AINSI VOUS VOULEZ ALLER PLUS VITE…1/2

les secrets de la réduction de trainée



La meilleure façon d'aller plus vite est de réduire la traînée. La réduction de traînée est de loin préférable aux autres méthodes du point de vue du rapport coût/bénéfice, car elle permet d'obtenir de la vitesse gratuitement ou d'augmenter l'autonomie, enfin, relativement gratuitement comparé au fait de toucher à l'hélice ou au moteur.

Ces deux éléments ont tendance à être très coûteux. Les modifications de traînée, en revanche, demandent généralement plus de temps et d'efforts que d'argent. Une réduction de 27% de la traînée totale de la cellule a produit environ une augmentation de 25 mph de ma vitesse maximale, soit environ 22% de consommation de carburant en moins en croisière.

On me demande fréquemment quelle modification a apporté le plus de bénéfices. Il est difficile de répondre, car deux avions différents commencent rarement avec le même niveau de traînée totale de cellule, et leurs vitesses peuvent également être différentes, de sorte que la modification produira des gains légèrement différents sur chaque avion. Si vous installez un train rentrant sur un tumbleweed (le buisson roulant des westerns…), cela ne fera probablement pas une grande différence.

Gardez également à l'esprit que plus votre avion vole vite, plus la réduction de traînée devient importante. Caréner un feu anticollision tournant sur un avion volant à 100 nœuds ne vous donnera qu'environ 0,1 nœud de vitesse supplémentaire, alors que sur un avion à 200 nœuds, cela produira environ une augmentation de 2,0 nœuds, et sur un avion à 250 nœuds, environ 5,5 nœuds. Si vous pilotez un avion qui vole déjà assez vite en croisière, vous devriez vous intéresser à la réduction de traînée.

ÊTES-VOUS EN TRAIN DE PILOTER UN CACTUS ?

La chose la plus simple à faire est de faire le tour de votre avion et de rechercher tout ce qui dépasse dans l'écoulement de l'air. Chaque élément qui dépasse provoquera de la traînée, donc plus il y en a, plus la traînée

sera importante.

Les antennes sont cylindriques, ce qui les rend génératrices de traînée par leur forme. Le coefficient de traînée est environ cinq fois supérieur à celui d'un profil aérodynamique turbulent et environ 50 fois supérieur à celui d'un profil laminaire. Alors, que faire ? Une antenne droite à 300 mph IAS nécessite environ 3 ch pour la faire traverser l'air, et un angle d'inclinaison de 60 degrés réduit la traînée de l'antenne d'environ 85 %. Cependant, une antenne placée à l'intérieur d'un saumon d'aile ne produit aucune traînée supplémentaire. Le transpondeur est la seule antenne que j'ai montée à l'extérieur, et elle se trouve dans un écoulement d'air perturbé.

RÉGLAGE

Un élément qui a un effet important sur la traînée de la cellule est le réglage de l'avion. Lorsque j'ai construit mon RV-4 pour la première fois, je pensais avoir été soigneux ; cependant, lorsque j'ai commencé à chercher à aller plus vite, j'ai revérifié tout mon réglage et j'ai été surpris de constater qu'il n'était pas aussi bon que je le pensais.

Lorsque vous avez une aile lourde, c'est probablement parce que quelque chose n'est pas tout à fait correct. Maintenant, vous pouvez facilement augmenter la traînée sur l'aile opposée, mais trouver la cause de la lourdeur et corriger le problème entraînera une réduction de la traînée totale de la cellule.

Par exemple, lorsque j'ai revérifié mon réglage initial, j'ai constaté que mes deux joints de couverture des espaces entre les ailes et les ailerons pendaient dans l'écoulement de l'air du côté haute pression de l'aile. J'ai donc refabriqué les supports de charnières pour les positionner dans le profil aérodynamique correct. Cela n'est peut-être pas un problème avec certains kits actuels, mais cela vaut toujours la peine de vérifier.



Les carénages de jambes de train d'origine en métal ont été remplacés par des carénages composites à réduction de trainée de sillage. Des pneus Lamb ont été installés afin de réduire la taille et le poids, ainsi que de très petits carénages de roues à réduction de trainée de sillage.

CARÉNAGES DE ROUES ET JAMBES DE TRAIN

Un autre domaine de traînée courante concerne les carénages de roues et de jambes de train. Ceux-ci peuvent devenir de très grands compensateurs aérodynamiques lorsqu'ils ne sont pas correctement installés, ce qui nécessite ensuite de créer une traînée compensatrice pour que l'avion vole droit.

Pour les carénages de jambes de train d'un RV, vous pouvez les fixer à la jambe de train en les serrant en haut, en cirant abondamment la jambe de train (avant de mettre le carénage en place), puis en ajoutant un peu de mousse expansive entre l'avant de la jambe de train et l'intérieur du carénage, en haut et en bas, afin qu'elle supporte les charges en vol une fois durcie. Vous ne voulez pas que la mousse adhère à la jambe de train, afin de pouvoir ajuster le carénage si nécessaire.

L'étape suivante consiste à utiliser n'importe quel matériau fluide qui laissera une trace. Placez une goutte sur le bord d'attaque du carénage et allez voler. Elle devrait s'écouler autour des deux côtés du carénage et finir par se détacher du bord arrière au même endroit. J'ai utilisé de la peinture tempera aquarelle mélangée épaisse dans de l'huile 90, et avec un peu d'essais et d'erreurs, j'ai réussi à déterminer la position du carénage de jambe de train qui produisait le moins de traînée. J'ai ensuite fabriqué des carénages d'interface pour maintenir la position du carénage de jambe de train.

Au milieu des années 1990, j'ai retiré les carénages métalliques d'origine des jambes de train et je les ai remplacés par des carénages composites à réduction de trainée de sillage conçus par John Lynch de *JL Design à Santa Paula, en Californie*. Ceux-ci ont été positionnés avec soin afin d'obtenir la plus faible quantité de traînée possible en utilisant la procédure avec la peinture tempera aquarelle et l'huile 90.

Des pneus Lamb (pneus de petites dimensions) ont été installés afin de réduire la taille et le poids, ainsi que de très petits carénages de roues légers en deux parties à réduction de trainée de sillage. Les carénages de roues ont une exposition minimale du pneu et sont très ajustés autour de l'ouverture du pneu afin de réduire la traînée.

J'ai ajouté un carénage à la roulette de queue, et pour la course, j'ai utilisé un carénage encore plus petit avec une roue de Rollerblade et sans câbles de direction.



Un carénage a été ajouté à la roulette de queue. Pour la course, un carénage encore plus petit a été utilisé avec une roue de Rollerblade et sans câbles de direction.



Ces modifications ont entraîné une augmentation de 6 mph grâce à une réduction supplémentaire de la traînée. Je pense que les modifications les plus bénéfiques ont été de refaire les carénages de roues et les carénages de jambes de train à réduction de trainée de sillage, ainsi que de donner une forme correcte aux carénages d'interface et de les ajuster correctement. J'ai peut-être eu des compensateurs aérodynamiques assez efficaces avec mes carénages de jambes de train d'origine, mais cela a démontré qu'il s'agit d'une zone importante à optimiser.

CARÉNAGES EN FORME DE CANOÉ ET JOINTS D'ÉCART DE L'EMPENNAGE

Des carénages en forme de canoë ont été fabriqués en 1997 et installés sur tous les supports de charnières. Il s'agissait d'une forme à faible traînée et à écoulement laminaire. Ils sont faciles à installer et doivent seulement être fixés avec du ruban adhésif double face. Plus tard, j'ai lu un article de septembre 2005 dans le magazine Flying intitulé « Shelling the Air Snares » (Carèner les perturbateurs d'écoulement), qui confirmait qu'il s'agissait d'une approche scientifiquement valable. La raison était basée sur la traînée :

Pression dynamique, ft^2 (de l'objet), coefficient de traînée, TAS en pieds par seconde, divisé par 550 ft-lbs-sec / hp, efficacité de l'hélice (en utilisant 1,35 pour le coefficient de traînée).

Lorsque vous appliquez la formule, l'ensemble des supports de charnières non carénés peut nécessiter 2,4 ch à 220 nœuds. Les supports de charnières carénés, en utilisant un coefficient de traînée de 0,045, nécessitent environ 0,1 ch à la même vitesse. Ainsi, 2,3 ch sont transformés en poussée, ce qui, dans ces conditions, représente une augmentation de vitesse de plus de 1 mph. Cet exercice est destiné aux véritables passionnés.



Des carénages en forme de canoë ont été installés sur tous les supports de charnières avec du ruban adhésif double face. La forme est à faible traînée et à écoulement laminaire.

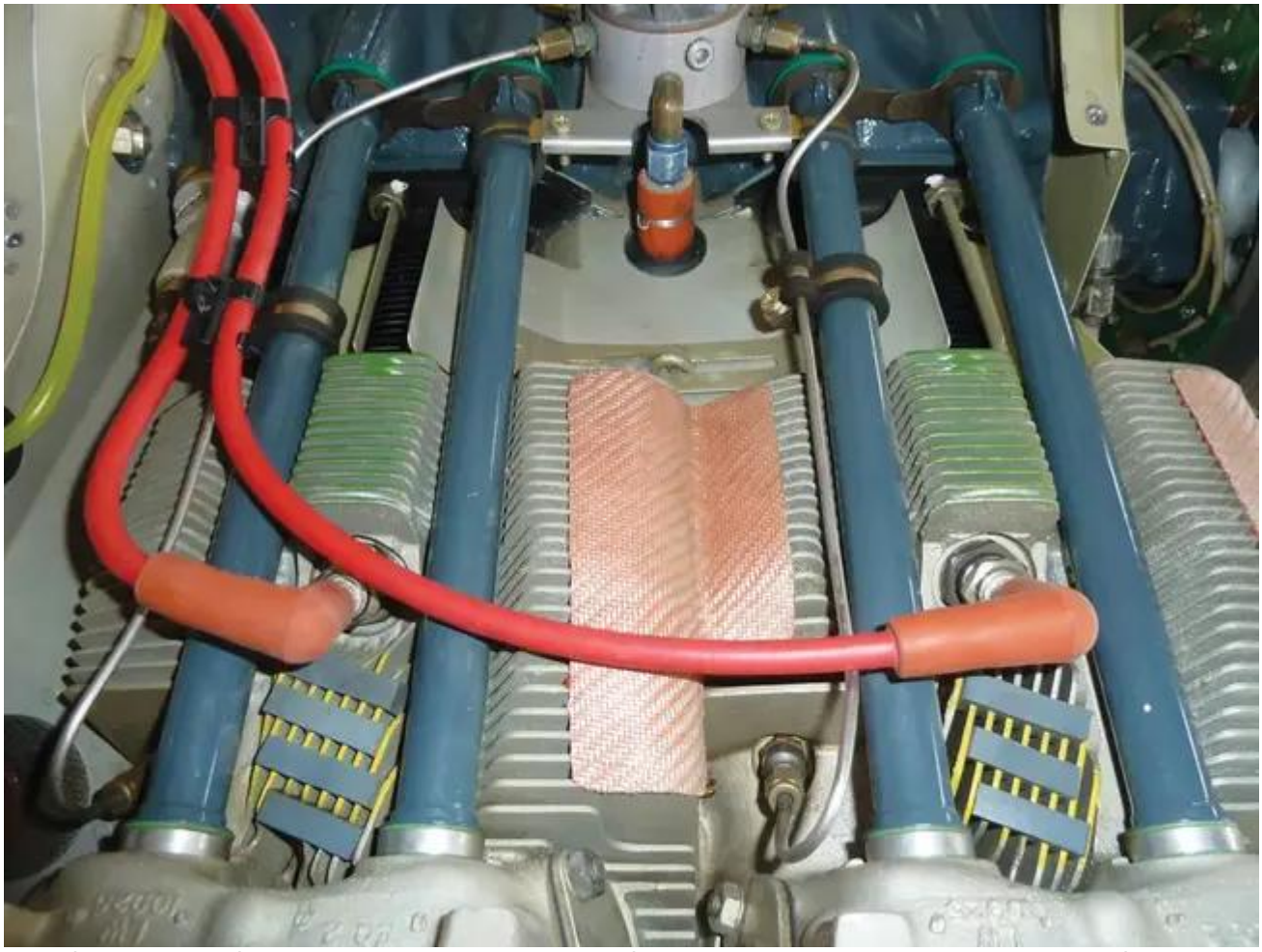


En plus des carénages en forme de canoë, j'ai également ajouté les joints d'écart de l'empennage. Le produit que j'ai utilisé est disponible sur wingsandwheels.com et est répertorié dans la rubrique rubans et joints. Des instructions claires d'application sont également disponibles sur le site internet. Les essais de Van's ont révélé une augmentation d'environ 1,5 mph lorsque l'on réalise l'ensemble de l'empennage. Il s'agit simplement d'un gain de vitesse ajouté par collage avec du ruban adhésif. Vous ne pouvez pas utiliser cette technique sur le RV-4 ou des ailerons similaires.

SOUS LE CAPOT

Retirez le capotage et examinez attentivement l'installation de vos systèmes. Étudiez l'écoulement de l'air depuis les entrées du capotage jusqu'à l'air de refroidissement et la sortie d'échappement. Tout ce qui se trouve sur le trajet de l'écoulement de l'air augmente la traînée de refroidissement. Souvenez-vous du cactus. Cela s'applique même aux câbles de bougies qui passent perpendiculairement à l'écoulement de l'air dans le plénum au-dessus des cylindres, ainsi qu'aux réchauffeurs, conduits flexibles, tuyaux, câblages et capteurs qui

se trouvent dans le passage de l’air sortant sous les cylindres.



Les déflecteurs supérieurs sur les cylindres affinent l’écoulement de l’air pour obtenir des températures de culasse optimales. Ils sont étanchéifiés avec une petite quantité de RTV (Room Temperature Vulcanizing, mastic silicone qui vulcanise à température ambiante) et sont réglables.

Ce sont de petites choses, mais elles s’additionnent toutes. Si vous n’en avez pas besoin, par exemple un manchon de réchauffage en été, retirez-le et votre moteur fonctionnera également plus froid. Si vous pouvez déplacer des éléments comme les conduits flexibles hors de l’écoulement de l’air, faites-le. Faites passer les autres éléments près du carter d’huile ou à l’extérieur des tubes d’admission et d’échappement. L’objectif est d’obtenir le chemin offrant la moindre résistance pour tout air en mouvement.

Imaginez de l’eau dans une rivière qui s’écoule sur des rochers, puis lorsqu’elle passe sur une barre de sable lisse. Dans le premier cas, elle est très turbulente et ses vitesses sont plus faibles. Dans le second, l’écoulement est très régulier avec des vitesses plus élevées. L’air est similaire, simplement moins dense. L’objectif ultime sera d’utiliser la plus faible quantité possible de masse d’air pour refroidir le moteur, puis de pouvoir la réaccélérer autant que possible jusqu’à la vitesse de l’écoulement libre.

La NACA indique que 30 à 46 % de la traînée totale de la cellule provient de la traînée de refroidissement. Un système de refroidissement bien conçu peut descendre jusqu’à environ 5 %. Tous les déflecteurs en garlock ou en caoutchouc fuient, et un mauvais déflectage peut produire plus de 50 % de la traînée totale de refroidissement. En examinant attentivement vos déflecteurs, vous pourrez identifier les zones présentant des interstices, des trous, des joints et des sorties. Toutes ces zones augmentent inutilement la traînée de refroidissement, mais elles sont facilement corrigées, parfois aussi simplement qu’en utilisant du RTV.

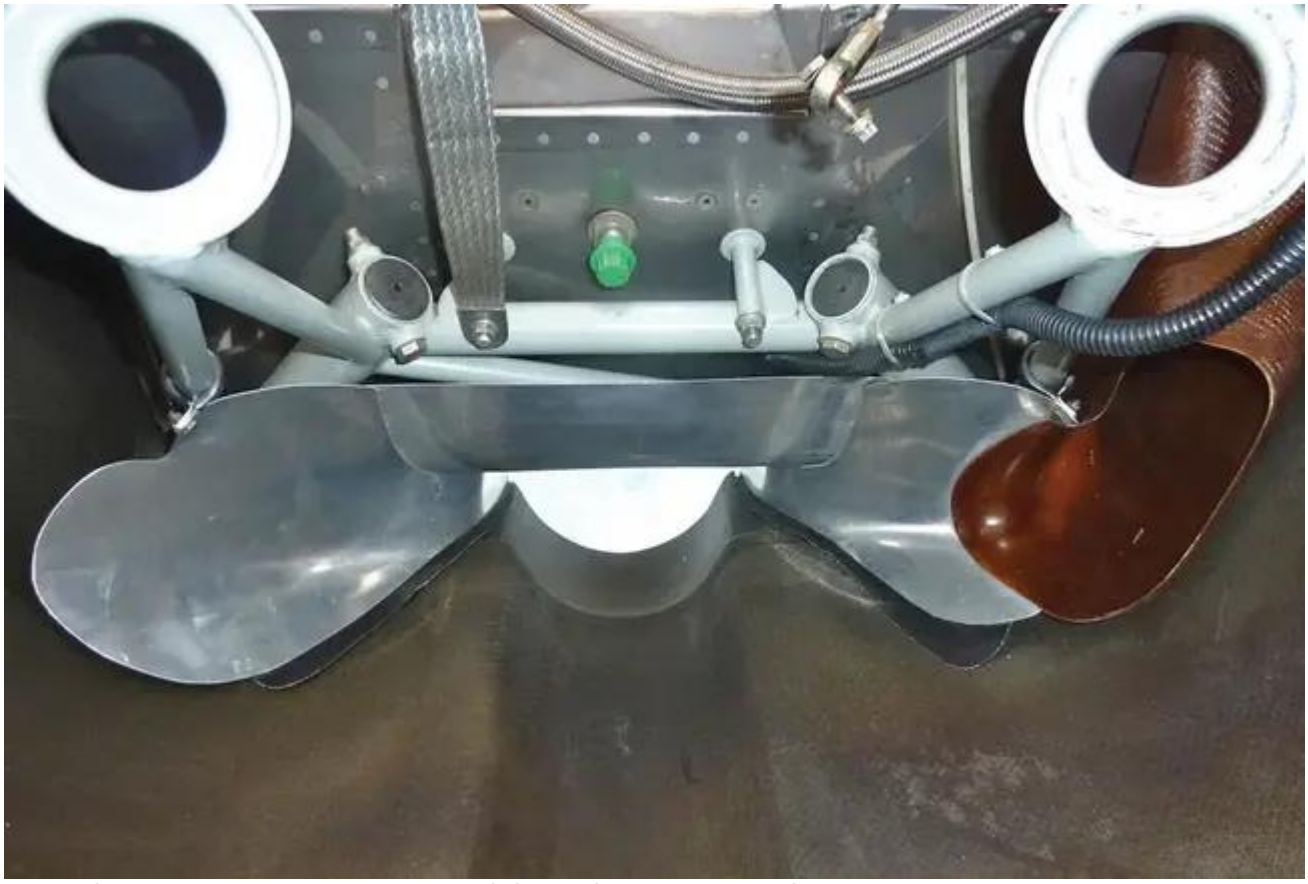


Selon la NACA, 30 à 46 % de la traînée totale de la cellule provient de la traînée de refroidissement. Un système de refroidissement bien conçu peut réduire sa trainée à 5 %.

Vous pouvez faire preuve de davantage de créativité avec vos déflecteurs lorsque vous essayez de refroidir votre moteur avec la plus faible quantité possible d'air traversant. Vous pouvez également placer des déflecteurs supérieurs sur vos cylindres et diriger l'air là où vous voulez qu'il aille. Les déflecteurs supérieurs sont rendus étanches au moteur et aux cylindres avec une petite quantité de RTV comme sur la photo, et les zones d'entrée sont réglables en fonction des besoins de chaque cylindre pour obtenir les températures de culasse que vous souhaitez.

Fait intéressant, à mesure que vous croisez plus vite grâce à une traînée plus faible, vous aurez un débit massique plus important, et avec un plénum supérieur vous aurez une différence de pression encore plus grande à travers les cylindres, ce qui refroidira encore davantage votre moteur avec une traînée de refroidissement plus faible. Ou, si vous croisez à la même vitesse, vous consommerez moins de carburant, produirez moins de puissance, dégagerez moins de chaleur, et votre moteur sera toujours plus froid.

J'ai participé à la course AirVenture Cup à 500 pieds au-dessus du sol, à pleine ouverture des gaz, au maximum de tout, et je n'ai vu que 360°F sur mes températures de culasse, ce qui correspond également à la température que j'observe lorsque je monte depuis notre piste située à 600′ jusqu'à 17500′ au taux de montée maximal. Un système de refroidissement bien conçu présente de nombreux avantages autres que la simple réduction de la traînée.



Trois pièces d'aluminium de 0,020″ ont été utilisées pour lisser l'écoulement de l'air de refroidissement sortant par le dessous du capotage. Les côtés ont une forme courbe régulière à la sortie afin de se terminer dans une direction longitudinale.

ZONES DE CONVERGENCE DE L'AIR DE SORTIE

Dans cette seule zone, j'ai réduit la traînée de mon RV-4 de 2,5 %. N'oubliez pas que tous les avions seront différents, cependant, cela aidera tous les avions, qu'ils aient ou non un plénum moteur.

Ce sont des principes que vous n'avez pas besoin d'être ingénieur en aérodynamique pour appliquer.

Nous savons tous qu'il est nécessaire de faire entrer de l'air pour refroidir le moteur, mais quelle réflexion consacrons-nous à son évacuation et à son retour dans l'écoulement libre avec la plus faible traînée possible ? Nous avons déjà dit que nous devons retirer tout ce qui se trouve sur le passage de l'écoulement d'air, mais existe-t-il une meilleure méthode ou une meilleure forme pour faciliter sa sortie ?

Pendant la Seconde Guerre mondiale, ils disposaient d'ingénieurs en aérodynamique très compétents qui ont probablement réalisé les avancées les plus impressionnantes pour les avions à hélice durant toute une période. Avez-vous déjà regardé la surface de sortie d'air de refroidissement d'un chasseur de la Seconde Guerre mondiale équipé d'un moteur radial refroidi par air et vous êtes-vous demandé comment ils refroidissaient ce monstre avec une surface de sortie aussi faible ? C'est un bon point de départ pour réfléchir. Vous pouvez calculer la puissance qu'ils produisaient. Vous pouvez voir les vitesses qu'ils atteignaient (débit massique disponible à l'entrée), et vous pouvez calculer les surfaces d'entrée et de sortie dont ils disposaient.

Nous pouvons faire mieux que les avions d'aviation générale plus lents dont les surfaces de sortie sont 150 % plus grandes que la surface d'entrée.

Par où commencer ? Le problème pour obtenir une sortie de taille parfaite est lié au débit massique nécessaire au refroidissement, à la vitesse de l'avion, à la taille des entrées et à l'efficacité du plénum supérieur.

Il faut également noter que des entrées plus grandes que nécessaire produisent davantage de traînée autour des entrées du capotage. J'utilise 0,76 % comme rapport entre la surface de sortie et la surface d'entrée, mais

j’ai également traité la question du débit massique, des surfaces d’entrée du capotage et d’un plénum supérieur. (Plus d’informations à venir sur les plénums et les entrées plus tard.)

La sortie d’air commence sous les cylindres. Retirez toutes les obstructions et, pour obtenir la plus faible traînée totale de l’avion, nous souhaitons rendre la surface de sortie aussi petite que possible afin de réaccélérer et de lisser autant que possible l’air de refroidissement. Nous souhaitons également que cette masse d’air régulière s’écoule aussi parallèlement que possible à l’écoulement libre autour de l’avion.

Imaginez un déversoir d’eau. Vous pouvez facilement visualiser comment l’eau (qui, dans notre cas, serait de l’air) située en haut de l’image, juste hors du champ de vision (où le grand volume correspond à l’air dans le plénum inférieur), est organisée en un volume de plus en plus réduit qui s’écoule doucement au-dessus du bord courbé, puis est dirigée entièrement dans une seule direction. Dans ce cas, elle s’écoule vers le bas, ce qui pour nous correspondrait évidemment à un écoulement vers l’arrière le long du fuselage de l’avion.



Ce déversoir à eau montre comment une grande quantité d'eau (ou d'air) peut être canalisée dans un volume de plus en plus réduit qui s'écoule en douceur dans une seule direction. Dans ce cas, l'écoulement est dirigé vers le bas. Pour les avions, il serait dirigé vers l'arrière le long du fuselage.

Cet écoulement peut également converger depuis les deux côtés, et s'il est réalisé en composite, il peut ressembler à un entonnoir courbé. Souvenez-vous que l'objectif est d'organiser l'écoulement d'air de sortie afin d'obtenir le flux le moins turbulent et la vitesse la plus élevée possible le long de l'axe longitudinal de l'avion.

J'ai utilisé de l'aluminium de 0,020″, et les côtés ont une forme courbe régulière à la sortie afin de se terminer

dans une direction longitudinale. Pendant la Seconde Guerre mondiale, ils indiquaient que les côtés des zones de convergence devaient être égaux ou inférieurs à 35 degrés. Les côtés peuvent être facilement rendus étanches au capotage inférieur, et le profil arrière doit être étanché contre le plancher du fuselage. Le bord avant doit remonter aussi haut que possible en pratique.

S'il y a des éléments qui gênent un écoulement d'air régulier, comme des supports d'échappement, placez-les dans la direction de l'écoulement de l'air, et si vous êtes perfectionniste, donnez-leur également une forme de profil aérodynamique. Il peut parfois y avoir des tubes ronds provenant des supports moteur, comme sur les avions à train avant, qui se trouvent dans le passage de l'air. Il existe une méthode simple pour améliorer cela : dans la zone où les tubes du support moteur perturbent l'écoulement d'air, découpez une pièce triangulaire en mousse dont le côté étroit a une épaisseur égale à celle du tube du support moteur (donnez-lui une forme aérodynamique si vous êtes perfectionniste). Avec une râpe, façonnez le côté avant du triangle de mousse pour qu'il épouse le diamètre du tube. Recouvrez cette forme avec du ruban adhésif aluminium pour conduit de climatisation, puis placez-la sur le tube dans la direction de l'écoulement de l'air. Si vous la rendez mobile, elle finira par se positionner aérodynamiquement. C'est facile à faire en plaçant un petit morceau du ruban face contre face à l'endroit où il adhérerait au support moteur. Ensuite, après un vol, vous pouvez améliorer la forme autant que vous le souhaitez et la placer dans la meilleure position pour obtenir la plus faible traînée. Vous pourriez être étonné par l'amélioration du refroidissement obtenue avec l'augmentation de vitesse, et cela demande peu d'efforts, de temps ou de dépenses, ce qui le rend encore plus intéressant.

Nous avons couvert beaucoup de terrain mais il reste encore beaucoup à venir. La prochaine fois, nous examinerons le plénum supérieur, les entrées d'air, le diffuseur de sortie d'air de capot et le tunnel de refroidissement, la modification fastback, le contrôle de l'écoulement d'air et d'autres moyens d'augmenter la vitesse en réduisant la traînée.