitations par m² pèse 1 kg. Ainsi, nos parapentes pourraient nous servir de pluviomètres... A titre d'exemple, pour une voile de 30 m² de surface à plat, une pellicule de 0.5 mm d'épaisseur alourdit la voile de 15 kg, et de 30 kg pour 1 mm !

En supposant que l'augmentation de masse est uniforme sur toute la surface, dans les deux cas, l'effet sur la voile en vol est le même et provoque deux types de comportement différents :



1 Effet de centrage : le centre de gravité de la voile étant placé en général nettement plus en arrière que le centre de poussée (estimons ce CG voile à 50 % de la corde), la voile vole en régime plus cabré à cause du recul du centrage. Le CG global remonte et recule, voir figure 1, ce qui met l'ensemble à cabrer. Cet effet est cependant assez acceptable comme le montre la figure 2 (cas d'une voile intermédiaire). En effet, en considérant dans un premier temps que le profil n'est pas modifié, on constate que la prise d'incidence est d'environ 1° par dizaine de kilos supplémentaire. L'effet est bien sûr

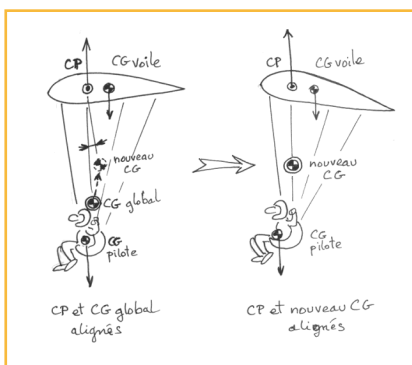
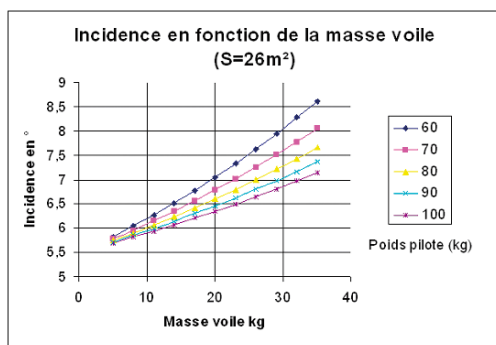


Figure 1 : modification du calage avec la masse de la voile

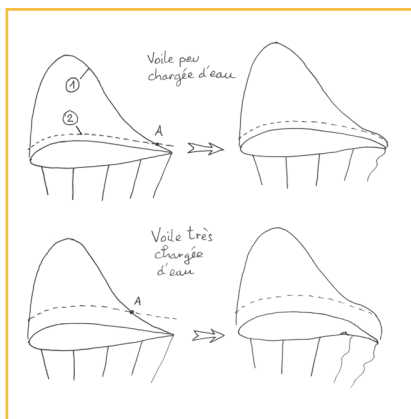
d'autant plus fort que le pilote est léger. Cet effet est similaire à une augmentation de calage de la voile, semblable à celui d'un trim. Il modifie à coup sûr le comportement de celle-ci, notamment hors domaine de vol (si la voile n'est pas certifiée avec trims, il y a peu de chances que le comportement en SIV soit identique à la voile "sèche"). Cependant, un résultat bizarre est que la vitesse de vol n'est que très peu modifiée par ce calage à cabrer. En effet, celui-ci est compensé par l'augmentation du PTV et la vitesse de vol reste sensiblement constante. Le simple effet de centrage n'est donc pas catastrophique, comme peut l'être l'effet suivant de "volet lourd".

Figure 2 : variation d'incidence due à la masse voile.



2 Effet de "volet lourd" : en supposant la masse de la voile mouillée répartie uniformément sur la corde du profil, la figure 3 montre que cette augmentation de masse peut amener une déformation du profil, principalement sur le bord de fuite. Explication : un parapente est majoritairement chargé sur les avants (A et B), du fait de la répartition de portance typique sur une aile (courbe 1). Pour une aile "lourde" et suivant les cas, simplement mouillée ou "pelliculée" sous la pluie, la répartition de masse (courbe 2) se soustrait à la répartition locale de portance. La résultante devient négative à partir du point A. La voile est localement plus lourde que les efforts de portance. La conséquence est que la voile se déforme en "creusant" le bord de fuite, comme un volet de frein, jusqu'à ce que l'augmentation locale de portance apportée par ce creusement compense exactement l'augmentation de poids de la zone mouillée.

Figure 3 : effet de "volet lourd"



Dans le cas d'une voile simplement "humide" et peu alourdie, donc hors vol sous la pluie, les conséquences peuvent être gérables car les modifications de forme sont assez faibles. Dans le cas d'une voile très alourdie, ou de vol sous la pluie, elles peuvent être catastrophiques.

Au niveau du pilote, plus la voile s'alourdit, plus la tension dans les freins (et éventuellement les arrières) s'allège.

Au niveau du planer, le régime de vol s'approche de plus en plus d'un régime "freins maxi", donc du décrochage, symétrique ou non, ou bien d'une phase parachutale

préalable. En supposant que la voile continue de voler à la limite, une simple action de mise en virage peut provoquer une entrée en vrille. Par ailleurs, une voile très lourde peut parfaitement ne jamais revenir en phase de vol normale après décrochage et parachuter jusqu'au sol.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS :

En premier lieu, ne jamais voler sous une pluie soutenue, c'est le pire des cas envisageables : forte augmentation de masse de la voile et forte modification de forme entraînant à coup sûr le décrochage ou la parachutale.

Dans le cas d'une voile simplement légèrement mouillée, la recommandation la plus sage est de ne voler que si elle n'est pas trop "dégoulinante". Un "test" de sa voile humide par un simple gonflage peut éventuellement permettre, dans le cas où le pilote connaît bien ses réactions, de déceler un comportement bizarre aux freins. Un autre "test" est d'évaluer le gain de masse en soulevant sa voile en bouchon : au-delà de 5 kg supplémentaires, méfiance ! Se rappeler que de toutes façons elle aura un comportement "hors homologation" en cas de pépin. Pour ne prendre aucun risque, le mieux est de ne pas voler avec une voile mouillée.

Et si on se prend une averse imprévue en vol ? Si elle est courte et de faible intensité, et que le comportement aux freins n'est pas trop modifié, se rappeler simplement qu'un incident de vol éventuel (fermeture ou autre) risque de révéler un comportement "bizarre", hors homologation.

Si l'averse est intense et qu'on n'a "pas pu" l'éviter (sauf si on avait mieux regardé la météo avant de voler...), la planche de salut réside dans l'utilisation de l'accélérateur et/ou des trims à piquer si la voile en dispose. C'est le seul moyen de retarder le décrochage et de retrouver un peu de plage de pilotabilité aux freins.

Les oreilles sont plutôt à déconseiller avec une voile mouillée, car elles ont en général tendance à augmenter l'incidence de vol, donc à approcher des problèmes potentiels.

Enfin, se rappeler simplement que le parapente est un sport merveilleux lorsque les conditions sont bonnes (suivant l'échelle de valeurs de chacun), et qu'un vol à tout prix par temps pluvieux n'est pas si agréable et n'en vaut peut-être pas la chandelle, surtout pour des élèves en école...

