

FREINS D'AVION

Quelques retours d'expérience et améliorations.

Mon appareil de construction amateur vole depuis 21 ans maintenant.



En discutant avec d'autres constructeurs amateur d'aéronefs, il apparaît que beaucoup ont connu diverses modifications et améliorations de leur système de freinage. Mon expérience est la même : il y a eu en fait trois évolutions distinctes du système de freinage sur mon avion, dont deux déclenchées malheureusement par des événements désagréables ! Dans cet article, je vais passer en revue ces évolutions, et peut-être trouverez-vous quelque chose d'applicable à votre propre machine volante.

PREMIÈRE SURPRISE, LA CHALEUR

Un jour d'été assez chaud, j'ai atterri à l'aéroport Mitchell de Milwaukee pour rendre visite à mes parents. L'atterrissage a été suivi d'un long roulage jusqu'à l'exploitant de services d'escale, comprenant plusieurs

arrêts et peut-être un léger freinage involontaire, ce qui accompagne souvent le pilotage au sol d'un avion à roulette de nez orientable librement. Je n'y ai pas prêté attention jusqu'à mon retour plus tard dans la soirée, lorsque j'ai trouvé deux grandes flaques, une sous chaque roue principale. Charmant, tout mon liquide de frein était à découvert, indiquant clairement que cet avion n'allait plus voler ce jour-là.

Ayant entendu parler des problèmes de chaleur, y compris certains incendies, rencontrés par Cirrus à ses débuts, il ne m'a pas fallu longtemps pour comprendre que la chaleur générée par un freinage important, aggravée par des carénages de roues ajustés, avait aplati les joints toriques dans les étriers de frein et permis au liquide de passer. Le lendemain l'avion était équipée de nouveaux joints toriques, de liquide et d'un purgeur, une véritable réparation « sur le terrain ».



Les joints toriques d'origine en Buna-N ont été remplacés par des joints toriques en Viton 75. Le Viton peut supporter des températures nettement plus élevées que le Buna-N.

J'ai décidé que cela ne se reproduirait pas. Je ne sais pas quelle solution Cirrus a adoptée pour résoudre ses problèmes de chaleur, mais la mienne a consisté à remplacer les joints toriques, qui sont généralement en Buna-N (nitrile), par du Viton.

J'ai utilisé du Viton 75 de taille -222 pour des étriers Cleveland standard, mais il convient de vérifier les dimensions adaptées à votre installation.

Le Viton peut supporter des températures nettement plus élevées (-15°F à 440°F) que le Buna-N (-40°F à 250°F). Les joints toriques en Viton sont facilement disponibles auprès de nombreuses entreprises spécialisées en ligne, Veillez à choisir la série -75, car la série -90 est beaucoup plus dure et ne convient pas à une application dans un étrier de frein.

J'ai également remplacé le liquide de frein MIL-H-5606 par du DOT 5 silicone. Le DOT 5 est disponible chez de nombreux fournisseurs de pièces automobiles, mais je recommande de consulter le web pour identifier les meilleures marques selon les avis des communautés de course automobile. Dans tous les cas, on peut également s'en procurer sur Amazon.

Même s'il existe de nombreux débats sur les avantages et inconvénients du DOT 5, mon expérience et les données convergent vers un résultat largement positif : le DOT 5 supporte jusqu'à 500 °F contre 275 °F pour le MIL-H-5606 standard. De plus, le DOT 5 n'absorbe pas l'eau. Dans une voiture, les infiltrations d'eau sont beaucoup plus probables, donc la capacité du liquide de frein automobile à absorber l'eau est un avantage pour limiter la corrosion, mais en aviation cela est beaucoup moins critique. En réalité, dans les applications

militaires actuelles, le fluide synthétique est préféré.

Franchement, je n'ai jamais compris pourquoi ce fluide rouge, collant/visqueux et hautement inflammable MIL-H-5606 a été si longtemps le liquide de référence en aviation générale. Le DOT 5 silicone, généralement teinté violet clair, est non inflammable et compatible à la fois avec le Buna-N et le Viton (bien qu'il ne soit pas compatible avec l'EPDM). Cependant, la plupart des maîtres-cylindres utilisent du Buna-N.



Même avec des carénages de roues ajustés (ci-dessus), après cinq ans et 500 heures, les disques « BlackSteel » d'Aviation Product Systems (à droite) ont toujours bonne apparence et fonctionnent bien.

DEUXIÈME SURPRISE : UN FREIN QUI NE FREINE PLUS



Les boulons de fixation de la plaquette extérieure doivent être serrés avec précaution conformément au couple spécifié. Ces dépressions sont des signes de boulons trop serrés.

Par une autre journée particulièrement chaude, nous avons effectué un atterrissage « d'urgence » dans le Michigan pour une pause toilettes, avec un arrêt très bref et une course précipitée vers les sanitaires. Cela fait, nous sommes remontés à bord et, surprise, au milieu du roulage, le frein gauche a décidé de ne plus fonctionner ! Il n'y avait absolument plus aucun freinage. Après un léger écart vers la droite dans l'herbe et un refroidissement progressif, un semblant de freinage est revenu et nous avons pu rentrer chez nous, en atterrissant et en freinant avec beaucoup de précaution sur la plus longue piste disponible.

L'inspection qui a suivi a révélé une cause intéressante : les plaquettes de frein étaient glacées parce qu'elles n'étaient en contact que par un seul bord ! La cause sous-jacente était un affaissement incliné de la face de l'étrier dû à la déformation du matériau sous l'effet de la chaleur et de l'utilisation. En d'autres termes, la plaquette extérieure fixée sur son support et la plaquette actionnée par le piston n'étaient plus parallèles.

Cela est dû en partie à la faible dureté de l'étrier en magnésium, ainsi qu'au serrage probablement excessif des supports de plaquettes. Il s'avère que les étriers Cleveland sont fabriqués en aluminium ou en magnésium, tandis que ceux de MATCO ou de Grove sont tous en aluminium, et que le magnésium, plus tendre, peut se déformer assez facilement. (Les étriers en aluminium ne sont pas sujets à ce problème.) La solution a consisté à réusinier la surface de l'étrier afin de la rendre de nouveau parfaitement plane, tout en veillant particulièrement à serrer les boulons fixant les supports de plaquettes sur l'étrier au couple minimal spécifié. En outre, mon spécialiste local de la maintenance m'a conseillé d'adopter des disques « BlackSteel » d'Aviation Products Systems (APS) ainsi que des plaquettes APS, afin d'améliorer la résistance au glaçage, la tolérance à la chaleur et les performances globales de freinage. C'était il y a plusieurs années, et je peux témoigner que, dans mon cas, ces plaquettes et ces disques ont constitué une amélioration notable.



Les boulons trop serrés peuvent déformer le magnésium tendre, créant un chanfrein vers l'intérieur. Cela entraîne une absence de parallélisme de surface entre la plaquette extérieure et la plaquette intérieure, de sorte que la pression des plaquettes ne s'exerce que sur le bord intérieur. La solution consiste à réusinier la surface pour la remettre parfaitement plane et à ne pas trop serrer les boulons.

TRANSFORMATION COMPLÈTE DU SYSTÈME DE FREINAGE

Mon installation d'origine du système de freinage comprenait des maîtres-cylindres Cleveland 10-20 et des conduites de frein Nylaflo fournies avec le kit.



Pour éliminer la flexion, les conduites de frein Nylaflow d'origine ont été remplacées par des tubes en aluminium Versatube, qui sont très faciles à cintrer et à mettre en forme.

Lors de ma dernière visite annuelle, j'ai constaté que les deux maîtres-cylindres du côté pilote présentaient de légères fuites. Cela a déclenché un projet que j'envisageais depuis des années et que j'ai finalement trouvé la motivation de réaliser, à savoir remplacer les conduites de frein Nylaflow par des tubes rigides en aluminium et des flexibles en Téflon tressés en acier inoxydable au niveau des pédales de frein. Malgré d'innombrables opérations de purge, mes freins étaient toujours restés légèrement spongieux, et j'ai toujours soupçonné une légère déformation des conduites en plastique.

En outre, bien que les freins arrêtent généralement l'avion de manière satisfaisante, ils n'ont jamais été aussi efficaces que je l'aurais souhaité. Par exemple, pour maintenir l'avion immobile à pleine puissance, il fallait vraiment appuyer très fort sur les freins. De plus, à mesure que mon avion entrait dans sa vingt et unième année de service, j'ai commencé à m'inquiéter d'une possible fragilisation du nylon avec le temps et des problèmes de sécurité qui pourraient en résulter.

Le remplacement des conduites fixes a donc été réalisé avec des tubes Versatube en aluminium 3003-O de 3/16" de diamètre, particulièrement faciles à cintrer et à mettre en forme, ainsi qu'avec des flexibles tressés en acier inoxydable, dotés d'une âme en Téflon, fabriqués sur mesure par Aircraft Specialty Flightlines.



Ce purgeur de frein « bottom-up » fait maison a été mis sous pression avec une pompe de vélo et a très bien fonctionné ! Le liquide de frein DOT 5 violet, non inflammable, est beaucoup plus résistant à la chaleur que le fluide MIL-H-5606, hautement inflammable.

Compte tenu des fuites des maîtres-cylindres et des performances quelque peu limitées depuis le début, j'ai décidé de les remplacer en même temps par des maîtres-cylindres MATCO, dont la surface de piston est légèrement plus faible et qui devraient offrir une meilleure sensibilité au freinage.

Il s'agit d'un travail qui nécessite un démontage important de l'intérieur de l'avion, ainsi que d'innombrables heures passées allongé sous le tableau de bord dans des positions plus inconfortables les unes que les autres, ce qui explique pourquoi je l'avais repoussé pendant de nombreuses années ! Une fois cette étape terminée, je suis passé à la purge, réalisée à l'aide de mon purgeur sous pression par le bas. À ma grande surprise, après seulement quelques minutes à faire remonter le liquide dans le système neuf et vide, les bulles ont cessé d'apparaître dans le réservoir et les pédales de frein sont devenues parfaitement fermes ! J'avais hâte d'aller faire un essai de roulage, puis un vol, et surtout un atterrissage ! Il s'est avéré que non seulement toute sensation de mollesse avait complètement disparu, mais que les performances de freinage étaient passées dans une tout autre catégorie, avec une sensibilité et une efficacité considérablement améliorées.



Conservez l'angle de début de freinage suffisamment en arrière pour minimiser les risques d'interférence du pied/de la chaussure avec d'autres structures mécaniques. Trouver un compromis permettant l'action du gouvernail sans activation des freins.



Le contre-écrou sur l'extrémité à tige filetée de ce maître-cylindre MATCO permet de régler les pédales de frein à l'angle approprié. Noter également le contre-écrou sur le boulon de fixation du maître-cylindre. Il empêche le boulon d'agrandir le trou de montage.

Un autre point à prendre en considération est l'angle des pédales de frein. Sur un avion certifié, ce paramètre de conception a déjà été pris en compte. En revanche, sur un avion de construction amateur, notamment avec des maîtres-cylindres MATCO dont l'extrémité de la tige de piston est filetée, il est possible de régler la longueur du maître-cylindre et, par conséquent, l'angle des pédales. L'objectif est de trouver une position intermédiaire appropriée, où les freins ne seront pas actionnés lors du toucher des roues pendant l'utilisation du gouvernail, sans pour autant que les pédales soient tellement avancées qu'il faille faire pivoter excessivement le pied pour freiner ou que les chaussures viennent interférer avec le mécanisme de support des pédales.

Enfin, si vous observez attentivement la manière dont l'extrémité supérieure du maître-cylindre est fixée, vous remarquerez que le boulon est légèrement dévissé afin de permettre l'ajout d'un contre-écrou, qui permet de bloquer le boulon dans le trou de fixation. Ainsi, le boulon ne « travaille » pas dans le trou, ce qui évite de l'agrandir avec le temps.