

# VIVE L'ANCÊTRE ...

■ Texte et croquis :  
Olivier Caldara ■

n°23

## UN PRÉCURSEUR

Qui n'a pas été séduit par la beauté esthétique de la Sailwing, génial précurseur de nos merveilleuses machines à voler ? La prouesse réalisée par Francis Heilmann pour la Coupe Icare 2005 - faire voler une réplique de cet engin mythique - se situe dans la droite ligne de celle réalisée 40 ans plus tôt par David Barish avec l'original. En se replaçant dans le contexte de l'époque, une approche du vol humain "avec un simple morceau de tissu" on est dans l'esprit des premières tentatives de vol des pionniers de l'aviation. Tout était à découvrir. Les principes qui permettent aujourd'hui aux concepteurs de parapente de concevoir un engin efficace n'existaient pas encore. Chaque expérimentation permettait d'avancer peu à peu vers la connaissance. Aujourd'hui, la reconstitution menée par Francis à partir de quelques photos pour aller jusqu'à la démonstration en vol, mérite réellement un coup de chapeau. La Sailwing est, en effet, très éloignée d'un parapente traditionnel et il a probablement fallu qu'il suive un chemin similaire à la démarche initiale de David Barish pour arriver au bout de l'aventure.

A partir des données que Francis Heilmann m'a communiquées avec gentillesse sur sa (re)création, suivent quelques réflexions générales sur les particularités de cette extraordinaire machine puis une analyse des performances et caractéristiques envisageables suivant les choix de conception effectués. En quelque sorte, une approche de "reverse engineering" à partir de la "bête" existante : qu'est-ce que ça donne, et qu'est-ce qu'on pourrait envisager d'améliorer...

## RECONSTITUTION

Pour une première approche de comportement, en reprenant la démarche générale d'analyse présentée lors des premières rubriques, les données minimales nécessaires sont :

- les caractéristiques des profils utilisés (reconstitution/approximation) ;
- les caractéristiques générales : surface, allongement, voûte (aplatissement) ;
- les traînées parasites estimées : pilote, suspentage, "quilles" en tissu.

Pour les profils, il est bien évidemment difficile de connaître exactement ceux de la voile réelle. Il est par contre possible d'approcher les caractéristiques générales de ce type de profils :

- plus ou moins creux, avec un bord d'attaque gonflé en goutte d'eau. Sur la Sailwing, ce bord d'attaque est "tenu" gonflé par des entrées d'air situées à l'arrière, peu courant en parapente (voir figure 3). Nous verrons plus loin un mécanisme possible pour expliquer ce fonctionnement (Figure 1).

## MODÉLISATION DU PROFIL

On peut remarquer sur les photos de la voile que le profil semble nettement plus creux au voisinage des "quilles" de suspension que dans les zones gonflées entre ces quilles. Pour estimer les caractéristiques, on peut choisir 2 formes "génériques" différentes : l'une avec un creux de 10 % de la corde, l'autre avec un creux de 20 %. Ces deux formes sont présentées figure 1, ainsi

que les zones de décollement possibles pour une incidence de  $10^\circ$  à  $15^\circ$ . Les polaires de ces 2 profils "estimés" sont présentés sur la figure 2.

On remarque aussi que pour les deux profils la portance est assez élevée pour des incidences de  $10$  à  $15^\circ$  ( $C_z$  maximum de l'ordre de 2, à comparer avec les  $C_z$  moyens de 0.6 pour un parapente classique) et que, pour le profil le plus creux (20 %), la traînée est nettement augmentée (décalage à droite de la polaire). Par ailleurs, il est intéressant de noter que pour ces incidences une zone décollée est présente après le bord d'attaque à l'intrados, notamment sur le profil à 20 %.

### Un profil gonflé par "un rouleau de printemps" ?

Une question qui a dû se poser aux observateurs avertis : comment le bord d'attaque tient-il gonflé ?

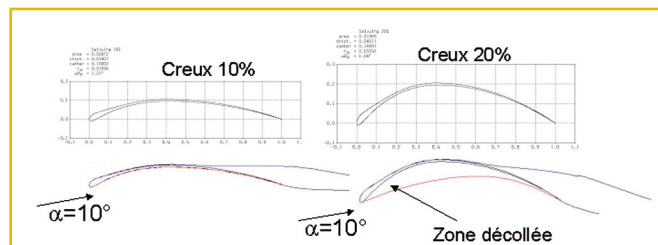


Figure 1 : profils creux 10 % et 20 %

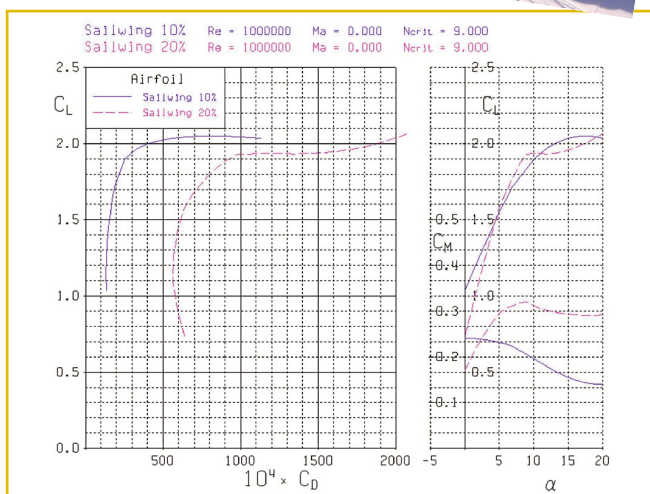


Figure 2 : polaires des profils creux 10 % et 20 %

FICHE TECHNIQUE



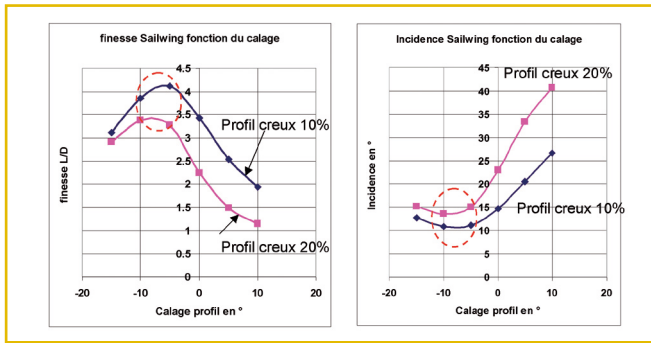


Figure 4 : finesse et incidence, en fonction du calage

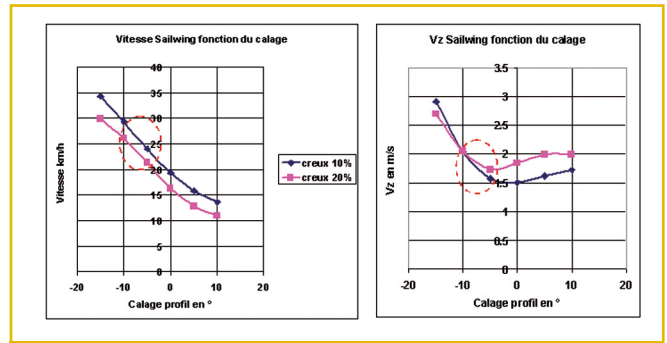


Figure 5 : vitesse de vol et Vz en fonction du calage

Suivant l'incidence des profils, au gonflage, ou en régime normal de vol, le décollement au bord d'attaque intrados peut expliquer la tenue gonflée du bord d'attaque. La figure 3 représente une coupe du profil et de son entrée d'air "arrière", ainsi qu'une visualisation en perspective de l'intrados d'une portion de l'aile, avec ses entrées d'air en demi-lune. En fait, le décollement à l'intrados génère probablement un tourbillon (les spécialistes appelleraient cela une "re-circulation") qui s'enroule sur lui-même et alimente l'entrée d'air par l'arrière. Une représentation 3D de ce type de turbulence lui donne un air de "rouleau de printemps" comme sur la figure. Suivant l'incidence et la turbulence, le bord d'attaque est plus ou moins bien gonflé, ce qui se décèle sur plusieurs photos. Lors du gonflage, l'incidence est telle que la turbulence d'intrados n'existe pas et le bord d'attaque n'est pas gonflé. Lors de la phase de vol, cette turbulence est établie et alimente en "bon air frais" le bord d'attaque. Voilà comment, bien avant les parapentes traditionnels, David Barish imaginait et démontrait la possibilité d'un bord d'attaque gonflé, sans entrée d'air face à l'écoulement. Revers de la médaille, ce principe suppose une zone de turbulence, qui augmente la traînée du profil. On ne peut pas tout avoir...

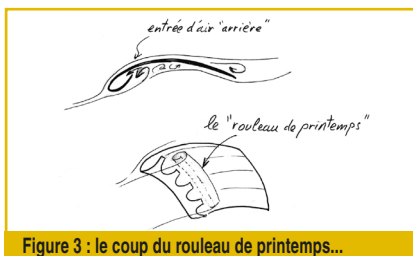


Figure 3 : le coup du rouleau de printemps...

## QUELLES PERFORMANCES ?

Pour estimer les performances de la Sailwing, les caractéristiques générales sont tirées des renseignements donnés par Francis sur sa reconstitution :

- surface à plat environ 40 m<sup>2</sup> (pour le modèle "historique" de David Barish, cette surface était nettement plus réduite, de l'ordre de 25 m<sup>2</sup>) ;
- allongement environ 4 ;
- aplatissement, environ 25 % (équivalent à une surface projetée estimée de 30 m<sup>2</sup>) ;
- prise en compte des caractéristiques des profils estimés plus haut ;
- prise en compte du pilote et des quilles dans les traînées parasites (total environ 2 m<sup>2</sup>) ;
- charge alaire à 2.5 kg/m<sup>2</sup>.

A partir de ces données, il est possible de reconstituer un modèle approché de l'aile, qui permet d'évaluer ses performances. Cependant, un paramètre important de "réglage" de ce modèle est le calage du profil. Quel calage adopter sur un tel engin ? Quel calage effectif employait David Barish ou bien l'aile de Francis ? Le modèle simplifié nous permet d'étudier les performances, et les différentes caractéristiques de vol (incidence, vitesse, et...) pour plusieurs calages, et donc d'estimer a priori lequel serait le mieux adapté et si les performances varient beaucoup en fonction de ce paramètre.

Les figures 4 et 5 donnent l'évolution de la finesse, de la vitesse, de la Vz et de l'incidence pour un calage variant de -15° à +10°. Les deux courbes sur chaque graphique représentent l'utilisation de l'un ou l'autre des profils estimés. La "bonne" valeur doit se situer entre les 2.

L'analyse de ces courbes montre que la meilleure finesse (entre 3.5 et 4) serait obtenue pour un calage négatif du profil de l'ordre de 5° à 10° (voir représentation du

profil 10 % calé figure 6). Dans ce même cas, l'incidence serait raisonnable entre 10 et 15°, loin du décrochage du profil, la vitesse de vol entre 22 et 28 km/h et la Vz entre 1.5 et 2 m/s. C'est probablement le régime de vol le mieux adapté à cette géométrie et ce type de profil, compte tenu des particularités de celui-ci (très creux, très porteur, et à forte traînée).

En faisant l'hypothèse d'un calage à 0° (profil calé "horizontal", ce qui semble être le cas sur l'aile de Francis), la finesse chute sensiblement de l'ordre d'un point, la vitesse diminue à 20 km/h maxi et, surtout, l'incidence augmente dangereusement et s'approche du décrochage (20°). C'est probablement la limite pour une telle géométrie, un calage plus à cabrer donnerait à coup sûr un vol parachutal.

D'après les remarques de Francis sur le vol, l'aile gagnerait beaucoup à être plus chargée, pour gagner en vitesse et pouvoir se défendre en conditions ventées ou thermiques. Selon lui, l'aile de David Barish était nettement plus petite, avec 25 m<sup>2</sup> environ. En considérant cette nouvelle donnée, toutes choses égales par ailleurs, l'aile serait un peu moins perfo (0.3 points en moins) et effectivement plus rapide, avec une plage de vitesse de 25 à 35 km/h. Toujours en considérant un calage plutôt "piqueur".

## C'EST PILOTABLE ?

Sur l'aile originale, David Barish n'avait pas mis de commandes (!). Sur la "petite sœur", Francis a implanté un faisceau de freinage type parapente. D'après lui, l'aile est très peu maniable en son état actuel. Pour améliorer cette maniabilité, on pourrait imaginer de caler l'aile effectivement plus à piquer, pour améliorer le comportement du profil et l'efficacité du frein. ■

Figure 6 : représentation des profils calés à -10°

