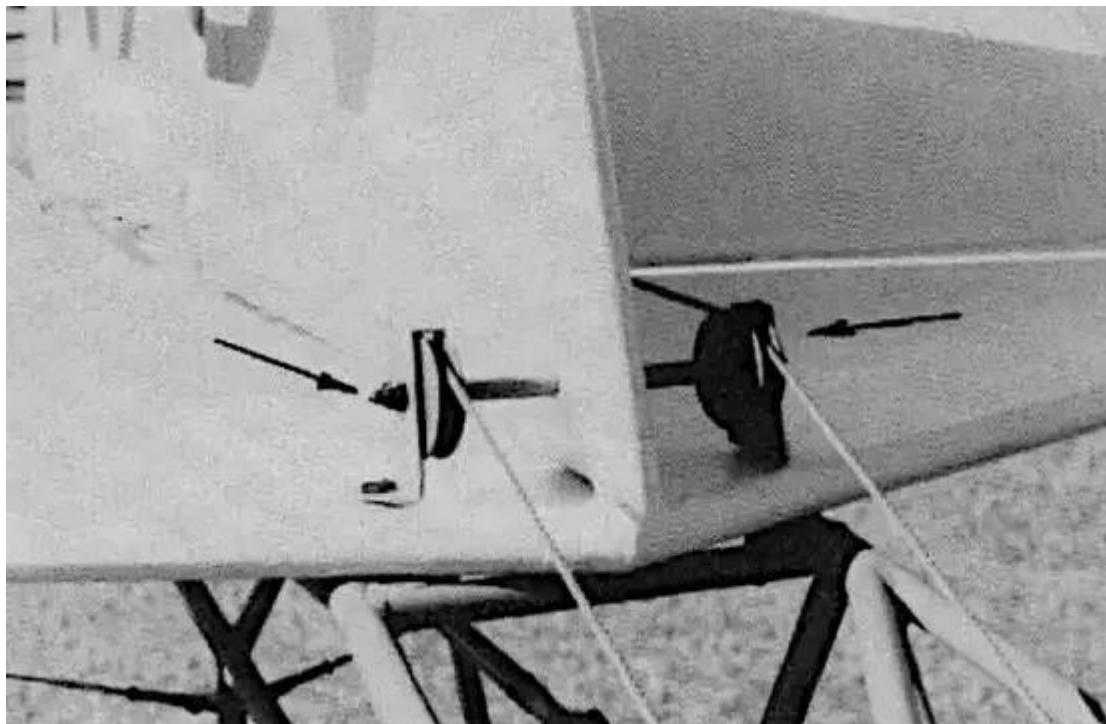


ASTUCES DE COMMANDES DE VOL

Tous les pilotes savent comment fonctionnent les systèmes de commandes de vol et comment les utiliser.



Plus il y a de poulies dans le système, plus la friction dans les commandes augmente. Le mouvement du manche demandera alors davantage d'effort.

Mais pour le pilote constructeur amateur, cette connaissance n'effleure que la surface. Il doit également comprendre comment fabriquer et installer chaque composant et comment faire en sorte qu'ils fonctionnent tous correctement.

De plus, il doit s'assurer que son système de commandes est fiable... malheureusement, cette qualité restera probablement non-prouvée jusqu'à ce que l'avion soit testé en vol.

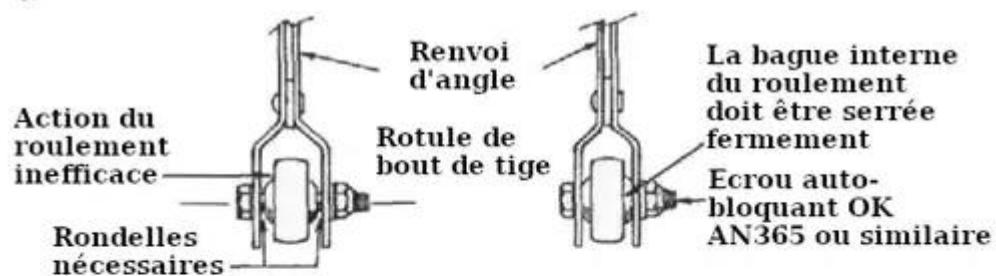
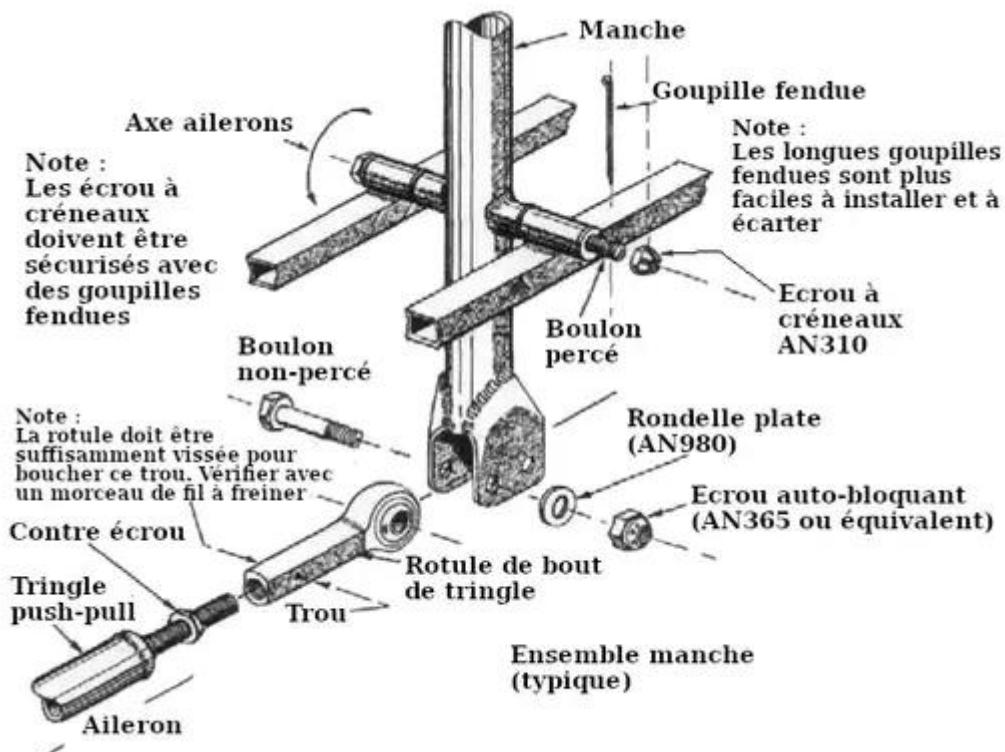
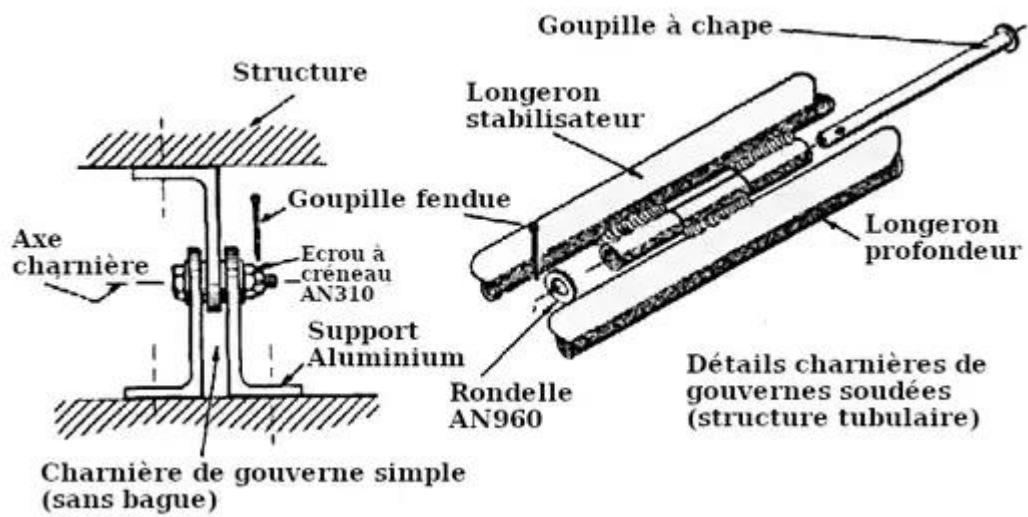
La meilleure façon de garantir un niveau élevé de fiabilité du système de commandes, avant ce vol d'essai si important, est de respecter les standards traditionnels pour son installation, son fonctionnement, son inspection et sa maintenance.

OPTIONS DES SYSTÈMES DE COMMANDES

Dans les avions de construction amateur, les gouvernes sont généralement actionnées par câbles, ou par une combinaison de câbles et de tringles push-pull.

Alors, parmi ces deux méthodes d'actionnement des commandes, laquelle est la meilleure ? Quand nous disons « meilleure », que voulons-nous vraiment dire ?

- La plus légère ?
- La moins coûteuse ?
- La plus facile à construire et à installer ?
- La plus solide ?
- La moins « frottante » ?
- La plus fiable ?



Rotules d'extrémité de bielles

FIGURE1

Réalisation des connexions du système de commandes

Si vous construisez à partir de plans ou d'un kit, le meilleur système de commandes de vol est celui que le concepteur a prévu pour

l'avion. En revanche, si vous construisez votre propre avion, vous devrez décider quelle option de système de commandes convient le mieux à votre conception et à ses besoins.

La plupart des avions de construction amateur combinent câbles et tringles push-pull pour actionner efficacement les différentes commandes.

En observant plusieurs avions, voici ce que vous remarquerez :

- Les gouvernes de direction sont presque exclusivement actionnées par câbles. Cela s'explique par le fait que les câbles offrent le système le plus simple, le plus léger et le plus fiable pour commander la dérive.
- Vous aurez peut-être également remarqué que les conceptions anciennes, en particulier les monoplans à hautes ailes et les biplans, utilisent aussi des câbles pour actionner les élévateurs et les ailerons, souvent avec l'aide de nombreuses poulies.

Malheureusement, lorsque de nombreuses poulies sont nécessaires pour le guidage des câbles, le système de commandes tend à développer plus de résistance au niveau du manche, le rendant « lourd aux commandes ».

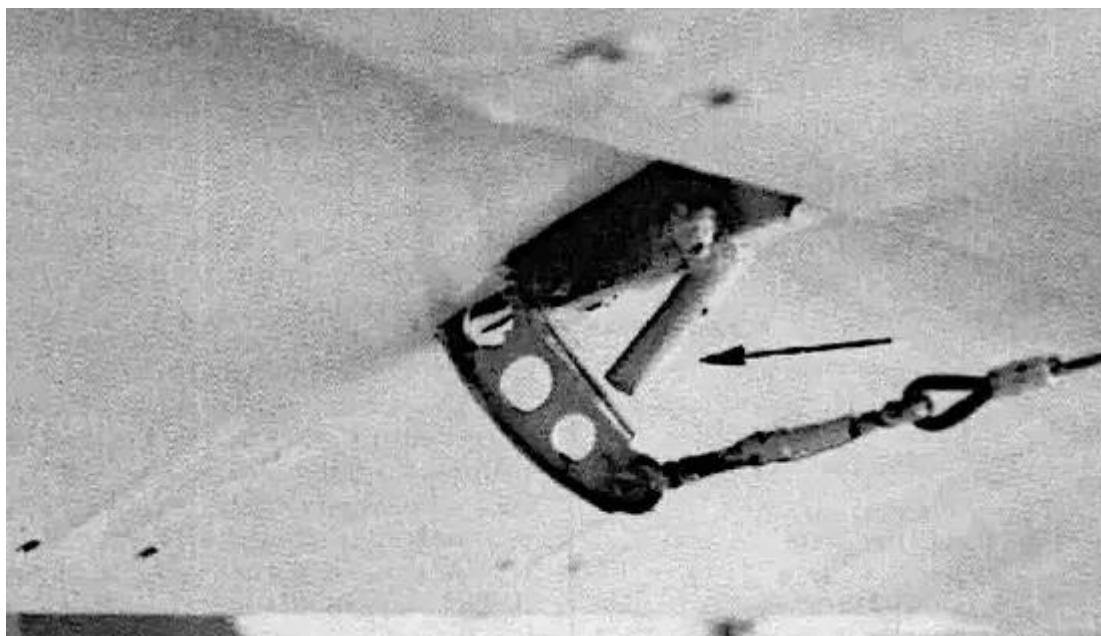
Aujourd'hui, on utilise davantage les tringles et tubes push-pull que les câbles pour commander à la fois les élévateurs et les ailerons. Cette combinaison de câbles et de tringles push-pull permet une installation très légère et efficace, notamment sur les avions à basse aile.

À mon avis, le moyen mécanique utilisé (câbles, tringles push-pull ou combinaison des deux) pour actionner les commandes n'est pas aussi important que la manière dont le système est installé. Les deux options peuvent être fiables si elles sont correctement installées et si les gouvernes sont correctement réglées.

RÉGLAGE DES GOUVERNES

- Quelle course pour la profondeur vers le haut ?
- Et pour les autres gouvernes ?
- Quelle déflexion maximale pour les volets est acceptable ?

Encore une fois, si vous construisez un avion en kit ou à partir de plans, toutes les limites de course des gouvernes sont données (ou devraient l'être) pour la conception.

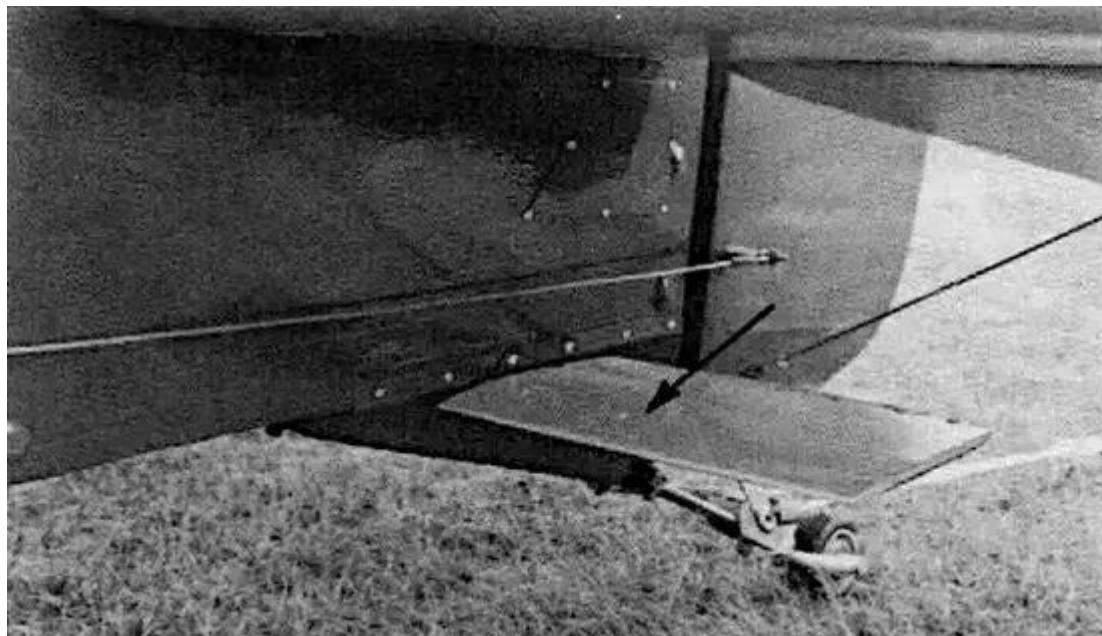


Un exemple de butée positive pour la gouverne d'aileron en position basse... simple mais efficace et utile.

Si vous ne trouvez pas ces informations, vous pouvez adopter initialement certaines limites de course typiques utilisées sur de nombreux avions conventionnels.

Il faut cependant comprendre que ces « limites de course typiques » ne sont pas nécessairement idéales pour votre conception spécifique, mais elles constituent un bon point de départ.

Par exemple, certains avions ont une course très limitée vers le haut de la profondeur, dans le but de minimiser le risque de décrochages ou de vrilles involontaires. Évidemment, si vous construisez un avion acrobatique, une telle limitation de course vers le haut serait inacceptable.



Les compensateurs se trouvent là où ils se trouvent. Installer un compensateur de cette manière est plus facile que de découper l'élévateur et de réaliser la liaison de commande. Son efficacité ? Je ne sais pas.

Le poids et le centrage sont également deux facteurs importants pouvant influencer les limites de course des commandes nécessaires.

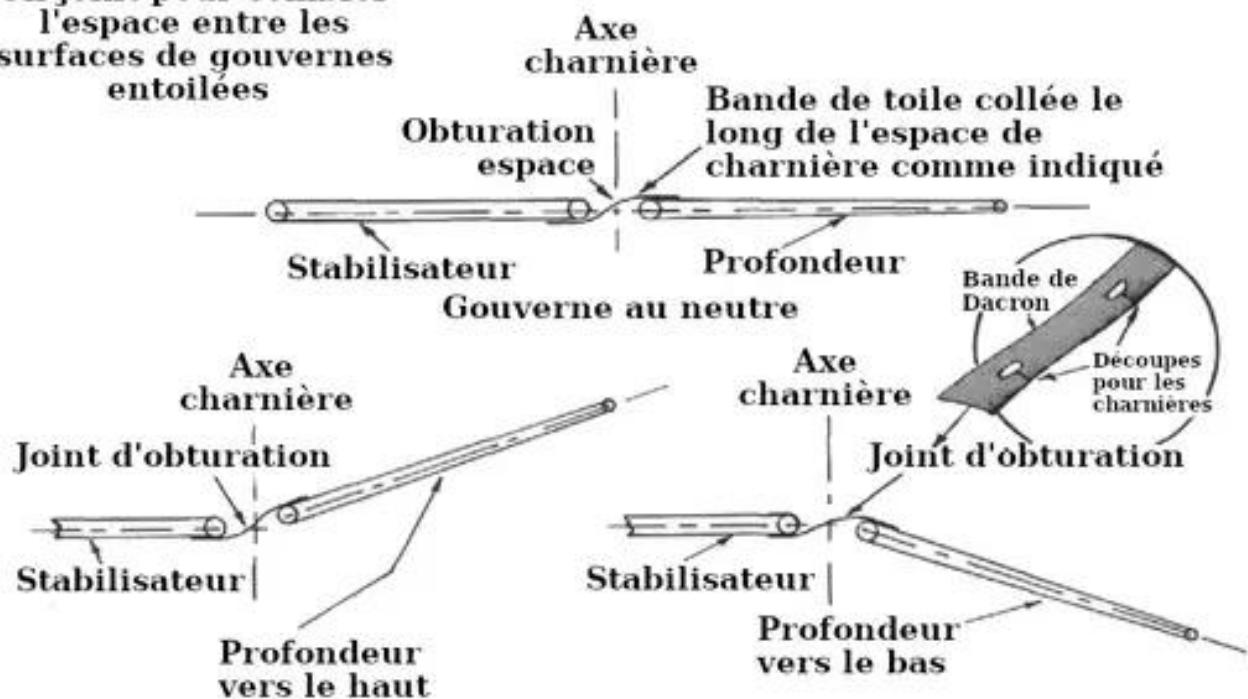
COURSE DIFFÉRENTIELLE DES AILERONS

Les anciens avions légers étaient souvent appelés « avions à gouverne », car beaucoup de braquages du gouvernail étaient nécessaires pour manœuvrer l'avion. Cette particularité s'explique par la manière dont les ailerons étaient actionnés : la course des ailerons vers le haut était identique à celle vers le bas.

Malheureusement, cela provoque une réaction de vol étrange et très perceptible lorsqu'on tente un simple virage incliné.

Laissez-moi vous expliquer...

FIGURE 2
Un joint pour combler
l'espace entre les
surfaces de gouvernes
entoilées



VIRAGE INCLINÉS ET DIFFÉRENTIEL DES AILERONS

Lors d'un virage incliné vers la droite, par exemple, l'aileron de l'aile droite est braqué vers le haut. Malheureusement, l'aileron de l'aile gauche est braqué vers le bas de la même amplitude, ce qui crée beaucoup de traînée de ce côté. Cela a tendance à dérober le nez de l'avion vers la gauche, c'est-à-dire dans la direction opposée à celle où vous voulez tourner.

Le résultat suivant est que vous devez appliquer plus de braquage à la direction, à droite, pour maintenir le virage de l'avion vers la droite. Je ne comprends pas pourquoi un concepteur voudrait encore réaliser ce type d'installation.

Le différentiel de braquage des ailerons est une solution simple pour éliminer ce type de réaction primitive. Il consiste à donner plus de course vers le haut qu'en bas aux ailerons. Cela réduit fortement la traînée adverse créée par l'aileron braqué vers le bas.

Une telle disposition supprime quasiment le besoin d'utiliser un excès de braquage à la direction dans un virage. Avec des bielles d'aileron correctement dimensionnées, vous pouvez effectuer des virages coordonnés uniquement au manche, ce qui est la méthode idéale.

À PROPOS DES VOLETS

Le gain de coefficient de portance obtenu avec le déploiement des volets semble atteindre son maximum lorsque les volets sont abaissés à environ 40 degrés.

Une course maximale des volets de 45 degrés devrait donc être la limite fixée pour les volets sortis complètement, car la traînée des volets augmente rapidement au-delà de 40 degrés.

Si possible, privilégiez les volets manuels :

- Plus simples,

- Plus fiables,
- Peuvent être déployés et rentrés rapidement.

Les volets électriques sont lents et ne peuvent pas être rentrés rapidement après l'atterrissement. Le seul avantage que je vois aux volets électriques est le nombre infini de positions possibles, mais qui en a réellement besoin ?

En comparaison, les volets manuels sont généralement limités à deux ou trois positions, par exemple : 10°, 20°, 30° et volets complètement sortis.

LIMITES TYPIQUE DE COURSE DES GOUVERNES

- Ailerons : 20° vers le haut, 15° vers le bas
- Direction : 25° gauche et droite
- Profondeur : 22° vers le haut, 15° vers le bas
- Volets : limités à 40°

BUTÉES MÉCANIQUES DES COMMANDES

Ne négligez pas l'importance d'installer des butées mécaniques, à la fois sur les gouvernes et dans le cockpit au niveau du manche et des palonniers. Si vous installez les butées uniquement sur les gouvernes, il est possible qu'à un moment critique, vous exercez trop de pression sur le manche ou les palonniers, ce qui pourrait surcharger et endommager les liaisons ou une gouverne.

COMMANDES TROP SENSIBLES ?

Beaucoup de constructeurs sont surpris de constater à quel point les commandes sont sensibles sur leur avion de construction amateur.

La conséquence embarrassante est que le pilote surcommande malgré lui, ce qui fait que l'avion se comporte plus comme un marsouin que comme une flèche en vol. Ne faites pas l'erreur de raccourcir votre manche... du moins pas avant d'avoir effectué les premiers vols. Plus le manche est court, plus l'avion répond rapidement même à de légers mouvements.

Le Falco que j'ai construit avait l'un des manches les plus longs jamais installés sur un avion amateur (un peu comme un levier de frein sur une charrette ancienne), ce qui faisait qu'il n'y avait aucun risque de surcommande. Même ainsi, certaines personnes pensaient que l'avion restait trop sensible.

Un autre facteur de sensibilité des commandes provient de la géométrie des bras de commande, des biellettes et des connexions au manche.

JEU DANS LE SYSTÈME DE COMMANDES

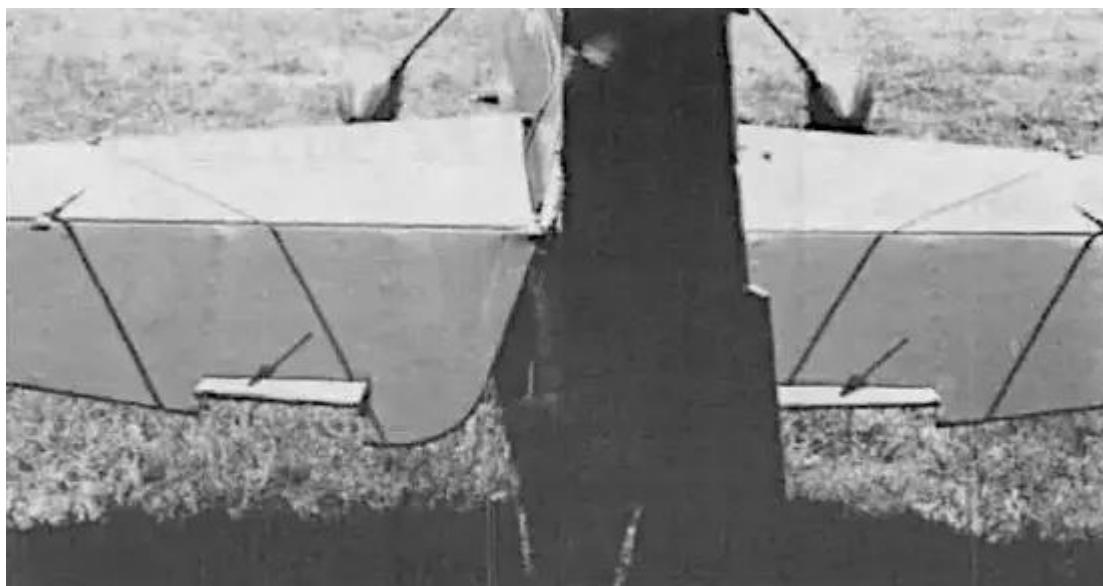
Vérifiez vos commandes pour détecter tout jeu dans le système. Pour cela : Immobilisez le manche ou faites-le tenir par quelqu'un puis bougez chaque gouverne à tour de rôle. Vérifiez également le compensateur, il ne devrait y avoir que très peu ou pas de jeu aux bords de fuite. Plus il y a de jeu, plus le risque d'apparition de flutter sous certaines conditions de vol est élevé.

Il est plus difficile d'installer un système push-pull sans aucun jeu que d'installer un système à câbles. Par conséquent, soyez particulièrement soigneux lors du perçage de tous les trous de boulons afin d'assurer un ajustement parfait à chaque connexion.

ÉQUILIBRAGE DES GOUVERNES

Toutes les gouvernes n'ont pas besoin d'être équilibrées. Cependant, si votre conception exige que les ailerons, l'élévateur et la dérive soient équilibrés, faites-le sans faute.

- Les dérives sont rarement équilibrées à 100 %.
- Les ailerons peuvent ou non être équilibrés à 100 %.
- Les élévateurs, s'ils sont équilibrés, le sont normalement à 100 %.



Si ce pilote a réglé le compensateur de l'avion pour l'atterrissement et ne l'a pas touché au sol, on peut supposer, d'après le trim nez bas, que l'avion est centré-arrière. De plus, compte tenu de la position extrême des compensateurs, il est probable qu'ils sont trop petits en surface. Un seul compensateur plus grand pourrait être plus efficace.

En général, il est beaucoup plus sûr de suréquilibrer une gouverne que de mettre moins de poids que nécessaire.

ÉVITER L'EXCÈS DE POIDS ET ÉQUILIBRAGE DES GOUVERNES

Étant donné que les gouvernes sont sujettes au flutter, il est important de ne pas ajouter de poids inutile derrière leurs axes de charnière. Cela signifie également qu'il faut éviter d'appliquer trop de couches de peinture sur les gouvernes. N'oubliez pas de rééquilibrer la gouverne si vous prévoyez d'installer un moteur de trim électrique dans l'élévateur ou les ailerons.

UTILISER LE MATÉRIEL CORRECT

Une connexion de commande qui lâche en vol peut avoir des conséquences effrayantes, voire catastrophiques. Avoir des compensateurs contrôlables mais manquer de compétence ou de chance pour les utiliser dans une situation d'urgence ne fait que retarder l'inévitable.

Cela signifie que chaque connexion que vous réalisez doit être soigneusement vérifiée après son installation initiale pour :

- S'assurer que chaque gouverne se déplace dans la bonne direction.
- S'assurer que le bon matériel a été installé pour chaque connexion.
- S'assurer qu'aucune partie du système de commandes ne frotte contre une partie de la structure.

PROTECTION DES CÂBLES

Vous pouvez faire passer les câbles de commande à travers les cloisons en utilisant bagues en phénolique ou des guides en nylon. Cela protège les câbles contre l'abrasion sur toute surface métallique.

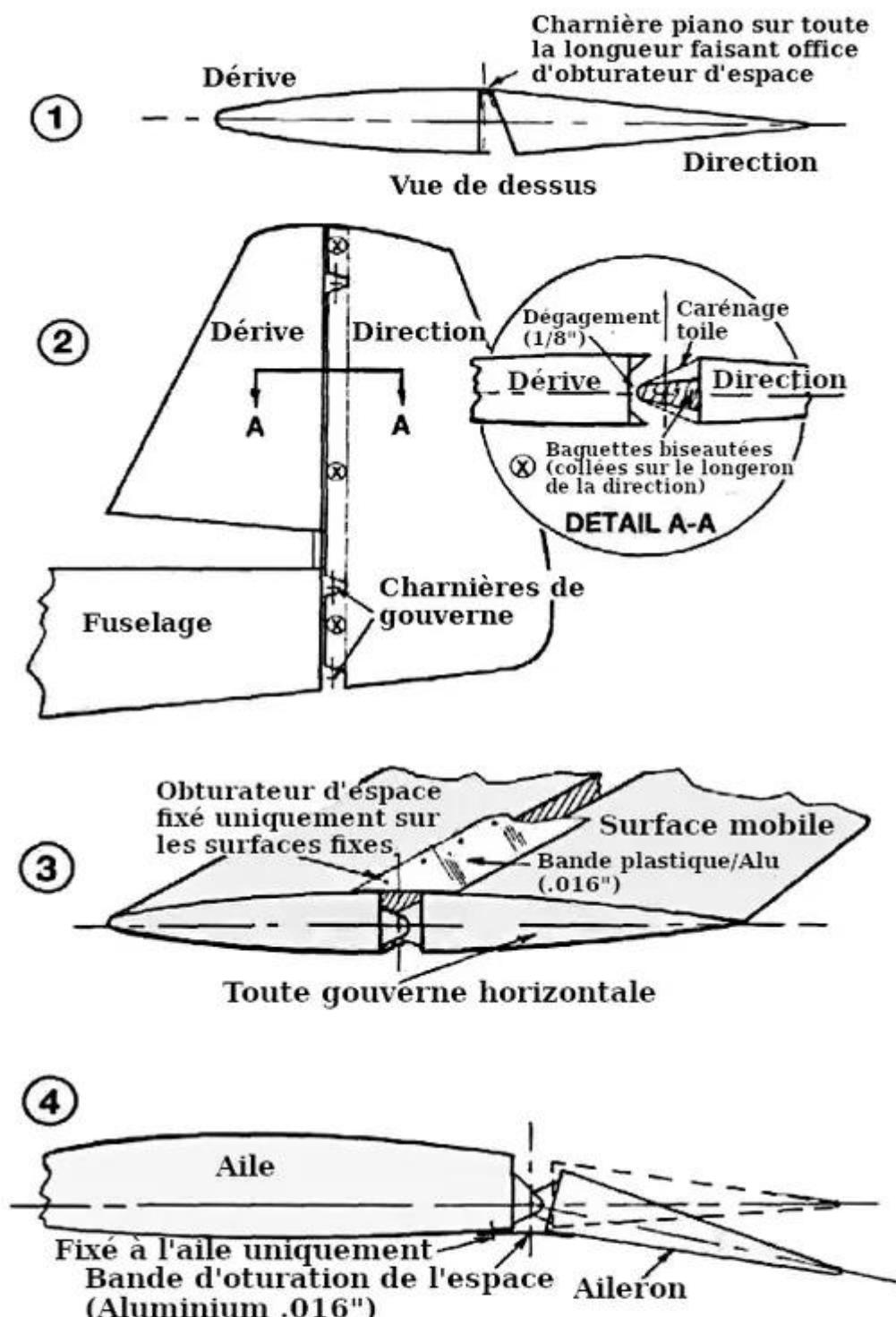


FIGURE 3

Autres options d'obturation des fentes de gouvernes

Rappelez-vous que vous pourriez devoir retirer les câbles un jour, donc assurez-vous que les bagues sont assez larges pour laisser passer les embouts de câble.

TYPES DE FIXATION ET SÉCURITÉ DES ÉCROUS

Certaines connexions du système de commandes doivent être réalisées avec des boulons percés et des écrous

à créneaux. Chaque écrou à créneau doit être sécurisé par une goupille fendue (voir Figure 1). D'autres connexions peuvent être sécurisées avec des écrous autobloquants.

Voici ce qui détermine quel type d'écrou utiliser et où :

- Toute connexion où il y a mouvement entre la tête du boulon ou l'écrou et la pièce dans laquelle il est installé nécessite l'usage d'un écrou à créneaux avec goupille fendue.
- Un écrou autobloquant pourrait se desserrer à cet endroit.
- Les autres types de connexions, où il n'y a aucun mouvement entre la tête du boulon et/ou l'écrou, peuvent être installés avec un écrou autobloquant.

Cette condition est généralement remplie lorsque un palier à rotule ou un connecteur similaire est installé (voir Figure 1).

LUBRIFICATION

Il est plus facile de lubrifier les paliers à rotule, charnières et bagues au moment de leur installation. Cela est particulièrement vrai lorsque des écrous à créneaux et des goupilles fendues doivent être utilisés. Certaines zones, comme les palonniers, rendent difficile la vérification de l'alignement du trou pour la goupille fendue. Vous pourriez passer une heure frustrante à essayer de remettre quelques goupilles dans les écrous à créneaux. Vous constaterez que des goupilles fendues plus longues sont plus faciles à installer et à écarter lorsque l'accès est limité. Essayez-en une et constatez par vous-même.

OBTURATEUR DE FENTE DES GOUVERNES

L'efficacité de certaines gouvernes (profondeur, ailerons et direction) peut être améliorée en bouchant la large fente formée par l'installation de la charnière. Plusieurs méthodes existent pour réaliser cette étanchéité si votre conception d'avion présente des lignes de charnière « visibles » (voir Figures 2 et 3).

VÉRIFICATION FINALE DU SYTÈME DE COMMANDES

- *Faites bouger chaque commande sur toute son amplitude, d'une butée à l'autre.*
- *Vérifiez une fois de plus que chaque gouverne se déplace dans la bonne direction.*
- *Toutes les commandes doivent se déplacer en douceur jusqu'aux butées sans blocage.*
- *Vous n'entendez aucun grincement ni ne sentez de frottement ?*

Félicitations !