

# Effet des hypersustentateurs au bord d'attaque et au bord de fuite sur les performances des planeurs de compétition

Par ALBERTO MORELLI, ing.

Conférence au 8<sup>e</sup> Congrès de l'OSTIV, Cologne (Allemagne), juin 1960

## Avant-propos

Comme on sait déjà très bien, les caractéristiques de vol doivent assurer, le plus possible, au planeur de compétition les trois qualités suivantes :

- 1<sup>o</sup> Vitesse minimum de chute la plus petite possible,
- 2<sup>o</sup> Possibilité de virages étroits avec une petite vitesse de chute,
- 3<sup>o</sup> Grande finesse à haute vitesse.

Les qualités 1 et 2 sont en général compatibles, tandis que la troisième est souvent en opposition avec les deux autres. En effet, les facteurs sur lesquels l'ingénieur chargé du projet peut agir pour influencer les qualités précédentes, sont :

- a) conformation aérodynamique générale du planeur,
- b) charge alaire,
- c) choix du profil alaire.

Ces facteurs ne sont pas tout à fait indépendants, mais on peut, si l'on veut, varier chacun d'eux sans trop influencer les autres.

Le facteur a) influence toutes les trois qualités désirées de façon qu'une amélioration aérodynamique générale ait un effet favorable sur les trois qualités de vol (par conformation aérodynamique générale du planeur on entend ici l'allongement et la forme de l'aile; type d'intersection aile-fuselage; braquage aile-fuselage; profil du fuselage et rapport surface alaire/section maximum du fuselage; type d'empennage adopté, sa dimension comparée à l'aile, allongement, etc.).

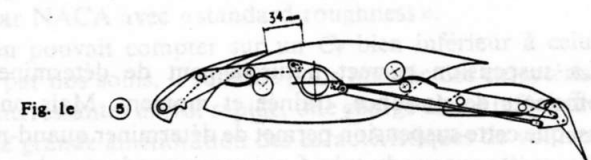
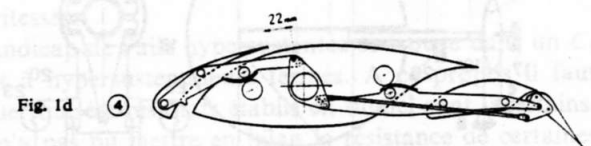
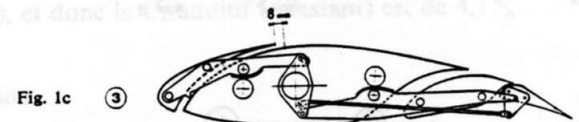
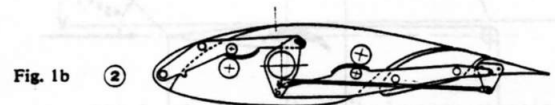
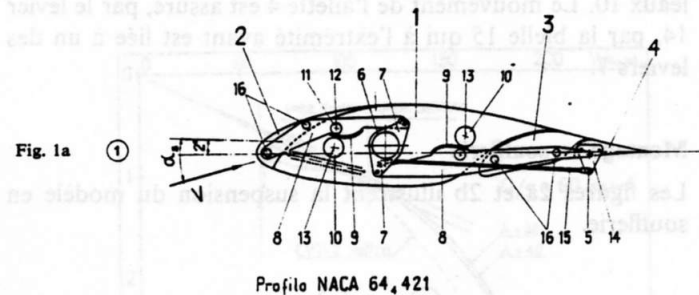
Cela est d'ailleurs évident, et en effet les premiers constructeurs ont cherché immédiatement à atteindre des grandes finesesses maximum.

Au contraire, si l'on augmente le facteur b) (charge alaire), il en résulte un effet défavorable sur les qualités 1 et 2 et un effet favorable sur la 3 et vice versa. Donc, pour chaque condition de vol il faudrait choisir la charge alaire la plus favorable. Un système employé est celui de «Water Ballast», mais l'inconvénient de ne pas pouvoir le remplir en vol, en limite énormément les avantages. Un système certainement très efficace consisterait à varier la surface alaire, possiblement à allongement constant, mais cette formule si compliquée à réaliser n'a intéressé jusqu'à maintenant aucun constructeur.

Il reste donc le facteur c), c'est-à-dire le choix du profil alaire. Dans ce domaine on a suivi deux chemins principaux, le premier tendant à diminuer le coefficient de profil, le deuxième tendant à augmenter le coefficient de portance maximum sans augmenter trop le coefficient de résistance. Jusqu'à présent, le premier chemin, avec l'étude des profils laminaires en particulier, a été suivi beaucoup plus souvent que l'autre, lequel toutefois a plusieurs raisons d'intérêt, comme on verra par la suite.

Le C.V.T. a commencé, il y a quelque temps, à s'occuper des systèmes d'hypersustentation en vue de l'application aux planeurs de compétition.

Je veux faire part de quelques essais qui ont été poursuivis à la soufflerie de l'Ecole Polytechnique de Turin sur un modèle d'aile avec hypersustentateurs au bord de fuite et au bord d'attaque. Ensuite, je montrerai les performances obtenables avec un certain allongement et une certaine charge alaire.



## Description du modèle d'essai

Le modèle était constitué par un tronc d'aile rectangulaire de 1,02 m d'envergure. La section, constante, est indiquée en figure 1a. Le profil base est un NACA 64 421. La partie centrale a une fonction structurale et soutient les ailettes mobiles 2 et 3. L'ailette 3 soutient à son tour l'ailette 4 qui tourne autour de l'axe de charnière 5.

En figure 1b les hypersustentateurs au bord de fuite sont légèrement sortis.

En figures 1c, 1d, 1e les hypersustentateurs au bord d'attaque et au bord de fuite sont graduellement toujours plus sortis.

A chacune de ces configurations nous avons donné un numéro qu'on retrouvera dans les diagrammes.

Le mouvement des hypersustentateurs 1 est effectué simultanément par la rotation du tube 6 qui porte soudés les leviers 7 auxquels sont liés rigidement, par les boulons 16, les ailettes 2 et 3. Les coulisses 9 sont obligées à être toujours tangentes aux roulins 10 et ont une forme opportune à réaliser la loi imposée par le mouvement des ailettes 2 et 3. Les roulins 11 peuvent naturellement tourner sur leurs axes 12 qui, à leur tour, peuvent tourner autour de l'axe 13 des rouleaux 10. Le mouvement de l'ailette 4 est assuré, par le levier 14, par la bielle 15 qui à l'extrémité avant est liée à un des leviers 7.

### Montage en soufflerie

Les figures 2a et 2b illustrent la suspension du modèle en soufflerie.

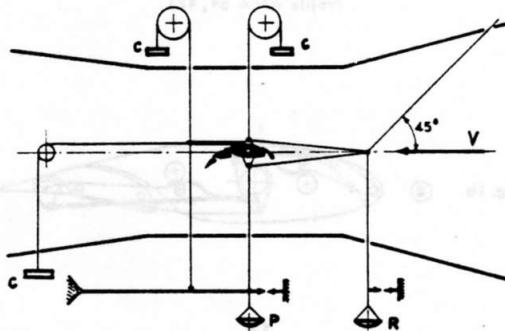


Fig. 2a

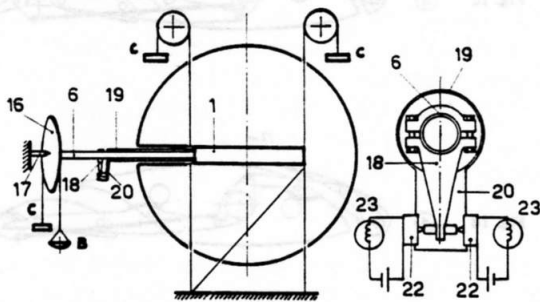


Fig. 2b

La suspension permet naturellement de déterminer les coefficients de portance, traînée et moment. Mais on voit aussi que cette suspension permet de déterminer quand-même les moments autour du tube 6 qui correspondent au braquage des hypersustentateurs. On note que le tube 6 passe en dehors de la soufflerie et porte, soudé à son extrémité, la poulie 16 autour de laquelle sont verrouillés deux câbles qui portent d'un côté un contrepoids C et de l'autre une balance B. Sur le tube 6 est aussi joint le levier 18 qui est empêché de bouger relativement au tube 19, à son tour rigidement lié à la partie 1 du modèle, par la patte 20, mieux visible dans le particulier, portant deux micro-interrupteurs 22 qui allument les lampes 23, si le levier 18 presse d'un côté ou de l'autre. Quand les

pooids appliqués en B contrastent exactement le moment de braquage des hypersustentateurs, les lampes 23 restent éteintes.

Un tube profilé 24, soudé à la paroi de la soufflerie, empêche que la traînée du tube 19 soit mis en bilan avec la traînée du modèle.

### Résultats obtenus d'après les épreuves en soufflerie et leur élaboration (ing. Vincenzo De Filippis)

Le nombre de Reynolds varie entre 1 000 000 et 900 000 si l'on fait rapport à la corde de l'aile avec hypersustentateurs non-braqués.

D'après les mesures de portance, traînée et moment de tangage, on a tracé les courbes de coefficient de portance  $C_p$ , traînée  $C_r$ , en figures 3 et 4, et le coefficient de moment  $C_m$ , en fonction de l'angle d'attaque.

Cet angle est référé à la direction, indiquée en figure 1a, qui forme un angle de 2 degrés avec la corde du profil.

On est passé des caractéristiques du modèle, qui a évidemment un allongement fini, aux caractéristiques du profil en considérant que:

a) la direction de portance nulle ne change pas avec l'allongement;

b) le coefficient angulaire de portance de l'aile d'allongement infini  $C_{p\infty}$  se déduit d'après la relation bien connue:  $C'_p = C'_{p\infty} / (1 + C'_{p\infty}) / \pi\lambda$

c) le coefficient de portance maximum  $C_{p\max}$  peut être déterminé avec la méthode de Weissinger (Report/NACA 921).

Si l'on considère que la chute de portance est assez brusque, on peut admettre que le  $C_{p\max}$  global de l'aile soit atteint quand la section moyenne de l'aile atteint le  $C_{p\max}$  local (aile rectangulaire et sans gauchissement).

Selon la méthode de Weissinger, on est passé du  $C_{p\max}$  global au  $C_{p\max}$  local dans la section moyenne qui donne comme résultat, d'après ce qu'on dit, le  $C_{p\max}$  du profil.

d) le coefficient de traînée de profil  $C_r$  est déterminé en déduisant le coefficient de traînée induite  $C_{r1} = C_p^2 / \pi\lambda$  du coefficient de traînée globale.

Dans les calculs, on a considéré la variation de l'allongement avec le braquage des hypersustentateurs.

Les courbes des coefficients de portance et de traînée de profil sont tracées, en fonction de l'angle  $\alpha$ , dans les figures 5 et 6.

### Polaire enveloppe et polaire des vitesses

Comme nous avons vu, les essais au tunnel nous ont permis d'établir les diagrammes ( $C_{p\infty}$ ) et  $C_r$  en fonction de  $\alpha$  pour l'ensemble des configurations essayées. D'après ces deux diagrammes il est facile d'obtenir la polaire d'une aile ayant les hypersustentateurs dans une des positions essayées et un allongement  $\lambda$  quelconque.

Nous l'avons fait pour  $\lambda = 30$  et  $\lambda = 40$  (figures 7 et 8 respectivement). Sur ces figures, nous avons tracé l'enveloppe des polaires qui représentent, avec une bonne approximation, la polaire d'une aile capable de se transformer graduellement et de façon opportune, en fonction de l'assiette, dans les configurations 1, 2, 3, 4, 5. Le système qui transforme l'aile graduellement d'une configuration à l'autre doit assurer exactement le maximum de finesse pour chaque assiette.

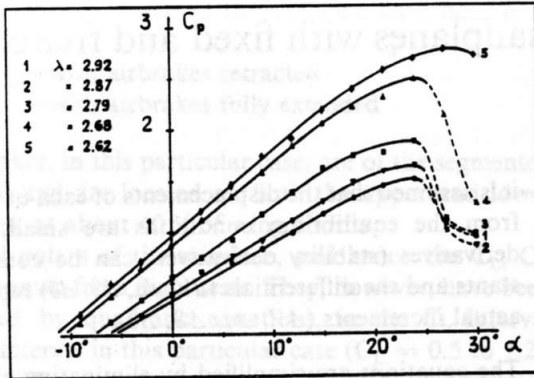


Fig. 3

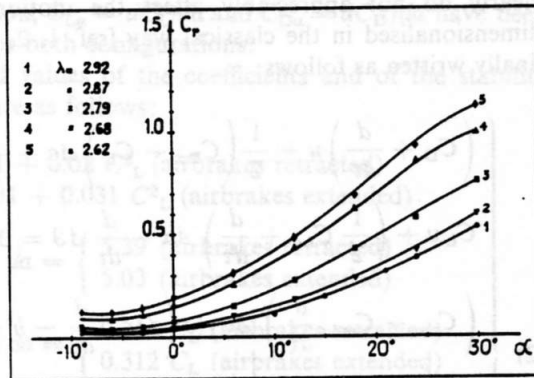


Fig. 4

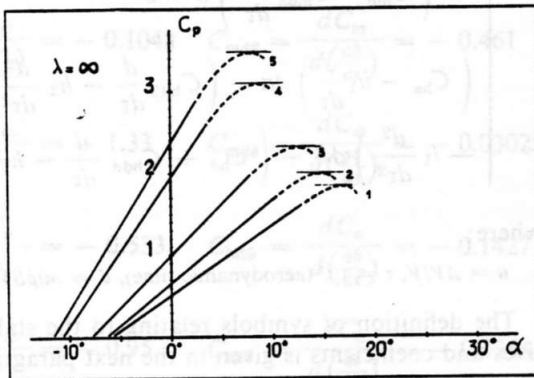


Fig. 5

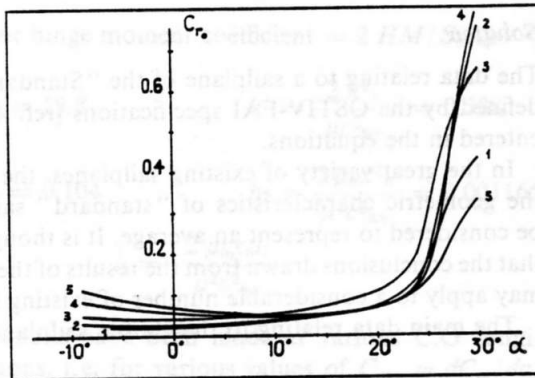


Fig. 6

Dans la même figure 9 nous avons comparé ces polaires à celle du planeur de grande performance CVT.2 «Velcro» ( $Q/S = 22 \text{ kg/m}^2$ ,  $\lambda = 18$ , épaisseur relative de l'aile = 15% à l'encastrement et 12% à l'extrémité, Profil NACA série 64 000).

On pourra observer qu'on ne peut pas comparer une seule aile à un planeur complet, mais on peut remarquer que le coefficient de résistance d'une aile hypersustentée étant très grand, le  $C_p$  additif d'un bon fuselage plus les empennages n'est pas grand; en effet:

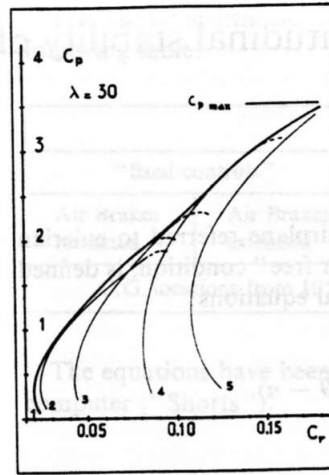


Fig. 7

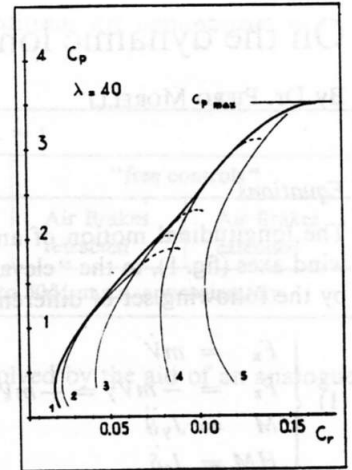


Fig. 8

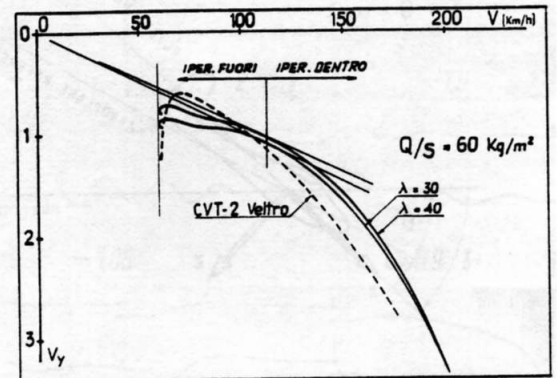


Fig. 9

1° à environ 200 km/h, le  $C_r$  de l'aile hypersustentée est de 0,019 et le  $C_r$  additif est de 0,005, c'est-à-dire de 26%.  
2° à 65 km/h, le  $C_r$  de l'aile hypersustentée est de 0,122 ( $\lambda = 40$ ), et donc le  $C_r$  additif (constant) est de 4,1%.

### Conclusion

D'après la figure 9 on remarque qu'une aile hypersustentée avec une charge alaire très forte et un  $\lambda$  adéquat, peut avoir des caractéristiques intéressantes à grandes comme à très basses vitesses.

Le handicap de l'aile hypersustentée se trouve dans un  $C_r$  très fort à hypersustentateurs fermés. A ce propos il faut remarquer que les résultats établis en tunnel sont incertains, car on n'a pas pu mettre en bilan la résistance de certaines saillies nécessaires au réglage en soufflerie.

Le  $C_{r0}$  mesuré par nos soins est environ le double de celui établi par NACA avec «standard roughness».

Si l'on pouvait compter sur un  $C_r$  bien inférieur à celui mesuré par nos soins, il suffirait pour obtenir des caractéristiques intéressantes en vol rapide, une charge alaire inférieure et en particulier une basse vitesse minimum qui améliorerait notablement les qualités du planeur en spirale.

On remarquera que les allongements supérieurs à 30 sont énormes, mais il ne faut pas oublier que l'épaisseur relative du profil de 21% est aussi inusitée.

Un des avantages du planeur hypersustenté sera une dimension réduite due à la charge alaire remarquable et à la petite influence de la résistance supplémentaire du fuselage sur les caractéristiques générales.