

■ Texte et croquis :
Olivier Caldara ■

Etant l'un des plus dangereux, c'est l'un des premiers phénomènes qu'un moniteur décrit lors de la formation des élèves pilotes : le décrochage. La consigne est simple, ne pas diminuer trop la vitesse car sinon

l'aile ne vole plus, ce qui peut entraîner une cascade d'événements. Souvent l'un des élèves plus curieux que les autres pose une question du genre : « Ben oui, mais pourquoi le décrochage se produit ? Pourquoi l'aile ne continue pas à porter tant qu'il y a du vent relatif, jusqu'à une vitesse nulle ? Qu'est-ce qui fait qu'une aile décroche plus ou moins tôt ? ». Suivant sa patience, et le degré de « curiosité » de l'élève, le moniteur peut y passer quelques minutes... ou bien quelques heures.

FINALEMENT, QU'EST-CE QUI « DÉCROCHE » ?

Rappelons ce qu'est la couche limite sur un profil plongé dans un écoulement : c'est la couche d'air au contact du profil, dans laquelle la vitesse de l'écoulement accélère et varie de 0 (juste à l'interface) à la vitesse locale. Le schéma de la figure 1, repris des premières chroniques sur la traînée, propose une représentation de la couche limite.

L'air qui s'écoule autour du profil « suit » les formes, notamment à l'extrados, et adhère au profil grâce aux forces de viscosité. Ces forces de viscosité dépendent de la variation de vitesse au voisinage de la paroi. Après la zone d'accélération au bord d'at-

taque, chaque point de l'extrados, à partir de l'épaisseur maximum, est le siège d'une dépression, qui a tendance à « décoller » la couche limite :

- plus l'extrados est courbe, plus la dépression est importante ;
- plus la vitesse diminue, moins la couche limite est adhérente ;
- plus l'incidence est élevée, plus la dépression est importante.

Ainsi, le décrochage intervient souvent dans la seconde partie du profil, et pour des incidences élevées, comme le montre la figure 2. Si le bord de fuite est

DIS, POURQUOI ça ne vole plus ?

n°27

TECHNIQUE

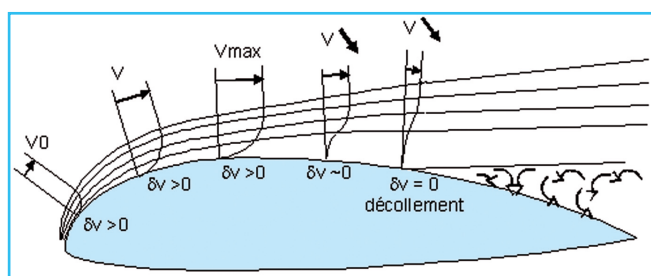


Figure 1 : couche limite autour d'un profil

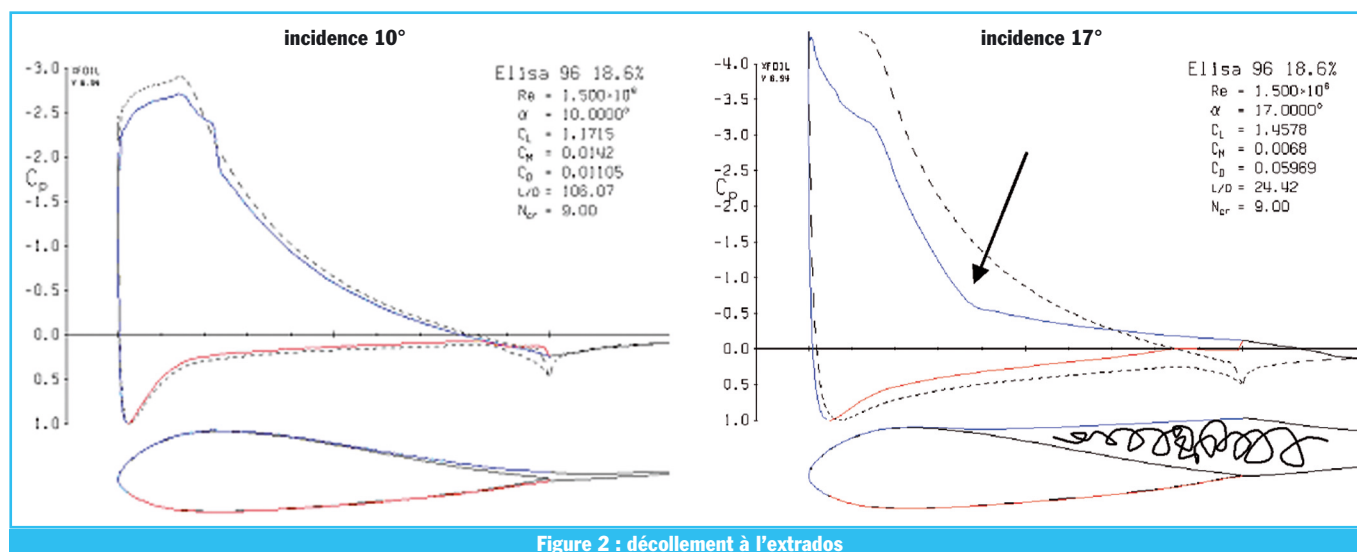


Figure 2 : décrochage à l'extrados

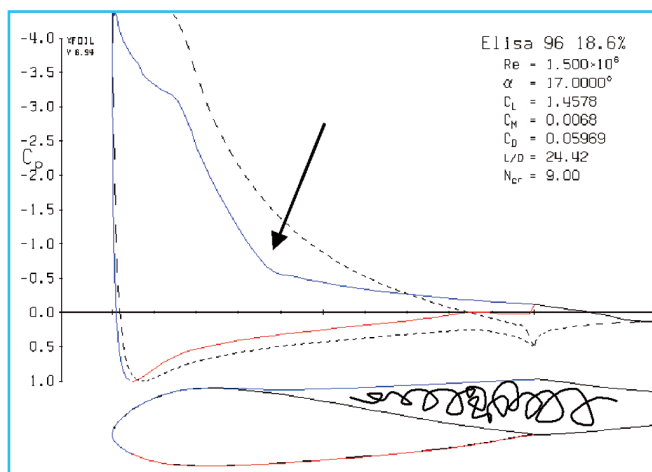


Figure 3 : décollement sur la courbure du volet de frein

freiné, la courbure d'extrados en est d'autant plus importante, et peut provoquer le décrochage à ce niveau (figure 3). Pour une forme de profil donnée et pour un nombre de Reynolds donné, le décrochage intervient toujours à la même incidence, et donc pour le même coefficient de portance maximale (appelé C_z max), quelle que soit la vitesse de vol. Il est plus ou moins progressif :

- les profils « sages » décrochent de façon très progressive à partir du point de décollement initial de la couche limite ;
- les profils « méchants » décrochent massivement. Le décollement de la couche limite est pratiquement instantané sur tout l'extrados.

En général, les remarques suivantes sont valables pour les profils classiques en parapente :

- plus un profil est épais, plus son incidence de décrochage est élevée (et son C_z max aussi) ;
- plus le bord d'attaque est arrondi, plus l'incidence de décrochage est élevée ;
- L'incidence de décrochage diminue lorsque le bord de fuite est braqué, mais le C_z max est plus élevé ;
- Une incidence de décrochage de 16 à



Figure 5 : volet fowler

20° en « lisse », et de 14 à 18° « freiné » est courante ;

- Un C_z max « freiné » de 1.8 à 2.2 est courant.

A QUELLE VITESSE UNE AILE DÉCROCHE ?

Ces deux dernières remarques nous permettent d'expliquer les ordres de grandeur habituellement rencontrés sur les parapentes.

En effet, on peut vérifier simplement cette vitesse minimale pour un parapente typique. A partir d'une finesse courante « plein freins », on peut déduire l'ordre de grandeur de l'angle de planer qui est équivalent à l'incidence en supposant que le calage de l'aile est à 0° sur l'horizon.

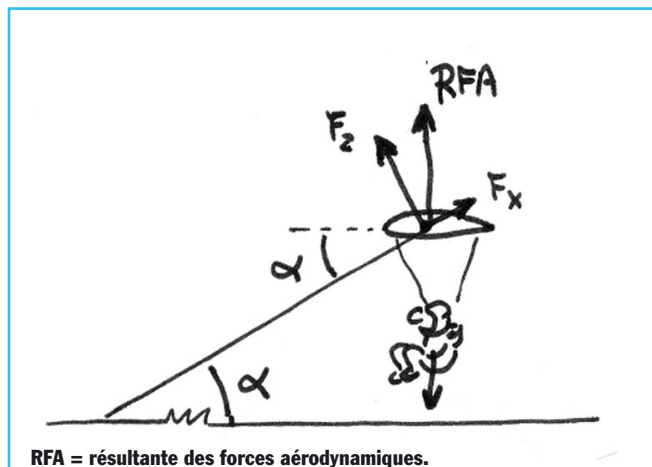
Le calcul de l'équilibre $RFA = \text{poids}$, en utilisant la valeur du C_z max, donne ensuite la vitesse de vol pour cette incidence et ce C_z max. La figure 4 représente le principe du calcul.

Avec les valeurs numériques suivantes :

- PTV = 100 kg
- surface projetée = 24 m²



Figure 6 : bec à fente



RFA = résultante des forces aérodynamiques.

Figure 4 : évaluation de la vitesse minimale

- finesse « tout freiné » environ 3.5.

L'angle de planer est de l'ordre de 16°, et la vitesse minimale de 22 à 20 km/h, pour un C_z max qui varie respectivement de 1.8 à 2.2.

Pour un même PTV et une même surface projetée, donc une même charge alaire projetée, les disparités de vitesses de décrochage parmi plusieurs types d'ailerons s'expliquent simplement par les caractéristiques du profil, incidence max et C_z max.

Enfin, depuis les débuts de l'aviation, les « aviateurs » ont inventé une multitude de moyens pour améliorer le comportement à basse vitesse, augmenter le C_z max et l'incidence de décrochage. Parmi ceux-ci, notons les volets à fente type « fowler », qui ont été expérimentés en parapente. Le principe des volets à fente est d'accélérer la couche limite « fatiguée » à l'extrados, à l'aide d'un écoulement provenant de l'intrados au travers d'une fente entre le volet et l'aile. Le principal avantage est d'augmenter l'efficacité du volet et donc le C_z max du profil (figure 5).

Un autre dispositif à fente, cette fois-ci au bord d'attaque, utilise sensiblement le même principe, mais permet cette fois d'augmenter l'incidence de décrochage. Il est appelé « bec à fente » (figure 6). L'association des becs à fente, des volets fowler (parfois à plusieurs fentes, et à recul) est observable sur les ailes des avions de ligne. A quand un parapente équipé de ces dispositifs ? ■■■

