INSTALLER UN SYSTÈME PITOT/STATIQUE

Parmi le minimum d’instruments requis pour le vol VFR (Visual Flight Rules) figurent deux instruments de vol, l’anémomètre et l’altimètre. Bien qu’un petit nombre de constructeurs puisse considérer qu’un indicateur de vitesse verticale (vario) est essentiel, il ne fait pas partie des instruments VFR obligatoires. Néanmoins, ces trois instruments ont un point commun : chacun doit être relié à une source de pression atmosphérique (statique) pour fonctionner correctement. De plus, l’anémomètre requiert une source de pression dynamique (Pitot). Ces deux sources de pression, ainsi que les tuyaux en plastique qui les relient, constituent le système pitot-statique de l’avion.

Appeler cela un «système» alors qu’il ne s’agit guère de plus qu’un tube d’aluminium courbé et de quelques tuyaux en plastique peut sembler un peu grandiloquent. Toutefois, vous pouvez faire de l’installation de votre système pitot-statique un projet majeur ou bien la maintenir à un niveau d’effort minimal.

SOURCES DE PRESSION STATIQUE

Certains tubes pitot comportent à la fois une entrée pour la pression dynamique (pitot) et une autre pour la pression statique. Ces tubes sont donc plus correctement appelés tubes pitot-statiques. Dans ce type d’installation, le tube pitot-statique est une unité à double fonction fournissant à la fois l’air dynamique (P) et l’air statique (S) aux instruments qui y sont reliés.

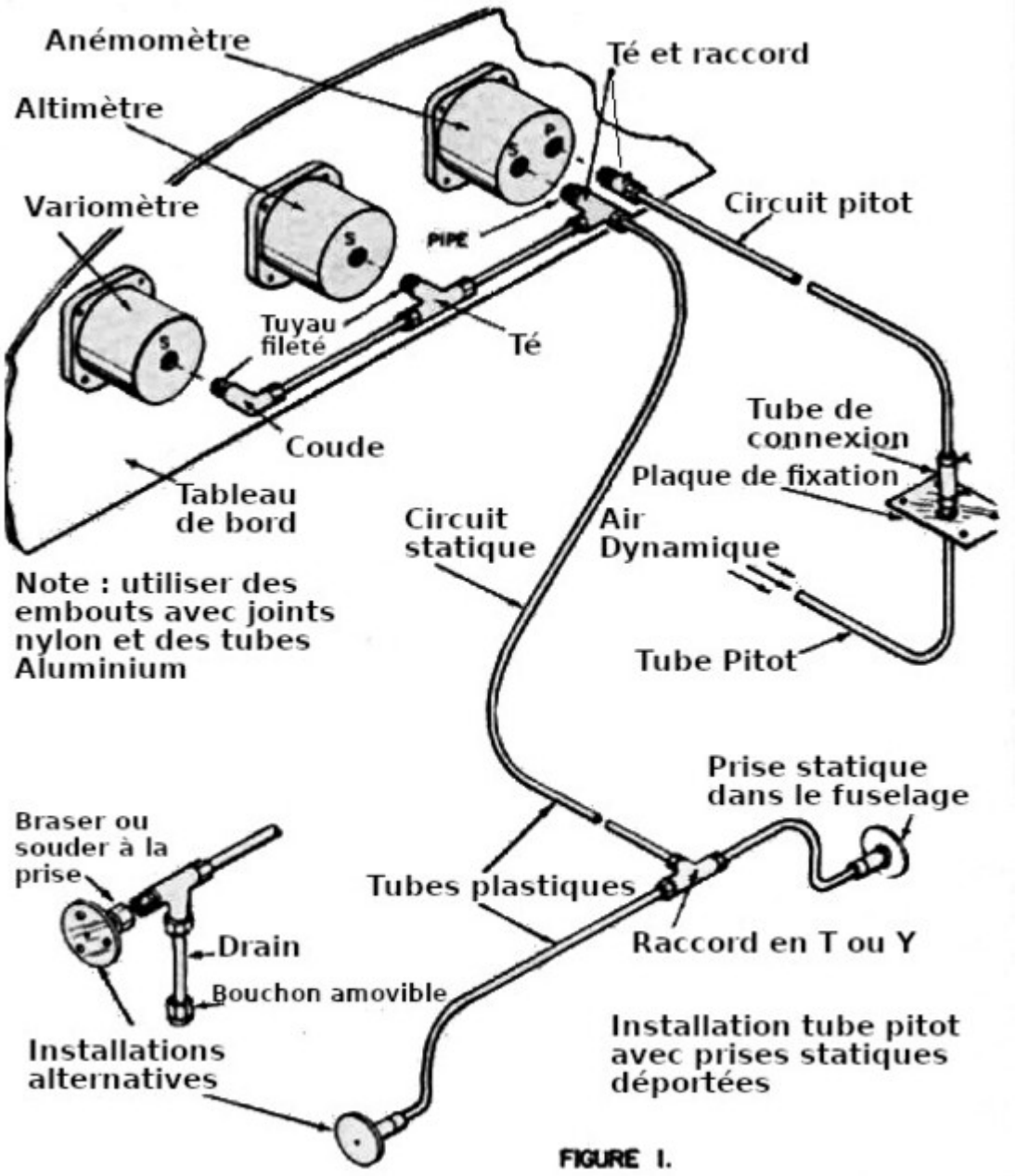
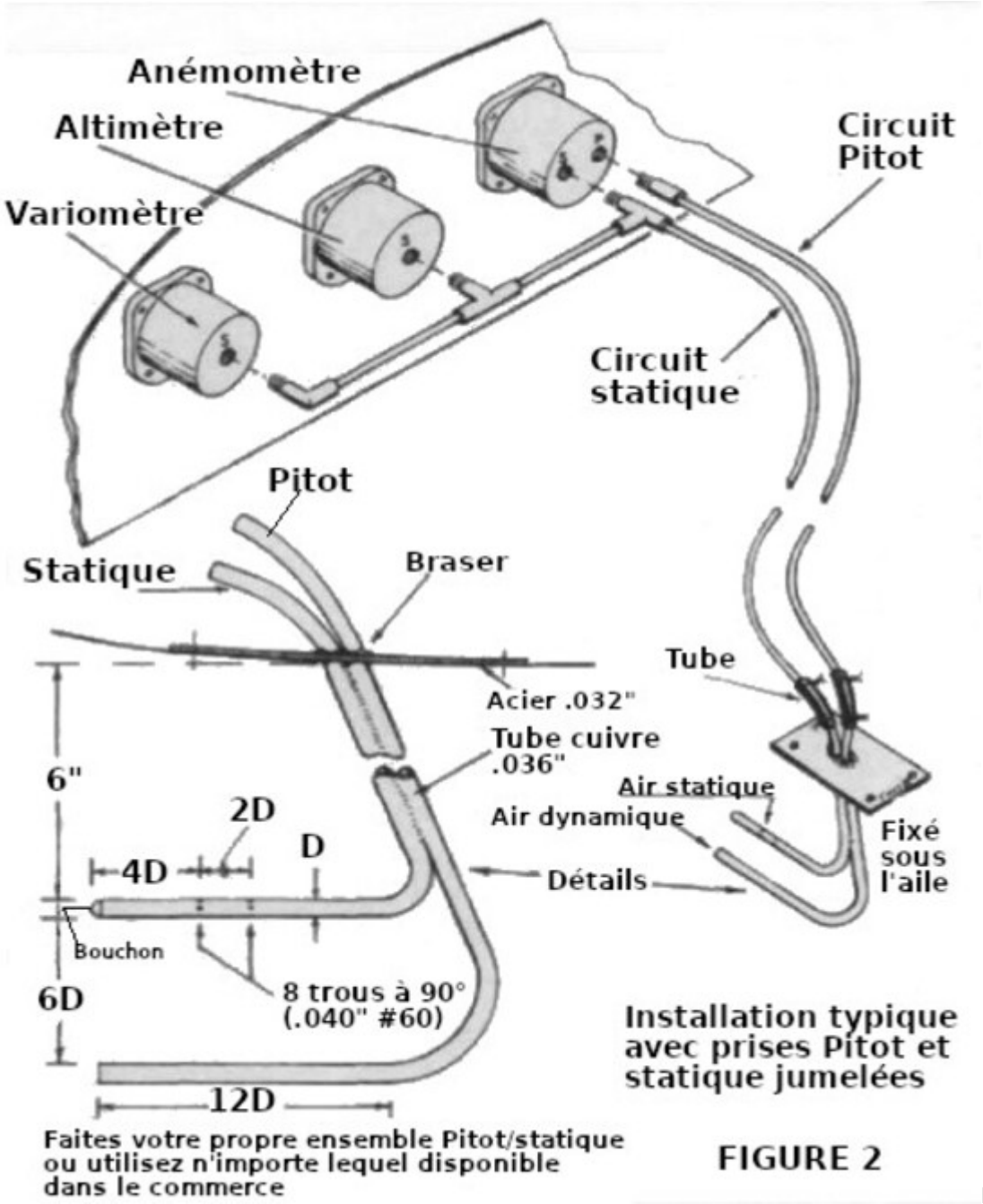

Anémomètre
Té et raccord
Altimètre
Variomètre
Circuit pitot
PIPE
Tuyau fileté
Té
Coude
Tube de connexion
Plaque de fixation
Tableau de bord
Circuit statique
Air Dynamique
Note : utiliser des embouts avec joints nylon et des tubes Aluminium
Tube Pitot
Prise statique dans le fuselage
Braser ou souder à la prise
Tubes plastiques
Drain
Raccord en T ou Y
Bouchon amovible
Installation tube pitot avec prises statiques déportées
Installations alternatives

FIGURE I.



Bien que la pression statique ne soit pas toujours prélevée à la tête du tube pitot, il semble logique que l'air dynamique et l'air statique soient pris au même endroit. Cela peut garantir une meilleure précision des instruments qu'une prise de pression statique éloignée. D'un autre côté, une source relativement fiable de pression statique, même éloignée du tube pitot, est le fuselage… plus précisément, le flanc du fuselage.

On y trouve souvent un à trois petits orifices de ventilation, intégrés dans un raccord affleurant, servant d'entrée d'air statique. En réalité, des prises statiques sont généralement installées des deux côtés du fuselage afin de minimiser les effets d'un vol en glissade ou en dérapage, causé par une mauvaise utilisation (volontaire ou non) de la gouverne de direction. De brèves incartades à un vol coordonné n'affecteront vos instruments que momentanément, sauf si vous avez l'habitude de voler constamment en dérapage. Lorsque deux prises statiques sont installées de part et d'autre du fuselage, elles doivent être reliées par un raccord en «**T**» ou en «**Y**».

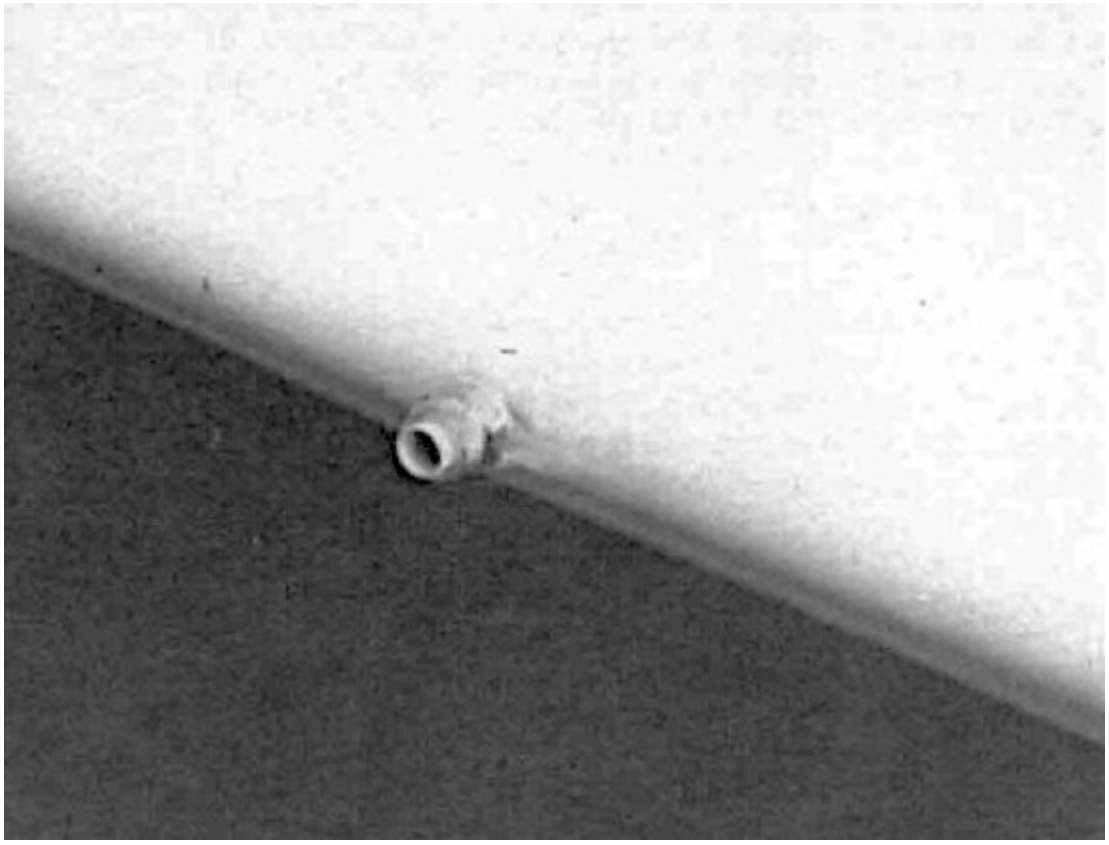
Un avantage d'une source statique séparée du tube pitot est l'assurance théorique que votre altimètre et votre variomètre continueront à fonctionner même si le tube pitot est obstrué par de la boue, de la glace, de la saleté ou un cache oublié… et cela mérite réflexion.

Les prises statiques déportées, lorsqu'elles sont installées, doivent l'être dans une zone de l'écoulement non perturbée par les jonctions d'ailes, irrégularités ou bosses du fuselage. Même si les flancs du fuselage semblent uniformes dans la zone choisie, un déplacement ultérieur pourrait s'avérer nécessaire en cas d'indications erratiques ou peu fiables.

Si la source statique est située dans une zone où la pression est plus élevée que la pression atmosphérique réelle, l'altimètre indiquera une altitude inférieure à la réalité. À l'inverse, une source statique où la pression est plus basse que la réalité entraînera une indication d'altitude plus élevée qu'elle ne devrait.

Une mauvaise source statique affecte également les indications de l'anémomètre. Par exemple, une source statique intégrée à une tête pitot placée juste devant l'aile mais trop près de son intrados pourrait se trouver dans une zone de pression légèrement supérieure à celle de l'air ambiant. Cette surpression est induite par l'écoulement autour du bord d'attaque. Dans ce cas, l'anémomètre indiquera une vitesse plus faible, car la différence entre pression dynamique et statique y serait réduite.

Une position trop haute pourrait induire l'effet inverse, entraînant une indication de vitesse trop élevée. Des erreurs similaires peuvent se produire avec des prises statiques de fuselage si elles sont situées dans un champ de pression perturbé.

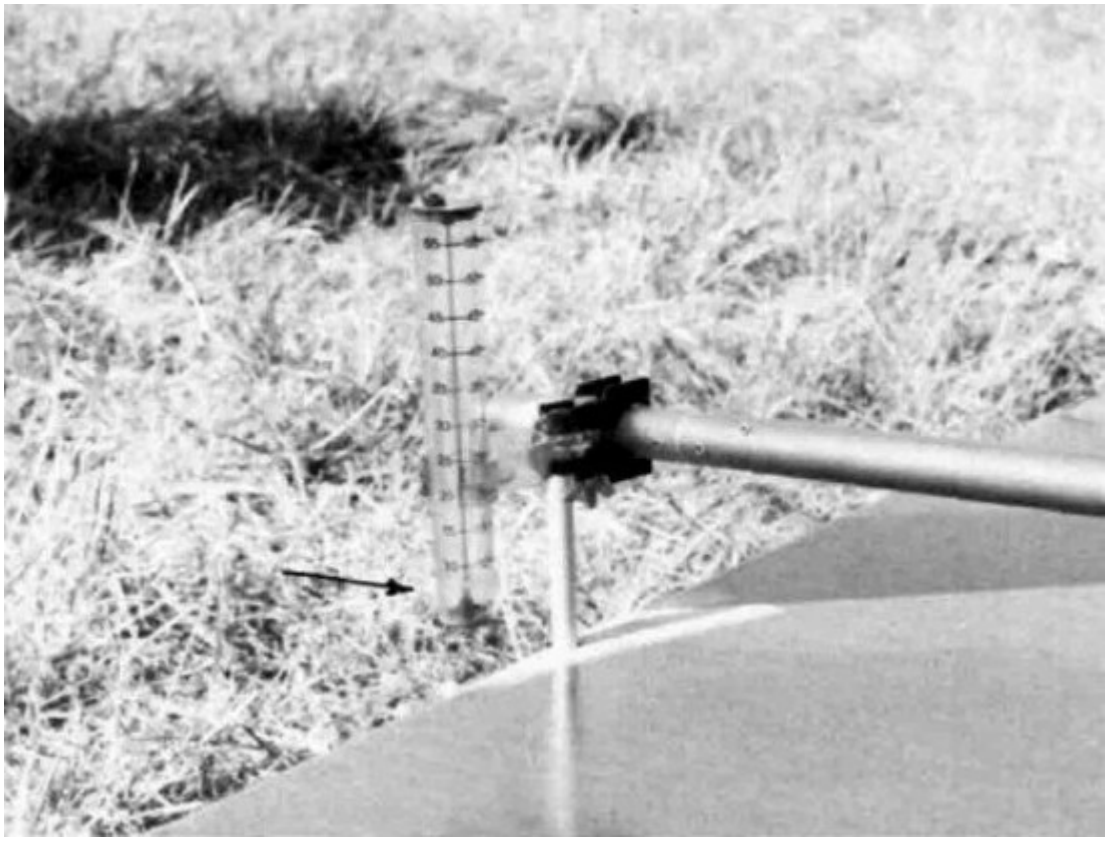


Un tube Pitot sortait autrefois du bord d'attaque de cette aile.
Hélas, il est maintenant cassé.

En poussant un peu plus loin ce sujet des erreurs statiques, on peut voir que les mêmes erreurs peuvent apparaître sur un biplan si le tube pitot-statique est monté trop haut ou trop bas sur un mât interplanaire. Trop haut, la prise statique pourrait capter une pression légèrement supérieure sous l'aile supérieure, donnant une lecture faussement basse. Trop bas, elle pourrait capter une pression plus faible en raison de l'écoulement induit au-dessus de l'aile inférieure, entraînant une indication de vitesse faussement élevée. Rappelez-vous : l'anémomètre mesure la différence entre la pression dynamique et la pression statique.

SOURCES DE PRESSION DYNAMIQUE

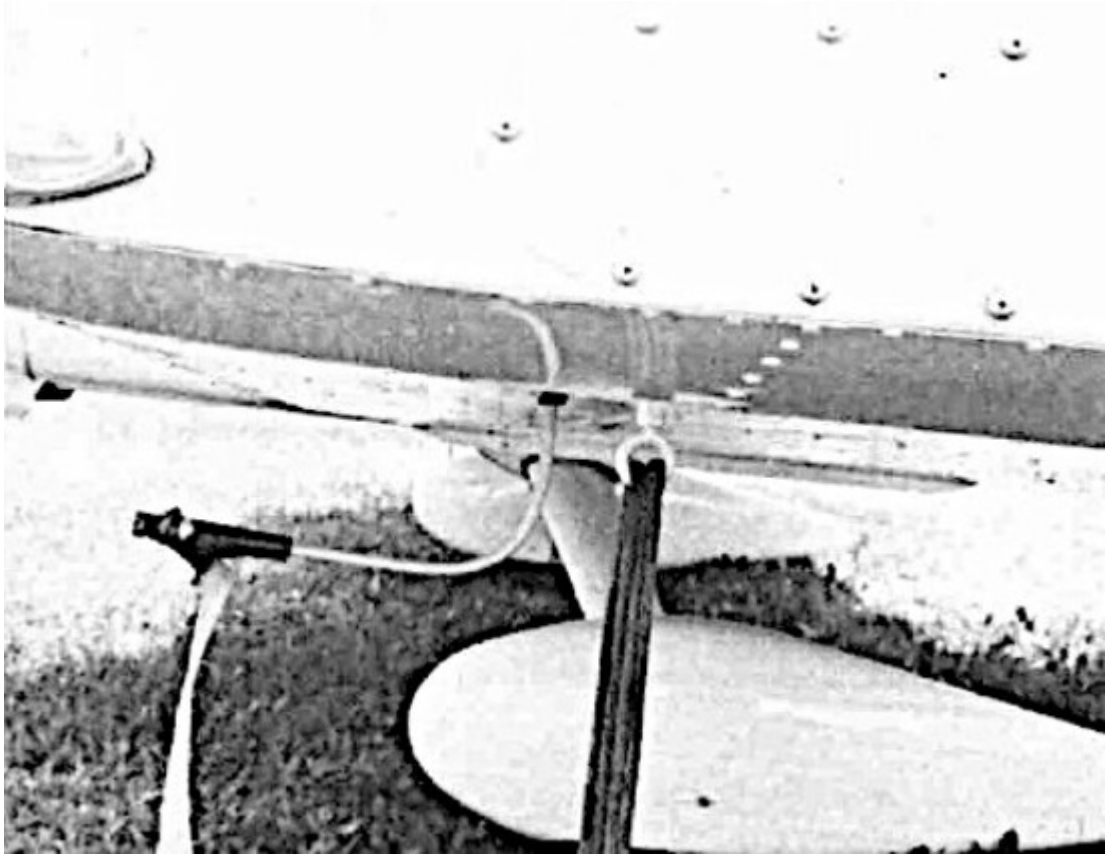
Comme indiqué précédemment, un seul des trois instruments de vol requis pour le VFR, l'anémomètre, a besoin de la pression dynamique. Sa source de pression d'air dynamique est un tube Pitot monté parallèlement à l'axe longitudinal de l'avion et aligné avec le flux d'air relatif. L'emplacement du tube Pitot est tout aussi important que son orientation sur l'appareil.



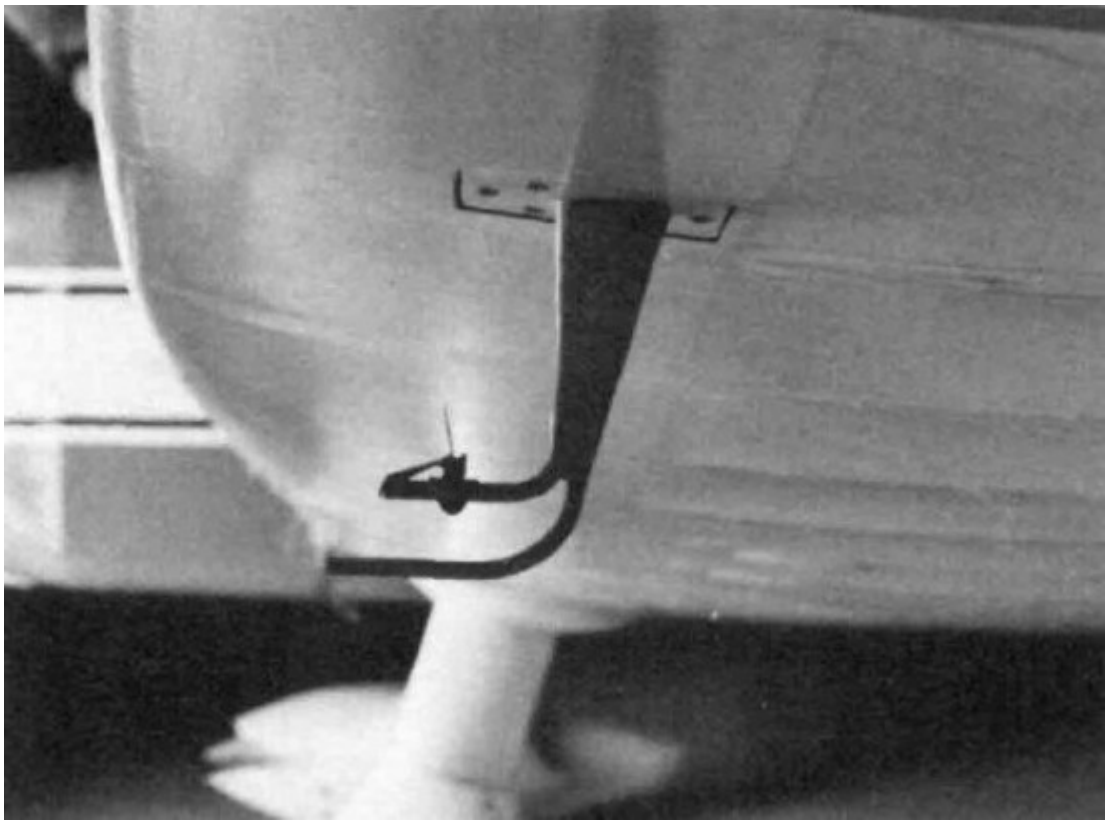
Ce gadget ressemblant à un tube à essais est en réalité un indicateur de vitesse sur un ultraléger. Un léger bouchon en mousse ou une balle de ping-pong se déplace sous la pression d'air dynamique entrant à l'endroit indiqué par la flèche.

Tout cela signifie en réalité que le tube Pitot ne doit pas être placé dans le souffle de l'hélice ni à un endroit où son orifice de prélèvement pourrait être exposé à un écoulement d'air perturbé par la proximité de la structure de l'appareil. Bien qu'une petite erreur de vitesse ne soit pas un gros problème pour un avion de loisir volant tranquillement le week-end, cela peut être une affaire sérieuse pour un avion rapide volant haut ou utilisé occasionnellement en IFR.

Il semble que la seule chose standardisée dans l'emplacement des têtes de tube pitot est que, pour une raison qui m'est inconnue, la plupart sont placées quelque part dans l'aile gauche plutôt qu'ailleurs. Mais on voit aussi bien des tubes pitot installés à peu près n'importe où sur l'appareil.



Un cache Pitot est important, mais il peut être oublié en raison de son emplacement sous l’aile.



Ce Pitot ne sera pas oublié… il découvre automatiquement le tube pendant le décollage.

Sur un bimoteur, le nez du fuselage est un emplacement tout à fait approprié car il n’est pas dans le souffle des hélices. La plus grosse erreur que vous puissiez commettre en installant un tube pitot est de le placer dans le bord d’attaque de l’aile. Oui, malgré l’efficacité de cet emplacement. Il est tellement facile d’y installer un tube pitot que le constructeur débutant a bien du mal à résister. Malheureusement, cet emplacement est tellement exposé que presque toute personne passant à proximité le remarquera après s’y être cognée ou l’avoir cassé. Plus fâcheux encore : le constructeur lui-même peut être le premier à l’endommager. Un constructeur m’a raconté que le sien avait été cassé si souvent que désormais, juste avant de voler, il glisse une paille dans le

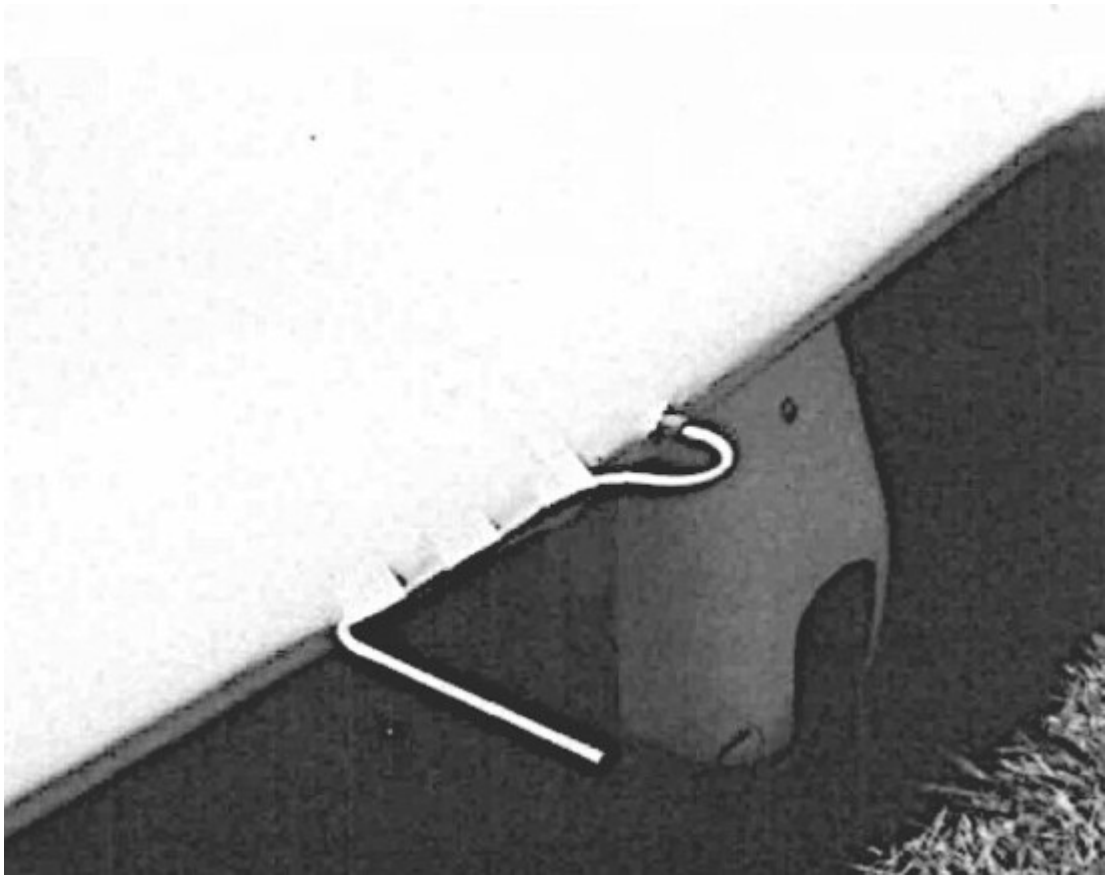
trou où se trouvait le tube pitot d'origine.

Bien sûr, l'emplacement au bord d'attaque n'est pas trop mauvais sur un avion à aile haute… à condition que cette aile soit suffisamment éloignée du sol.

Peut-être que Molt Taylor a trouvé la solution pour les tubes pitot vulnérables qui dépassent et se font plier ou casser. Dans son MicroIMP, il a installé un tube pitot flexible qui cède simplement sous l'impact et revient aussitôt en place. (Je me demande comment il fait cela ?)

Il devient alors évident que l'emplacement le plus sûr pour un tube pitot est sous l'aile. Presque n'importe où sous l'aile convient pour les avions dotés de profils anciens (Clark Y, etc.), tant que l'orifice du tube pitot est situé à environ 12 cm ou plus sous la surface de l'aile. Un avion avec un profil laminaire devrait avoir son tube pitot placé plus en arrière, à un point correspondant à la cambrure maximale de l'aile.

NOTES D'INSTALLATION DU SYSTÈME PITOT/STATIQUE



Qu'ils sont ingénieux, ces constructeurs amateurs. Lorsqu'il a découvert qu'il avait placé son tube pitot dans le souffle de l'hélice, il l'a déplacé. Inhabituel mais efficace.



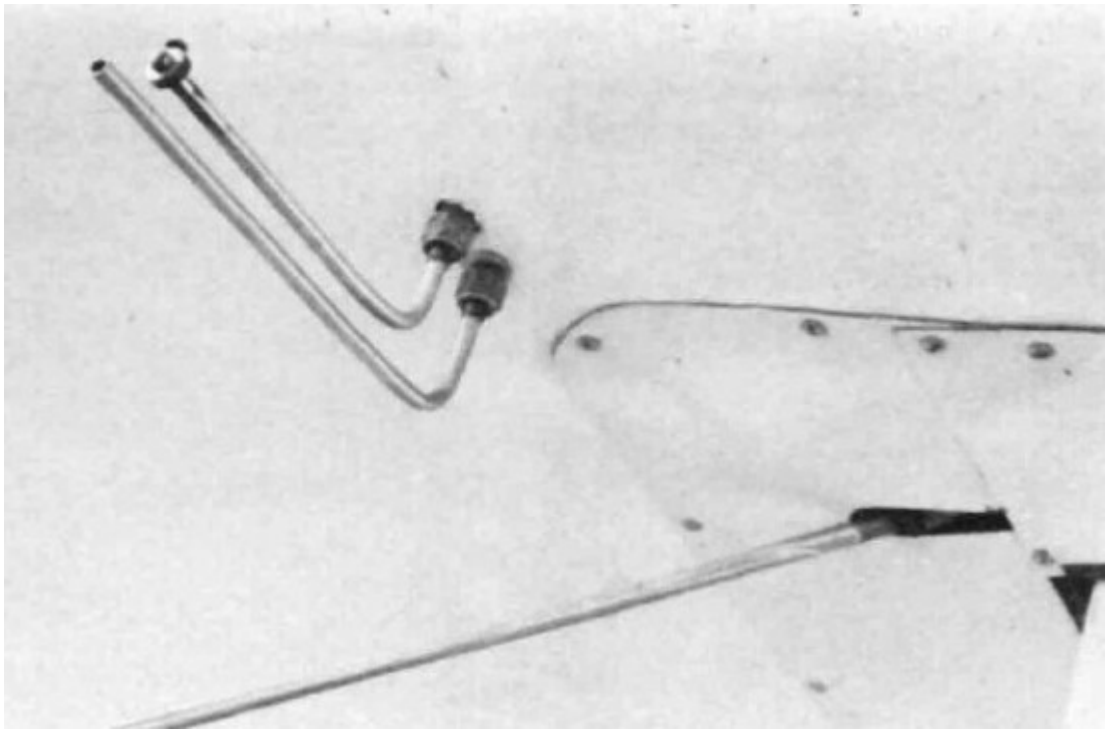
Qui a dit que les têtes pitot-statiques devaient être dans l'aile ? Celle-ci, perchée, est sur un T-18.

Certains tubes pitot-statiques sont fabriqués avec des éléments chauffants intégrés. Ceux-ci sont alimentés électriquement et doivent être raccordés au système électrique. La chauffe du Pitot serait alors contrôlée par un interrupteur du tableau de bord correctement étiqueté… mais pourquoi un tube pitot-statique chauffé si vous ne volez pas en IFR ?

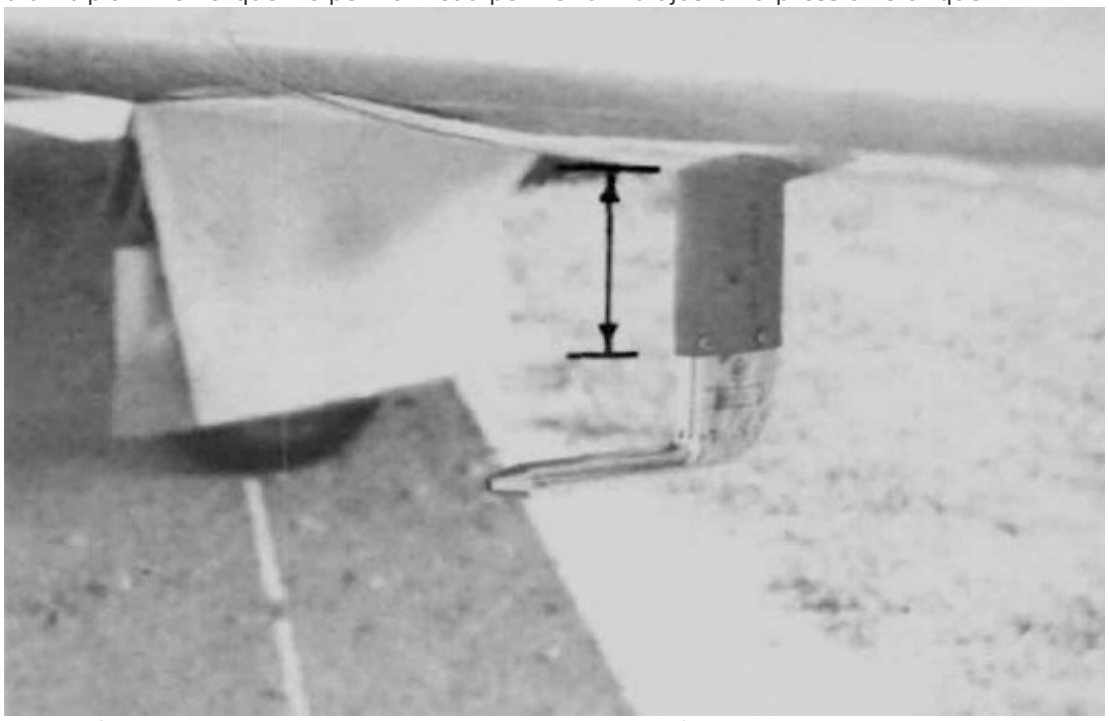
Lorsque la source statique doit être obtenue à la tête du tube pitot, vous pouvez réaliser votre propre assemblage en utilisant deux tubes en aluminium fixés à un support de montage.

L'un des tubes de l'assemblage de la tête Pitot aura une extrémité ouverte pour aspirer la pression d'air dynamique. Ce tube doit être connecté à un tuyau en polyéthylène de ½ » dirigé vers l'orifice «P» (pression) de l'indicateur de vitesse. L'autre tube (statique) de l'assemblage de la tête pitot doit avoir son extrémité scellée (pincée, soudée, insertion d'une vis ou fermeture de l'ouverture par tout autre moyen). De plus, il aura au moins quatre petits trous (utiliser un foret n°60) également espacés autour de sa circonférence afin de fournir la pression de l'air ambiant (statique) nécessaire à l'indicateur de vitesse, à l'altimètre et à l'indicateur de taux de montée. Cette source statique sera également connectée à chacun des instruments de vol VFR avec un tuyau en plastique de ½ ». Voir la Figure 1 pour quelques idées et raccordements typiques.

Avant de réaliser les raccordements aux instruments, soufflez dans les tuyaux pour vous assurer qu'aucune ligne n'est bouchée. Ne soufflez cependant dans aucun des instruments, car cela pourrait causer des dommages internes.



Un bon emplacement pour la tête pitot-statique. Celle-ci se trouve sous l'aile supérieure d'un biplan. Remarquez le petit anneau permettant d'ajuster la pression statique.



Ce modèle du commerce utilise une rallonge pour une tête pitot-statique standard. Vous pourriez faire de même si nécessaire.

Les aéronefs utilisés pour le vol aux instruments devraient disposer d'une source alternative de pression statique au cas où la source statique principale deviendrait inopérante. Cette source alternative peut consister en une seule vanne qui ouvre la ligne vers l'atmosphère de la cabine. Une source peu fiable dans le meilleur des cas mais meilleure que des instruments inopérants.

Certains constructeurs d'aéronefs simples ne s'embêtent souvent pas avec une source statique et laissent simplement les orifices «S» des instruments ouverts derrière le tableau de bord. C'est une mauvaise installation, ne serait-ce que pour la raison que les instruments seront soumis à l'abus de la poussière et de la saleté ingérées dans l'air non filtré. Un autre inconvénient à utiliser l'atmosphère de la cabine comme source statique est la fluctuation importante des indications des instruments chaque fois que les bouches de ventilation de la cabine sont ouvertes ou fermées.

Avez-vous déjà entendu parler d'ajuster votre vitesse par la modification du tube statique dans une installation

pitot-statique ? Eh bien, l'histoire se raconte ainsi.

Si votre indication de vitesse est lente, c'est parce que l'orifice statique se trouve dans une zone de pression légèrement élevée. Cela peut être corrigé en glissant un petit joint torique sur l'extrémité du tube statique avant les petits trous percés (les évents, en l'occurrence).

Déplacer le joint torique vers l'arrière sur le tube (par très petits incréments) augmentera la vitesse indiquée, sur l'indicateur (pas pour l'avion, amigo… désolé). Inversement, déplacer le joint vers l'avant, loin des orifices, diminuera la vitesse indiquée de manière similaire. De très petits changements dans la position du joint produisent une différence notable dans les indications. Ce qui se passe, c'est que vous baissez la pression statique «ressentie» par les orifices statiques en interrompant le flux d'air avec le joint, provoquant ainsi une légère baisse de pression derrière (en aval) du joint. Plus le joint est proche des orifices, plus la pression induite est faible.

Si, en revanche, l'orifice du tube statique se trouve dans une zone de basse pression, déplacer le joint à une position derrière les orifices devrait augmenter légèrement la pression ressentie par les orifices statiques, avec des résultats opposés à ceux décrits ci-dessus.

Comme un joint torique en caoutchouc se détériorera, il devra être remplacé par un anneau métallique de dimensions identiques après avoir déterminé la position correcte. Une goutte de peinture ou d'époxy devrait le maintenir en place. Un gentleman qui effectue quelques acrobaties dans son Starduster modifié utilise une vis de blocage pour sécuriser son joint placé de manière «scientifique».

Voilà, bien plus que ce que vous vouliez savoir sur les systèmes pitot-statiques. Et merci à mon conseiller technique pour ce mois-ci, Frank Luft de Central Point, Oregon.