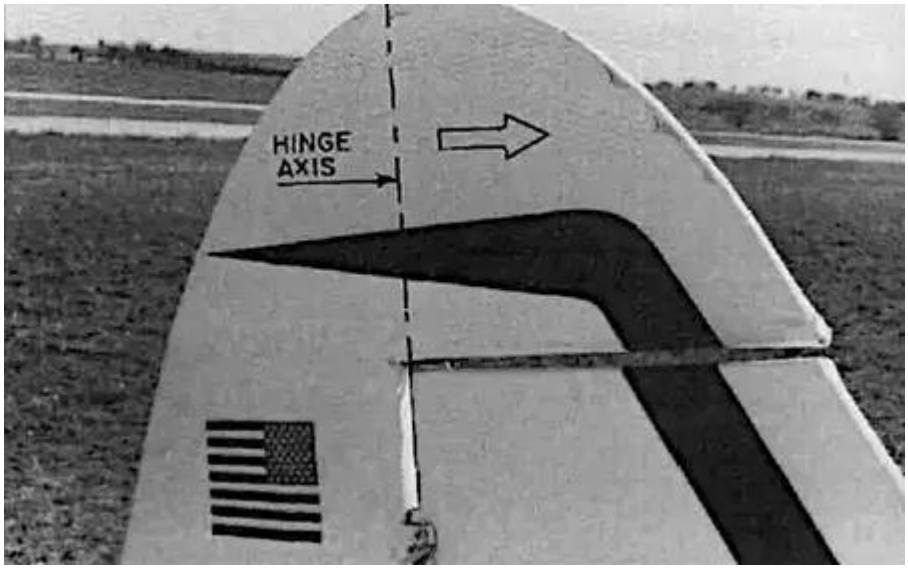
ÉQUILIBRAGE DES GOUVERNES DES CONSTRUCTIONS AMATEUR

La question évidente vient à l’esprit. Pourquoi équilibrer les gouvernes ? Ont-elles réellement besoin d’être équilibrées ?

Eh bien, une grande partie de la réponse semble dépendre de la conception et de la construction d’origine des gouvernes. Les structures rigides bien conçues avec peu ou pas de jeu dans les charnières, les commandes de liaison et les volets compensateurs sont moins susceptibles d’être sujettes au flutter et, par conséquent, peuvent ne pas nécessiter d’équilibrage statique.



Cette direction réalise un équilibrage aérodynamique grâce à la surface à l’avant de l’axe de charnière. En effet elle réduit la pression nécessaire sur le palonnier pour utiliser la direction. en vol


La masse d’équilibrage de l’aileron de ce Tailwind est soigneusement encastré et aligné avec le saumon de l’aile.

Il est peut-être nécessaire de définir le « flutter » avant de continuer.

Le flutter peut être décrit comme une oscillation divergente instable, spontanée et indésirable pouvant se produire en vol, dans l’aile ou dans l’une quelconque des gouvernes. Il peut être provoqué par une perturbation momentanée et entretenu par les caractéristiques aérodynamiques, inertielles et structurelles du composant lui-même. Le flutter, s’il n’est pas immédiatement maîtrisé, pourrait entraîner la rupture et souvent la désintégration de la gouverne affectée.

Les composants de l’aéronef les plus susceptibles d’être sujets au flutter sont les ailerons et les gouvernes de

profondeur et, dans une moindre mesure, la gouverne de direction.

Le flutter peut d'abord se manifester, à mesure que la vitesse augmente, par un léger tremblement du manche mais il peut s'intensifier si rapidement et à un tel degré qu'une destruction structurelle peut se produire avant que le pilote ne soit en mesure d'entreprendre une quelconque action corrective.

Pour le constructeur moyen, cela soulève immédiatement une question très importante. Toutes les gouvernes mobiles, comme les ailerons, les gouvernes de profondeur, ainsi que la gouverne de direction, doivent-elles être équilibrées ? Malheureusement, il n'existe pas de réponse simple par oui ou par non à cette question.

> **Si un équilibrage statique est requis pour votre type particulier d'aéronef, en supposant que vous construisiez à partir de plans ou d'un kit, il est extrêmement important que vous le réalisiez.**

Cela implique-t-il que certains modèles de construction amateur n'ont pas besoin d'avoir leurs gouvernes équilibrées ? Oui, c'est un fait établi !

De nombreux anciens appareils de construction amateur ne nécessitaient pas et ne nécessitent toujours pas l'équilibrage des gouvernes. Au début des années 1930, par exemple, seulement 24 % des aéronefs prévoyaient l'équilibrage des gouvernes de profondeur. Bien entendu, il s'agissait pour la plupart d'aéronefs relativement lents avec des gouvernes entoilées.

Je suis certain que vous avez entendu parler ou vu à l'occasion des versions représentatives de ces premières conceptions dans des appareils de construction amateur comme les biplans Pitts, les Pietenpol, les Fly Baby, les Flaglor Scooter, les Jodel et les Boredom Fighter, pour n'en nommer que quelques-uns. Aucun d'entre eux n'a de gouvernes équilibrées.

Cependant, cela ne signifie pas que vous, en tant que constructeur d'un aéronef de ce type, ne devez pas vous inquiéter si les plans ne montrent aucun contrepoids d'équilibrage pour les gouvernes. Vous pouvez seulement supposer que le concepteur n'a pas rencontré de flutter sur son prototype particulier et n'a donc vu aucune raison d'indiquer le contraire dans ses plans.

Cependant, il est certain que l'aéronef que vous construisez différera légèrement du prototype du concepteur et que le flutter, sur une ou plusieurs de vos gouvernes, reste toujours une possibilité. Vous ne devriez donc jamais supposer que votre propre aéronef sera également immunisé contre un flutter potentiellement destructeur tant que vous ne l'aurez pas testé dans tout le domaine de vol.

Il y a quelques années, l'un des premiers modèles de construction amateur, un prototype, un simple appareil amateur de 75mph, a subi un flutter de l'aile et des ailerons parce que son aile manquait de rigidité suffisante face aux efforts de torsion rencontrés chaque fois que les ailerons étaient braqués. Heureusement, le pilote d'essai était vigilant et la tendance au flutter de l'aile et des ailerons a été détectée avant que des dommages structurels ne puissent se produire.

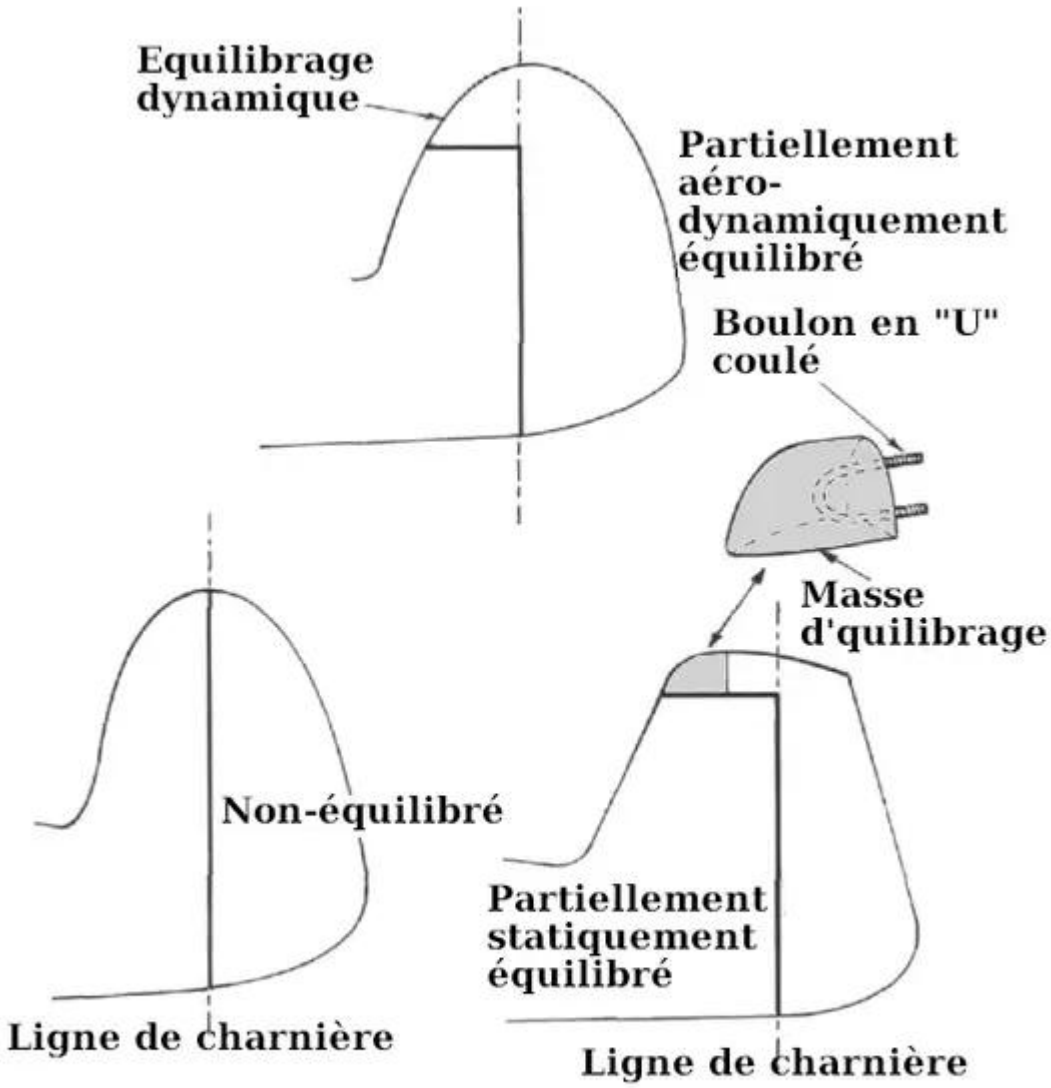


FIGURE 1. configuration direction

NOTE : Les ingénieurs étaient bien conscients de ce type de problème dès les années 1930, car il était parfois rencontré sur des ailes entoilées à structure contreventée intérieurement des monoplans. Ils découvrirent que certaines structures d'aile avaient tendance à vibrer rapidement avec des amplitudes assez importantes à certaines vitesses. Il était évident que ce flutter était étroitement lié à la rigidité en torsion de la structure de l'aile. La solution, apprirent-ils dans chaque cas, consistait à rigidifier la structure de l'aile, soit en ajoutant un contreventement approprié, soit en remplaçant l'entoilage ordinaire par un revêtement en contreplaqué.

Et il en fut ainsi pour ce modèle particulier de construction amateur. Le prototype fut immédiatement modifié par l'ajout d'une section de revêtement en contreplaqué sur la partie intérieure supérieure de l'aile afin de la rigidifier et, par mesure de précaution, des contrepoids d'équilibrage en plomb furent fixés aux extrémités des ailerons.

ÉQUILIBRAGE DES GOUVERNES EN GÉNÉRAL

Les ailerons semblent être plus sujets au flutter que les gouvernes de profondeur ou de direction. Cela devient évident lorsque l'on apprend qu'un certain nombre de modèles de construction amateur ayant des performances un peu plus élevées exigent seulement que leurs ailerons soient équilibrés statiquement. Dans cette catégorie d'appareils amateurs figurent les Emeraude, les Sonerai et des aéronefs similaires ayant généralement des vitesses de croisière comprises entre 100 mph et 145 mph.



Le contrepoids ogival de cette profondeur lui donne un aspect futuriste.



Cet empennage en bois utilise des masses d'équilibrage noyées dans le stabilisateur pour minimiser la trainée en vol.

Cependant, lorsque l'on passe à des aéronefs de performances supérieures, on constate qu'ils possèdent également des gouvernes de profondeur équilibrées, presque sans exception.

Parfois aussi, un concepteur essaiera d'équilibrer au moins partiellement la gouverne de direction. Toutefois, elle sera rarement équilibrée à 100 %.

Il y a des années, je croyais que les profondeurs monobloc devaient être équilibrés en masse à 100 %, et cette hypothèse s'appliquait également à la plupart des appareils amateurs équipés de profondeur monobloc comme le T-18, le Turner T-40 et même le plus lent VP-1. Cependant, j'ai été surpris d'apprendre plus tard que dès 1965, John Thorp, concepteur du populaire T-18, écrivit la réponse suivante à la question d'un constructeur :

« *Le contrepoids de la queue horizontale (T-18) doit-il être ajusté pour obtenir un équilibrage statique parfait ?* »

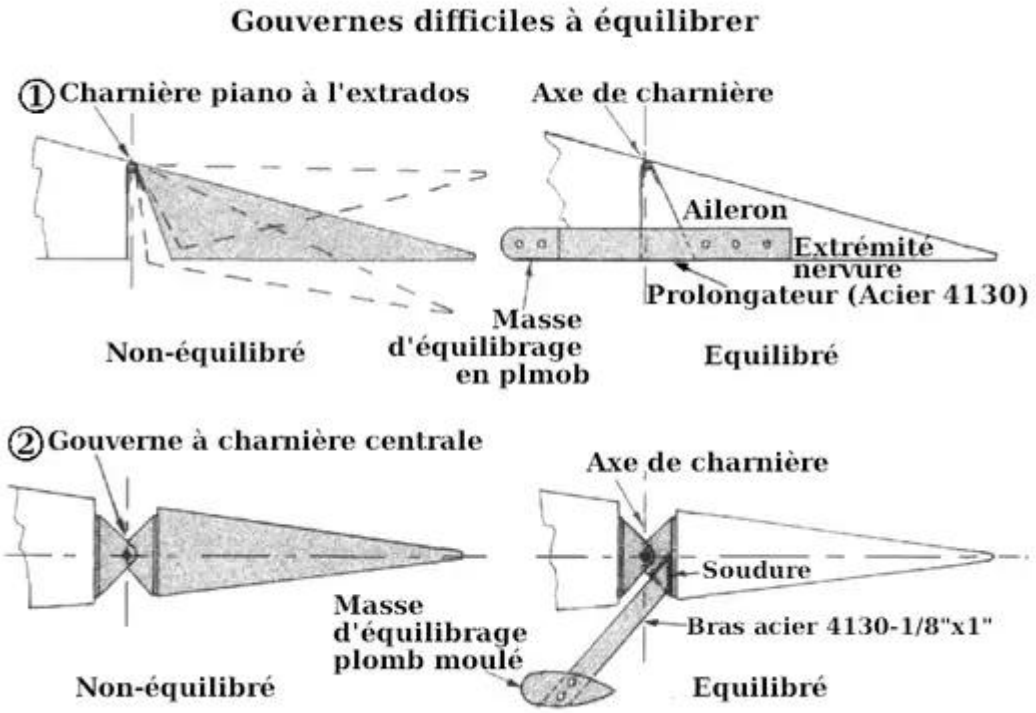
Sa réponse fut : « Non. Le contrepoids de l'empennage horizontal est un dispositif d'augmentation de la stabilité longitudinale dynamique. Il réduit la stabilité longitudinale statique et procure des efforts appropriés au manche en tangage. En air calme, le T-18 volera mieux sans le contrepoids pendulaire. Dans tous les cas, son poids n'est pas critique et un équilibrage statique n'est pas requis (ni souhaité). » Cependant, plusieurs années plus tard, vers 1969, après avoir achevé un vaste programme d'essais sur le T-18, il conclut que le contrepoids était nécessaire pour obtenir une bonne sensation au manche et dut remettre les masses en place.

Là encore, je voudrais souligner que vous, en tant que constructeur, devez vous tenir informé des dernières

modifications de conception et vous rappeler que les suppositions ne peuvent jamais remplacer les essais en vol réels pour chaque aéronef construit à partir de plans.

PRÉCAUTIONS ÉLÉMENTAIRES CONTRE LE FLUTTER

1. La structure principale (aile, stabilisateur, dérive) doit posséder la rigidité et la résistance suffisantes pour supporter les charges concentrées provenant des charnières des ailerons, des gouvernes de profondeur ou de la profondeur monobloc et de la gouverne de direction.
2. Veillez à ne pas ajouter de poids supplémentaire derrière la ligne de charnière de la gouverne pendant la construction (mécanisme de compensation, renforts, matériaux plus lourds, etc.).
3. Évitez d'ajouter des couches supplémentaires de peinture de finition sur vos gouvernes.
4. Les charnières de vos gouvernes ne doivent présenter aucun jeu.
5. Efforcez-vous d'éliminer tout jeu dans les rotules et les liaisons de votre système de commande.
6. Les compensateurs ne doivent présenter pratiquement aucun jeu dans leur liaison.
7. Les gouvernes nécessitant un équilibrage doivent être équilibrées au degré recommandé. En général, un suréquilibrage n'est pas nuisible alors qu'un sous-équilibrage pourrait être dangereux.



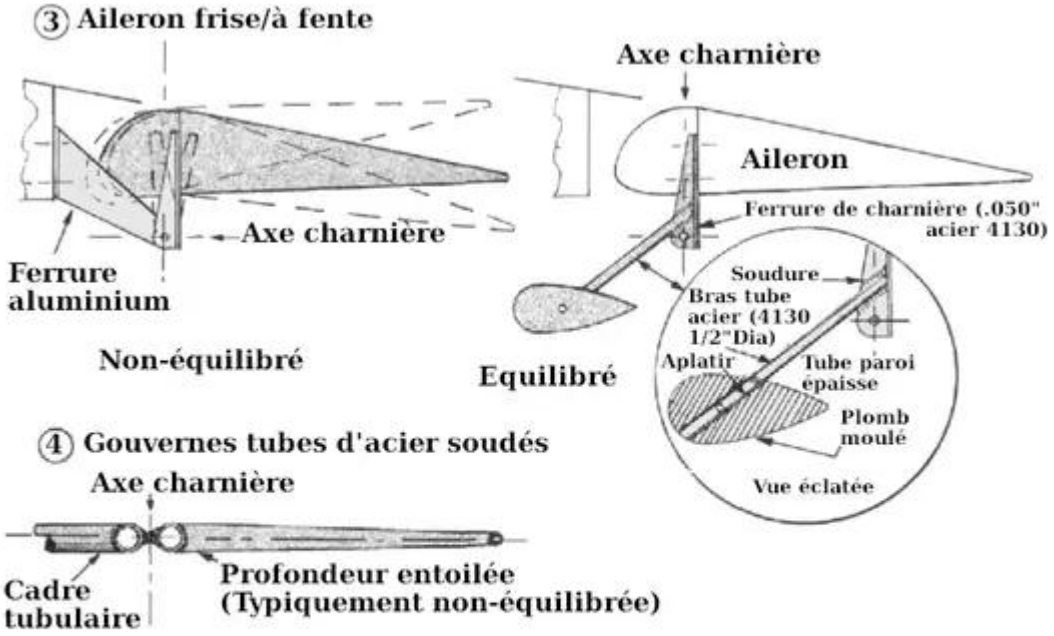


FIGURE 2
Options d'équilibrage des gouvernes

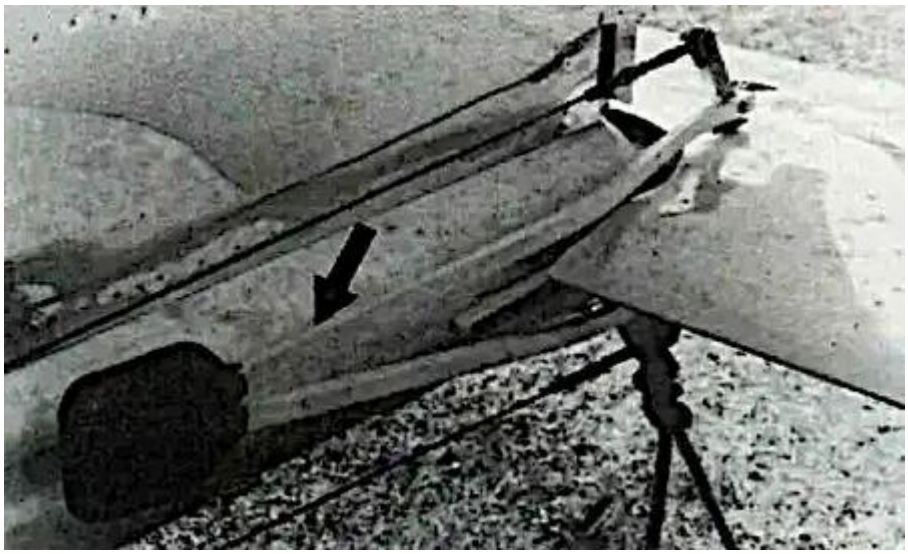
Accessoirement, je ne connais aucun appareil de construction amateur dont les volets doivent être équilibrés statiquement. Ne vous inquiétez donc pas de ce problème, car il n’en est pas un.

ÉQUILIBRAGE DES GOUVERNES

Comment éviter l’apparition du flutter sur un nouvel aéronef non encore testé ? La meilleure mesure préventive qu’un constructeur puisse prendre consiste à équilibrer correctement en masse les gouvernes, si nécessaire, en ajoutant du poids, généralement du plomb, en avant de la ligne de charnière.

Il est difficile d’équilibrer en masse une gouverne sans ajouter un poids considérable à l’ensemble terminé. La raison en est la surface relativement réduite de la gouverne située en avant de la ligne de charnière et disponible pour ajouter le poids nécessaire à l’équilibrage de la gouverne. Cet espace en avant de la ligne de charnière ne représente souvent que 8 à 10 % de la surface totale de la gouverne.

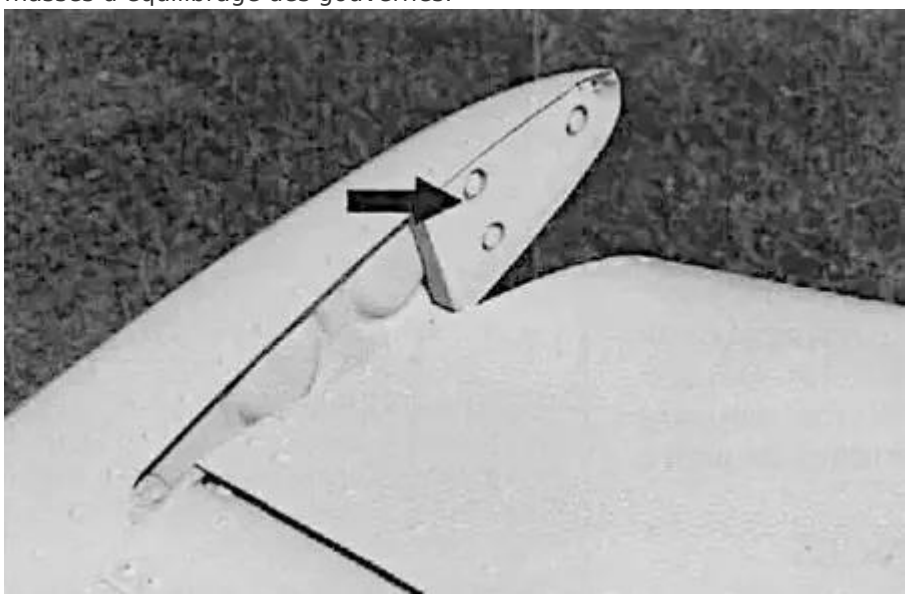
Par conséquent, il faudrait ajouter beaucoup de plomb en avant de la ligne de charnière pour amener la structure située derrière la ligne de charnière à se relever jusqu’à une position horizontale, correspondant à un équilibrage à 100 %.



L’équilibrage de cette profondeur est réalisé grâce à un lourd bras auquel est fixé une masse. Brut? Vrai, mais facile à installer et tout à fait efficace.

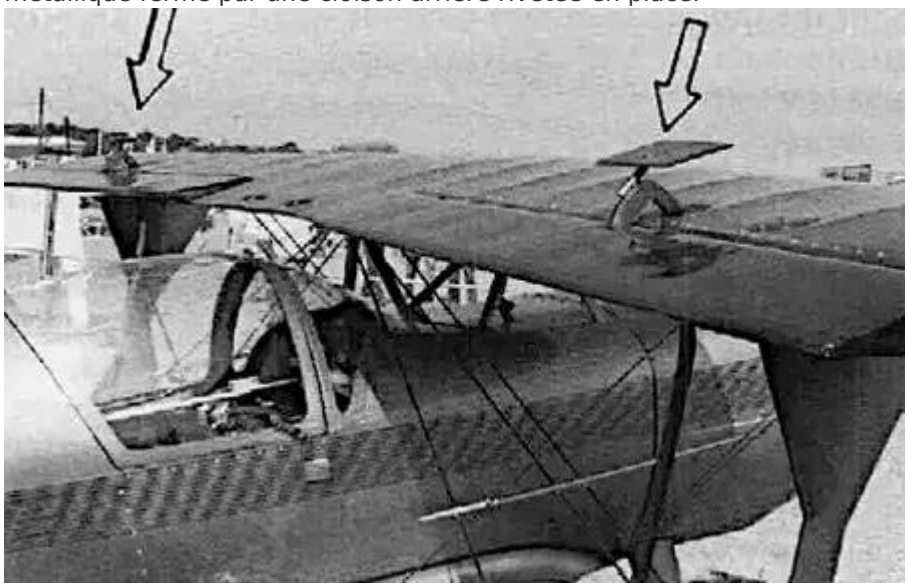


Tout ce dont vous avez besoin pour recycler les masselottes d’équilibrage de roue, une grande louche en acier et une lampe à souder butane/propane. Le plomd ainsi recycler peut être utilisé pour réaliser des masses d’équilibrage des gouvernes.



Vue interne d’une masse d’équilibrage de profondeur boulonnée en place. De la même façon, le plomd d’équilibrage aurait pu être directement versé dans un petit compartiment formé par le rebord d’une nervure

métallique fermé par une cloison arrière rivetée en place.



Ici, une installation inhabituelle. Les palettes d'équilibrage utilisées pour créer un équilibrage dynamique (communément utilisées sur les ailerons d'avions de voltige pour alléger les efforts aux commandes) sont normalement installées sous l'aile.

La quantité de plomb nécessaire pour équilibrer une gouverne peut être réduite si ce poids peut être monté sur un bras s'étendant bien en avant de l'axe de charnière.

Lorsqu'une gouverne est placée en position horizontale et qu'elle y reste, on dit qu'elle est totalement équilibrée statiquement, c'est-à-dire équilibrée à 100 %, autour de sa ligne de charnière.

Les gouvernes les plus difficiles à équilibrer, en supposant qu'elles nécessitent un équilibrage, sont celles dont les charnières sont fixées directement sur le bord d'attaque de la gouverne. De nombreux ailerons sont fixés de cette manière au moyen de charnières piano.

D'autre part, les gouvernes de profondeur et de direction peuvent être articulées de manière similaire. Toutefois, le plus souvent, les gouvernes de profondeur et de direction sont articulées le long de leurs lignes centrales avec des charnières individuelles en acier. Néanmoins, toutes ces installations rendent impossible l'ajout de contrepoids en avant de la ligne de charnière sans ajouter des bras spéciaux destinés à maintenir les masses d'équilibrage en avant de l'axe de charnière.

FABRICATION DES MASSES D'ÉQUILIBRAGE EN PLOMB

Une méthode simple et très pratique pour faire fondre le plomb consiste à utiliser une grande louche en acier chauffée avec un chalumeau butane/propane. Déposez des morceaux de plomb dans la louche et dirigez la flamme sur le plomb. Lorsqu'il devient liquide, utilisez un grand tournevis pour écumer les scories. Versez ensuite le plomb fondu dans votre moule d'équilibrage en aluminium, dans le tube du bras d'équilibrage ou autre, puis laissez-le refroidir.

Une source économique de plomb de récupération peut être l'un de vos ateliers locaux de pneus. Les anciennes masses en plomb retirées des roues pour l'équilibrage des pneus sont souvent éparpillées sur le sol de l'atelier et peuvent vous être données sur simple demande.

Ne vous inquiétez pas des parties en acier. Elles peuvent facilement être retirées de votre bain de plomb fondu et laissées tomber au sol ; gardez simplement vos pieds à l'écart.

Le perçage des trous destinés aux boulons de fixation dans vos masses d'équilibrage en plomb peut être pénible. Le plomb est difficile à percer et le foret aura tendance à accrocher et à se bloquer. Travaillez lentement et soyez patient.

Fixer directement les masses d'équilibrage en plomb aux bras de support par boulonnage peut entraîner des problèmes ultérieurs. Comme le plomb est tendre, les vibrations, les atterrissages parfois un peu durs ainsi que le roulage sur des surfaces irrégulières peuvent, avec le temps, provoquer l'allongement et le desserrage des trous de fixation des boulons. Il est donc préférable de concevoir une sorte de boîtier ou de retenue métallique

pour fixer les masses.

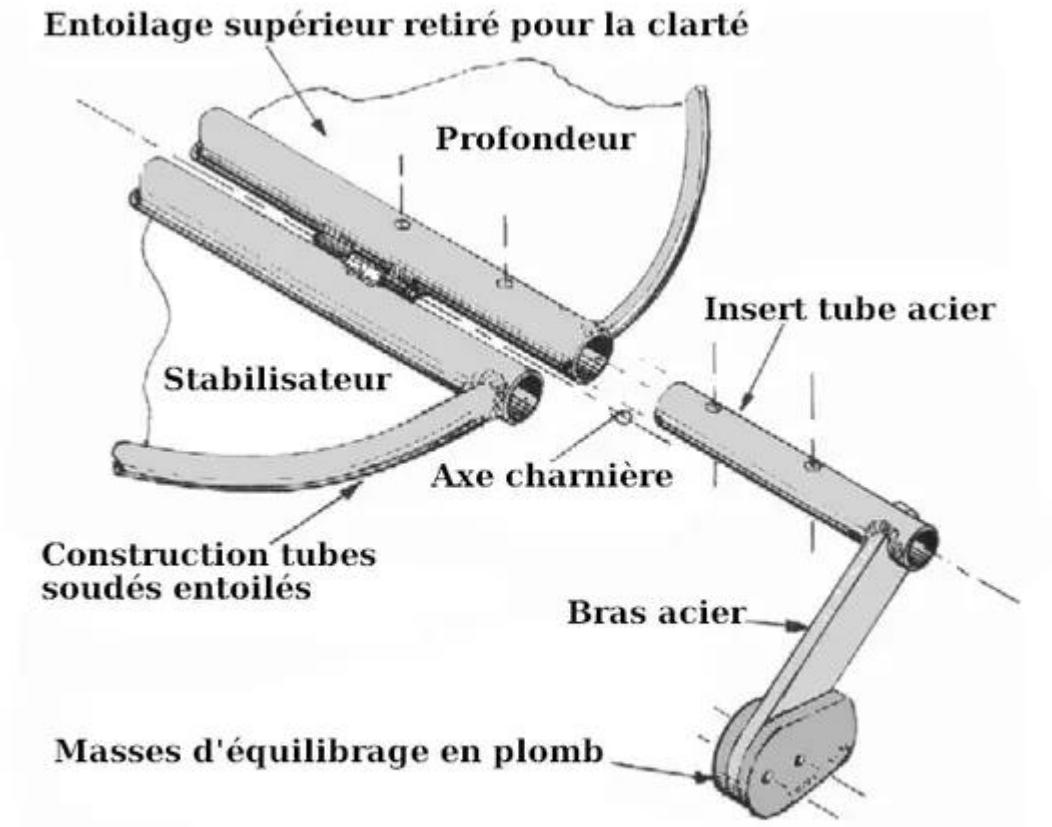


FIGURE 3
Equilibrage profondeur

EN RÉSUMÉ

Si vos plans exigent que les gouvernes soient équilibrées, faites-le impérativement conformément aux spécifications. Cependant, cela ne garantit pas que votre appareil de construction amateur sera exempt de flutter.

De même, s'il est affirmé que les gouvernes n'ont pas besoin d'être équilibrées, ne supposez pas que votre avion sera lui aussi exempt de flutter tant que vous ne l'aurez pas testé en vol sur toute sa plage opérationnelle.