

Une expérience intéressante !



"FRENCH CONNECTION"

Michel Clavier

Les lecteurs de RCM ont pu suivre depuis quelques années les tribulations du planeur français de performance en classe standard : le Crystal. Si les performances sont à la hauteur des attentes la production, en revanche, en est aujourd'hui momentanément arrêtée (pour la production civile tout du moins), pour des problèmes administratifs qu'il ne nous appartient pas ici d'exposer, mais qui semblent, avec d'autres exemples, relever d'un mal bien français...





On voit bien ici la modification subie par l'aile du célèbre 5 mètres de Michel Clavier...

Quoi qu'il en soit, l'activité de la STRA ne s'est pas arrêtée, et c'est l'occasion pour C. Brondel, concepteur du Crystal 15 m, de poursuivre les études qui permettront d'améliorer encore son planeur.

Un échange de bons procédés

Le problème d'un fabricant d'aéronefs lorsqu'il envisage une modification se situe à deux niveaux :

1) Le coût : toute modification d'importance nécessite en effet la fabrication d'un outillage spécial, difficilement surmontable pour une entreprise petite ou moyenne et surtout parfaitement inutile si l'amélioration escomptée n'est pas obtenue.

2) Le risque : bien qu'une modification ne soit jamais faite au hasard, et que le calcul permette une bonne approche des problèmes rencontrés, force est de constater qu'en matière d'aérodynamique, on n'est jamais à l'abri d'une mauvaise surprise et que le métier de pilote d'essai présentera encore pour longtemps pas mal de risques. Le problème d'un fabricant de modèles-réduits est d'arriver à comprendre les phénomènes aérodynamiques qu'il rencontre, en l'absence de mesures (de champs de pression sur le pourtour d'un profil, ou tout au long d'une envergure par exemple) et même d'apprécier la modification d'un paramètre alors que le pilote du planeur grandeur va le ressentir physiquement ou l'observer s'il a pris soin de visualiser les écoulements à l'aide de fils de laine.

Il est donc vite apparu à C. Brondel et à moi-même qu'il y avait là matière à une fructueuse collaboration qui a débuté en 1992 et qui, aujourd'hui, commence à porter ses fruits comme en témoignent les lignes qui suivent.

Tout d'abord, il convient de préciser que le Crystal 5 m reprend le profil du Crystal 15 m (à l'épaisseur près) et que les répartitions de pression tout au long de l'envergure sont identiques. Tout ceci a permis de réduire la période d'essai du modèle-réduit qui a tout de suite été très bon, bénéficiant de tout le travail qui avait été fait sur le vrai. Seul a été affiné le calage longitudinal (un peu plus

important que prévu). Le gros de la mise au point a surtout consisté à vérifier la solidité mécanique du modèle, qui s'est révélée conforme à ce qui avait été prévu. Le plus étonnant est qu'on retrouve sur le 15 m et sur le 5 m des comportements identiques, les mêmes qualités (accélération, finesse, capacité en spirale et performances ascensionnelles) mais aussi les mêmes défauts essentiellement liés au braquage des ailerons.

Le problème n'avait pas échappé à l'essayeur RCM du Crystal 5 m (C. Poitrineau) qui signalait qu'en conditions perturbées "l'efficacité des ailerons est moyenne" (RCM Novembre 93).

Pour convaincre les derniers sceptiques, on a même pu constater que les taux de roulis étaient identiques : le tonneau se réalise en 6 secondes, que ce soit sur le 15 m ou sur la maquette. Le plus gênant est surtout la forte chute de vitesse liée à cette figure. Sur le Crystal grandeur, le tonneau est commencé à 190 km/h et se termine à 70 km/h, vitesse proche de celle de décrochage. Sur le modèle réduit, la vitesse de départ est difficile à évaluer mais la fin de tonneau est laborieuse avec impossibilité d'en faire un deuxième à la suite.

Ces deux planeurs n'étant pas du tout des modèles de voltige, on ne peut leur reprocher cette insuffisance en acro, mais rien n'interdit d'essayer d'améliorer les choses. Et c'est ce que nous avons tenté de faire, C. Brondel et moi-même. Si je publie aujourd'hui ces résultats c'est dans l'espoir qu'ils seront utiles à d'autres modélisateurs notamment en durée-vitesse... voltige...

Compréhension des phénomènes liés au braquage des ailerons

Dans cette partie, les observations faites sur le planeur grandeur vont nous être d'une très grande utilité et seront, je l'espère, utilisées par de nombreux modélisateurs.

Le braquage d'un aileron outre la variation de charge qu'il provoque (c'est ce qu'on recherche), s'accompagne de trois phénomènes parasites néfastes.

a) Création d'un tourbillon au bord de fuite : En effet, on peut considérer que les filets d'air qui se rejoignent au bord de fuite vont voir leurs écoulements perturbés et que leurs vitesses au moment de leurs jonctions étant fort différentes, il va se créer un tourbillon dans la nappe de Prandtl. Cela crée un vortex qui remonte le long du bord de fuite jusqu'au fuselage lorsque celui-ci est en flèche avant comme indiqué figure 1.

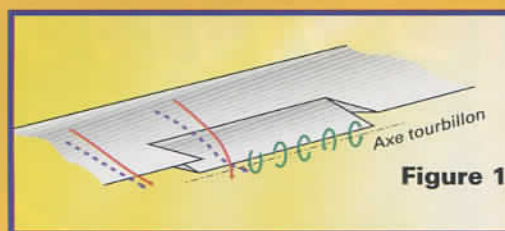


Figure 1

Lorsqu'on place un fil de laine au milieu de la gouverne d'aileron on observe le comportement suivant la figure 2.

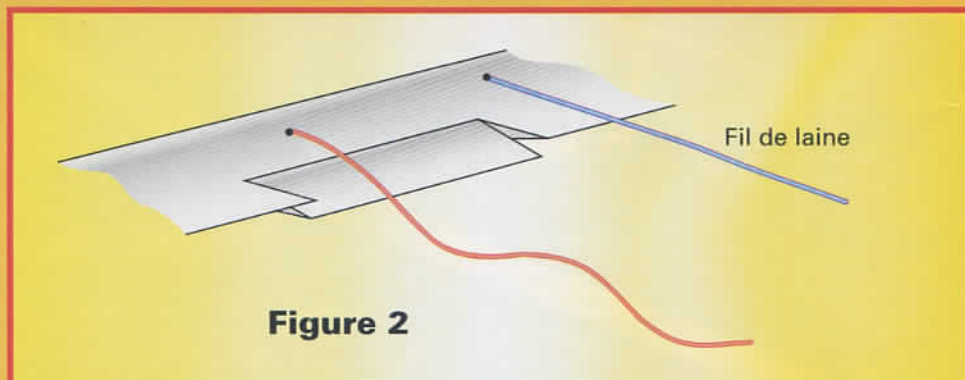


Figure 2



Limitation de l'importance des phénomènes néfastes liés au braquage des ailerons.

Une fois les phénomènes appréhendés, les solutions existent mais il devient très difficile pour un constructeur de planeurs grandeur de vérifier la validité de ses choix pour les raisons indiquées au début de cet article. C'est là qu'intervient le modèle-réduit. La solution retenue est la suivante :

Remplacement des ailerons d'origine par des flaperons sur pratiquement toute l'envergure comme indiqué figure 5.

A première vue on craint une augmentation générale de la traînée. Mais l'intuition est parfois mauvaise conseillère en matière d'aérodynamique.

En effet, il ne faut pas oublier que les cordes de ce flaperon seront très faibles aux endroits critiques. La géométrie du bord de

Pour tenter de limiter ce phénomène générateur de traînée induite il est tentant, intuitivement, de chercher à réduire la longueur de l'aileron. Seulement voilà, pour obtenir une efficacité suffisante il faudra en augmenter la corde ce qui va aggraver le deuxième phénomène indésirable...

b) Existence d'un vortex aux bords marginaux de la gouverne d'aileron :

Ce phénomène est mis en évidence par un fil de laine placé non pas au milieu de la gouverne d'ailerons mais à chacune de ses extrémités.

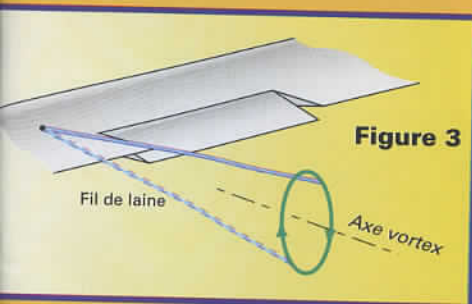


Figure 3

Le fil de laine a le comportement de la figure 3 et dessine dans l'espace un cône de révolution, preuve d'un vortex (tourbillon hélicoïdal) dont l'axe est sensiblement parallèle à la ligne de vol.

Ces vortex ont un effet désastreux sur la traînée (voir à ce sujet tout le travail réalisé par les aérodynamiciens pour limiter celui du bout de l'aile des planeurs avec l'adoption des winglets, ou comme sur le Crystal avec un bord de fuite marginal rigoureusement perpendiculaire au fuselage.

On peut expliquer l'accroissement de traînée du au vortex par l'existence à l'intérieur de ces vortex de basses pressions, d'où effet de "suction" de l'aile.

c) Destruction de la portance

Ces vortex marginaux ont de plus un effet très néfaste sur la direction des filets d'air au voisinage des bords de la gouverne d'ailerons comme l'indique la figure 4.

On pourra en déduire une dégradation des qualités de portance au profil (un peu comme lorsqu'un planeur est en glissade) et création d'une traînée supplémentaire par existence d'une multitude de petits vortex supplémentaires au bord de fuite.

L'importance de la zone perturbée est beaucoup plus forte qu'on ne pourrait le penser puisqu'il a été établi après essai en vol du Crystal 15 m qu'un braquage d'ailerons était ressenti jusqu'à 1 m du bord de l'aileron du côté de l'emplanture (voir figure 4).

Pour tenter de limiter l'importance des vortex, la théorie nous dit de rendre la variation de charge due au braquage des ailerons la plus régulière possible (figure 5).

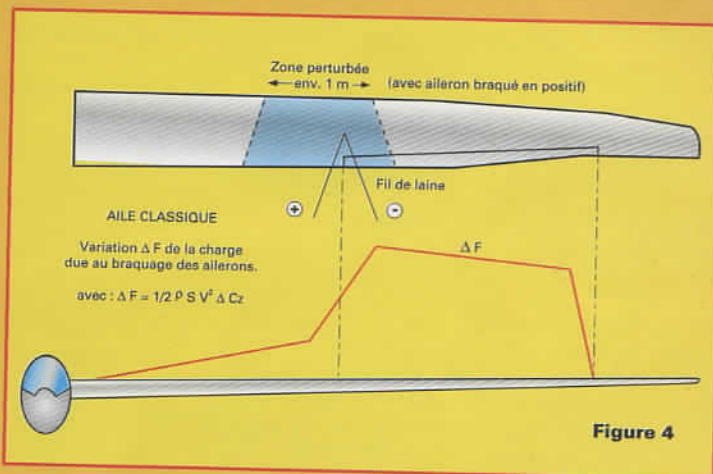


Figure 4

fuite du Crystal se prête d'ailleurs parfaitement à cet exercice. Mais la plupart des ailes possédant une cassure au bord de fuite doivent pouvoir bénéficier d'un tel système.

En fonction du raisonnement du paragraphe précédent, on peut s'attendre à une forte diminution de l'importance des vortex avec cette configuration.

Une paire d'ailes de Crystal 5 m a donc été modifiée, par fraisage de flaperons de 2 m de long.

Devant la longueur et les risques de torsion

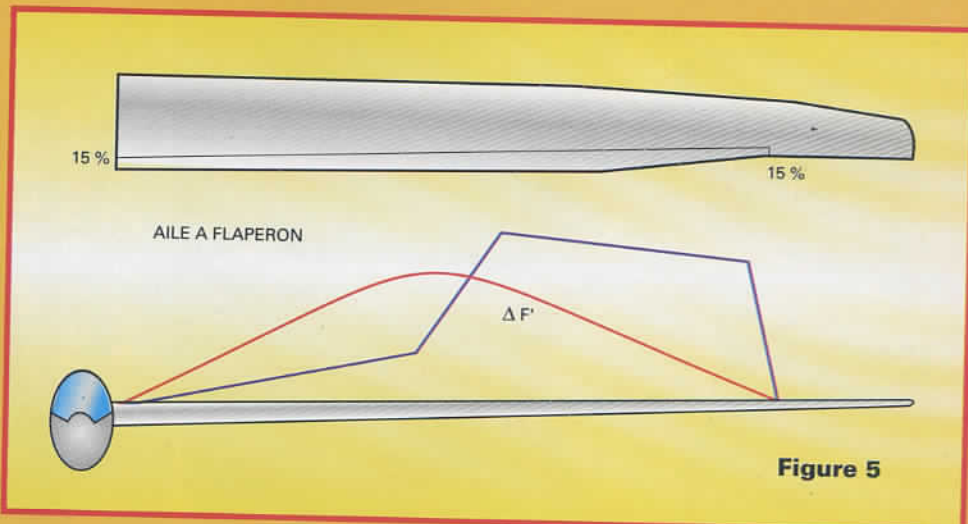


Figure 5

La modification apportée au modèle-réduit sera peut-être adoptée un jour sur le planeur réel... L'inrêret de telles recherches est évident, aussi bien pour le fabricant du grandeur que pour les modélistes...



et de flutter, il a été décidé d'installer deux servos par volet avec possibilité de mixage en volets de courbure. Cette paire d'ailes a été installée sur le prototype S.G. bien connu de lec-

2) Volets en positif

Cette position sera à utiliser lorsqu'après une transition rapide on souhaite retrouver l'altitude de départ ou lorsqu'on traverse un thermique (ou pour lancer le planeur à la main). Le taux de montée est alors spectaculaire et évite de spiraler. Cette facilité

rendra assez vite le pilote paresseux...

Elle permet en outre de spiraler très lentement sans décrochage, et il sera possible d'utiliser des thermiques de faible diamètre. L'atterrissage en plaine sera probablement encore plus facile. En montagne en re-vanche, il devient dur de faire descendre le planeur en phase d'approche.

3) Volets en négatif

Là est la grande et bonne surprise de ce test. En effet, bien qu'ayant utilisé pas mal de planeurs à volet, je n'avais jamais vraiment pu constater d'améliorations flagrantes avec les volets en négatif, sauf en vol dos.

teurs de RCM, sans autre modification.

Essai en vol

1) Volet en position lisse :

Après un lancé classique, aucune modification de trims n'a été nécessaire. Les performances sont comparables au Crystal 5 m classique sauf en ce qui concerne les points suivants :

- le taux de roulis est fortement augmenté, la réponse beaucoup plus franche même à très basse vitesse où les ailerons continuent à posséder une excellente efficacité.

Le tonneau se réalise en 4 secondes d'où amélioration de 33 % : On peut même réaliser des tonneaux à facettes, chose totalement impensable auparavant !

- Et chose la plus importante, la traînée semble avoir été fortement réduite puisqu'on peut réaliser un deuxième tonneau à la suite du premier.

Celui-ci est un peu moins facile que le premier mais tout à fait réalisable.



Et bien là, pardon !

Mode d'emploi : donner au planeur une bonne vitesse sur trajectoire par quelques crans de trim piqueur.

Sur ces grands planeurs, l'augmentation de vitesse s'accompagne généralement de pas mal de soubresauts tout du moins en montagne. (En bref, ça secoue pas mal !).

Et bien lorsqu'on passe les volets en négatif tout se calme, le planeur accélère et traverse les turbulences avec un calme olympien.

L'amélioration est également évidente en vol dos où les volets en négatif rendent le planeur tout à fait utilisable, ce qui n'était pas le cas auparavant.

Les effets recherchés ont bien été obtenus et les modifications apportées s'avèrent positives dans tous les domaines. Il n'y avait qu'à observer l'attitude de C. Brondel présent au cours de la deuxième séance d'essai pour comprendre que bientôt un Crystal 15 m serait modifié dans le même sens.

Ce récit qui, j'espère vous a intéressé, reste le modeste exemple d'une collaboration réussie et sera suivie prochainement d'autres développements dont je ne manquerai pas de vous tenir informés...