

Equilibrage statique

A grande vitesse, certaines gouvernes peuvent être soumises à un mouvement de battement ou flottement. Ces oscillations, dues aux variations de la répartition des pressions à la surface des plans mobiles se transmettent aux plans fixes et à l'ensemble de la structure et peuvent devenir dangereuses si elles s'amplifient. Ce phénomène est semblable à celui d'un drapeau qui flotte et claque dans un vent violent.

Une gouverne est d'autant plus sensible au "flutter" que son centre de gravité est éloigné de sa charnière.

L'équilibrage statique consiste donc à diminuer le plus possible cette distance de manière à diminuer son "moment de charnière", c'est-à-dire le couple $M = G \times d$.

Il existe différentes solutions qui consistent par exemple à reculer la charnière et à placer des masses de plomb en avant de celle-ci, soit dans la gouverne elle-même ou à l'extérieur ou encore dans des parties débordantes aux extrémités de la gouverne. Le moment de charnière M est ainsi réduit et devient $M = (G \times d) - (G' \times d')$.

Equilibrage dynamique ou compensation

La force aérodynamique appliquée sur une gouverne, lorsqu'elle est défléchie, doit être équilibrée par l'effort appliqué sur sa commande par le pilote. Si, par exemple, le pilote applique une poussée sur le stick, le plan de profondeur est braqué vers le bas. La résultante R des forces aérodynamiques agissant sur la gouverne est dirigée vers le haut et crée un moment de charnière $M = (R \times d)$ que le pilote doit équilibrer en maintenant un effort constant sur la commande. Cet effort augmente avec la surface de la gouverne, le poids de l'avion et sa vitesse.

Cet effort peut être réduit et même annulé grâce à un équilibrage dynamique des gouvernes. Il existe différents moyens pour réaliser cet équilibrage.

Tab ou flettner mobiles

Une première méthode consiste à disposer, au bord de fuite de la gouverne, une petite surface réglable appelée "tab" ou "flettner" qui s'oriente en sens inverse du braquage de la gouverne. Le moment de charnière de la résultante aérodynamique (r) agit en sens inverse de celui de la gouverne et le moment total devient $M = (R \times d) - (r \times D)$. L'effort à exercer sur la commande est ainsi fortement réduit. Une biellette, réglable

au sol, relie le tab au plan fixe ; pour tout braquage de la gouverne, le tab se braque en sens contraire.

Déport de l'axe de rotation

Une deuxième méthode permettant de réduire le moment de charnière consiste, comme dans le cas de l'équilibrage statique, à reculer la charnière vers le bord de fuite. Lorsque la gouverne est braquée la résultante des pressions qui s'exercent sur la surface située en avant de la charnière tend à augmenter le braquage de la gouverne et s'oppose à l'action de la résultante des forces qui s'exercent sur la partie arrière.

Tab fixe

Une troisième méthode, utilisée pour corriger un défaut de réglage ou de montage d'une gouverne, consiste à fixer une simple lame métallique (tab fixe) sur son bord de fuite. Ainsi, par exemple, lorsqu'un avion en vol rectiligne en croisière présente systématiquement une rotation de lacet vers la droite obligeant le pilote à maintenir une pression constante sur la pédale gauche du palonnier, on pliera le tab fixe vers la droite de telle sorte qu'avec le palonnier au neutre, la pression sur le tab fixe soit suffisante pour provoquer une légère rotation vers la gauche. Ce réglage ne peut évidemment se faire qu'au sol et devra être vérifié au cours d'un vol d'essai.

Trim

Les méthodes d'équilibrage décrites ci-dessus permettent de réaliser un équilibrage partiel pour réduire les efforts à appliquer par le pilote sur les commandes. Elles ne permettent pas nécessairement d'annuler le moment de charnière. De plus, elles nécessitent des réglages au sol.

Pour pouvoir annuler en toutes circonstances les efforts à appliquer sur les commandes il faut que le pilote puisse actionner lui-même, en vol, un compensateur ; c'est le rôle du trim. Les avions légers comportent toujours un trim de profondeur (sauf sur certains empennages monoblocs). Certains ont un trim de direction. Les trims d'ailerons se trouvent sur les gros avions de transport.

Le trim n'est rien d'autre qu'un tab mobile que le pilote peut commander en vol. Son utilisation est simple. Le pilote utilise ses commandes (stick, palonnier), avec l'effort nécessaire pour braquer la gouverne dans la position correspondant à l'attitude souhaitée.

Dans le cas d'un trim de profondeur, la commande du trim "nose up" annule l'effort de traction sur le stick et "nose down" annule l'effort de poussée sur le stick.

Une fois l'attitude correcte obtenue, le pilote annule l'effort appliqué au moyen du trim. Si l'avion est bien "trimé" il pourra voler "hands off". Le pilote devra toutefois réajuster le trim chaque fois qu'il modifiera la puissance, la vitesse, l'attitude ou la configuration des flaps.

Tab de contre-équilibrage

Dans le cas d'un empennage horizontal monobloc qui combine les fonctions du stabilisateur horizontal fixe et de gouverne de profondeur, il est nécessaire de prévoir, au bord de fuite, un tab de contre-équilibrage.

La réaction aérodynamique sur ce type d'empennage de grande surface est importante. Son axe de rotation peut se trouver pratiquement au centre de poussée. Les efforts à appliquer sur le stick sont extrêmement faibles et le pilote peut ne pas sentir sa commande avec le risque de provoquer des débattements exagérés de l'empennage. Pour éviter ces débattements exagérés, le tab de contre-équilibrage se braque dans le même sens que le plan de manière à produire un couple de charnière que le pilote pourra ressentir et ainsi mieux contrôler son action sur le stick.

LE COMPENSATEUR OU TRIM

But : diminuer les efforts du pilote sur certaines commandes de vol lors des phases de vol stabilisées

On dit souvent que l'on "trimme" l'avion

Il existe des compensateurs sur les 3 axes, cependant sur les avions légers ne sont présents que ceux sur la profondeur et parfois sur la direction

