

## QUELQUES TUYAUX POUR LE REFROIDISSEMENT DU MOTEUR

Lors de ce premier vol d'essai passionnant d'un nouvel avion ou du vol initial pour un moteur fraîchement révisé, il n'est pas du tout rare de constater une indication de température d'huile élevée, une lecture excessivement haute de la culasse, ou les deux.

Que faire ? Eh bien, pour commencer, pilotez l'avion et gardez votre calme. Certes, c'est plus facile à dire qu'à faire mais essayez quand même. Concentrez vos pensées sur les actions possibles à entreprendre.

Si votre température d'huile est extrêmement élevée mais que vous ne sentez rien d'anormal et que votre pression d'huile est « dans le vert » (c'est-à-dire dans les limites), le risque d'un grippage immédiat du moteur, dû à une privation d'huile, est très improbable.

Néanmoins, en tant que pilote prudent, vous vous dirigerez immédiatement vers l'aérodrome. En même temps, tentez de ramener les températures du moteur sous contrôle en :

1. Réduisant la puissance... et en stabilisant le vol.
2. Laissez augmenter la vitesse si l'altitude et les conditions le permettent.
3. Augmentant la richesse jusqu'au maximum.
4. Ouvrant les volets de capot (si installés).

Dans ces circonstances, ce sont les meilleures actions initiales que vous puissiez entreprendre. Et tant que la lecture de la pression d'huile est normale, il n'y a pas de risque immédiat à continuer le vol, à condition que la température d'huile maximale ne soit pas dépassée.

### MAIS QUELLE EST LA TEMPÉRATURE TROP ÉLEVÉE ?

Cela dépend, bien sûr, de la conception et du type de moteur. Mais la plupart des moteurs d'avion fonctionnent dans à peu près la même plage de température permise. Les limites établies par le constructeur pour votre moteur particulier doivent toujours être respectées.



Une installation efficace de refroidisseur d'huile montée à l'avant. L'air frais entre dans le radiateur et l'air chauffé s'évacue facilement et sans danger dans le compartiment inférieur du moteur. Le principal inconvénient est la nécessité de deux longs flexibles d'huile courant jusqu'à l'arrière, vers la section des accessoires du moteur.

Les instruments suivants sont importants pour surveiller les températures moteur. Ils vous alerteront dès le début d'un problème de surchauffe et vous permettront d'y faire face plus efficacement s'il se produit :

- Indicateur de température d'huile (OT) – obligatoire.
- Indicateur de pression d'huile (OP) – obligatoire.
- Indicateur de température de culasse (CHT) – optionnel.

- Indicateur de température des gaz d'échappement (EGT) – optionnel.

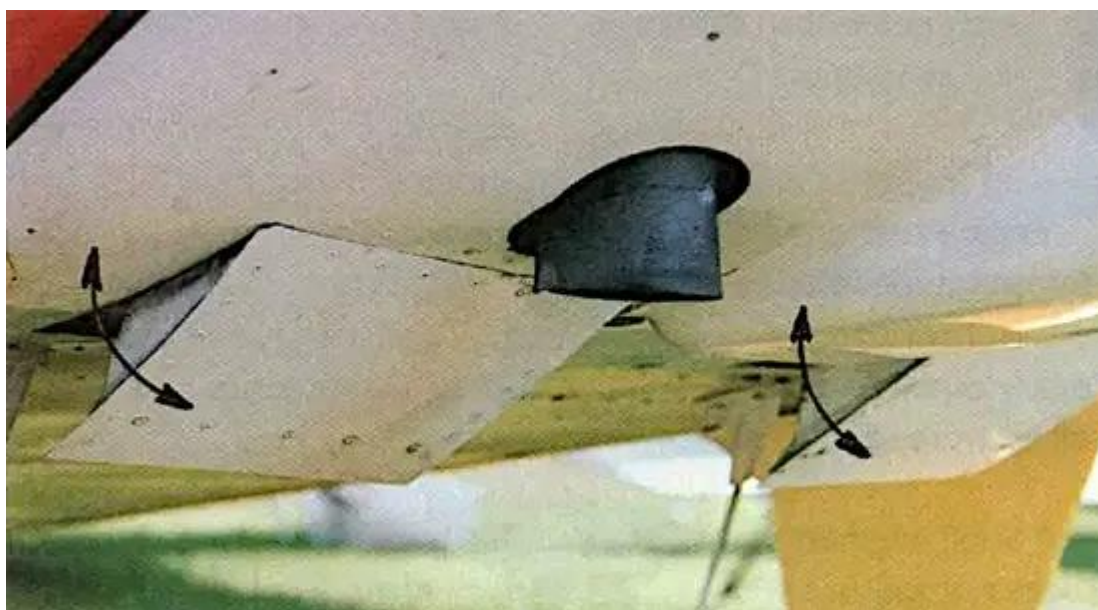
Pour être aussi précis que possible, examinons les limites de température imposées par le constructeur pour la plupart des petits moteurs d'avion à quatre cylindres refroidis par air... des moteurs comme la série Lycoming O-320, par exemple.

### **LIMITES DE TEMPÉRATURE DE LA CULASSE (CHT)**

Selon le manuel moteur, la température maximale autorisée de la culasse (limite rouge) est de 500°F. Lycoming affirme clairement que la limite maximale de température de culasse ne doit jamais être dépassée. Pour une durée de vie plus longue du moteur, il est recommandé de ne pas dépasser 435°F pendant un régime élevé en croisière. À mon avis, cependant, une CHT un peu plus basse, de 360 à 400°F, est plus rassurante pour des conditions normales de croisière.

### **LIMITES DE TEMPÉRATURE D'HUILE**

Voici une information pour vous. La température maximale d'huile (limite rouge) est fixée à 245°F lorsque la température moyenne de l'air ambiant est supérieure à 60°F, et à 225°F lorsque la température extérieure est comprise entre 0 et 70°F. Alors, quelle serait, selon vous, la limite rouge appropriée pour votre indicateur de température d'huile ?



Envisagez d'installer des volets de capot si les températures du moteur sont élevées au sol et pendant les montées en altitude mais restent correctes en croisière.

La plupart des pilotes semblent accepter 225°F comme étant la limite. (Accessoirement, les petits moteurs Continental fixent également 225°F comme limite rouge de température d'huile.)

À l'autre extrémité, la température minimale d'huile recommandée en fonctionnement est de 160°F. La température souhaitée à l'entrée d'huile est d'environ 180°F, toutefois, n'oubliez pas qu'il s'agit de moteurs thermiques et qu'une plage normale de température d'huile comprise entre 190 et 200°F n'est pas du tout inhabituelle... de plus, 200° éliminera définitivement toute condensation (humidité) présente dans le système d'huile du moteur.

Étant donné que des températures d'huile élevées ont un effet sur la pression d'huile... et vice versa... passons en revue les limites de pression d'huile établies par Lycoming pour ses moteurs.

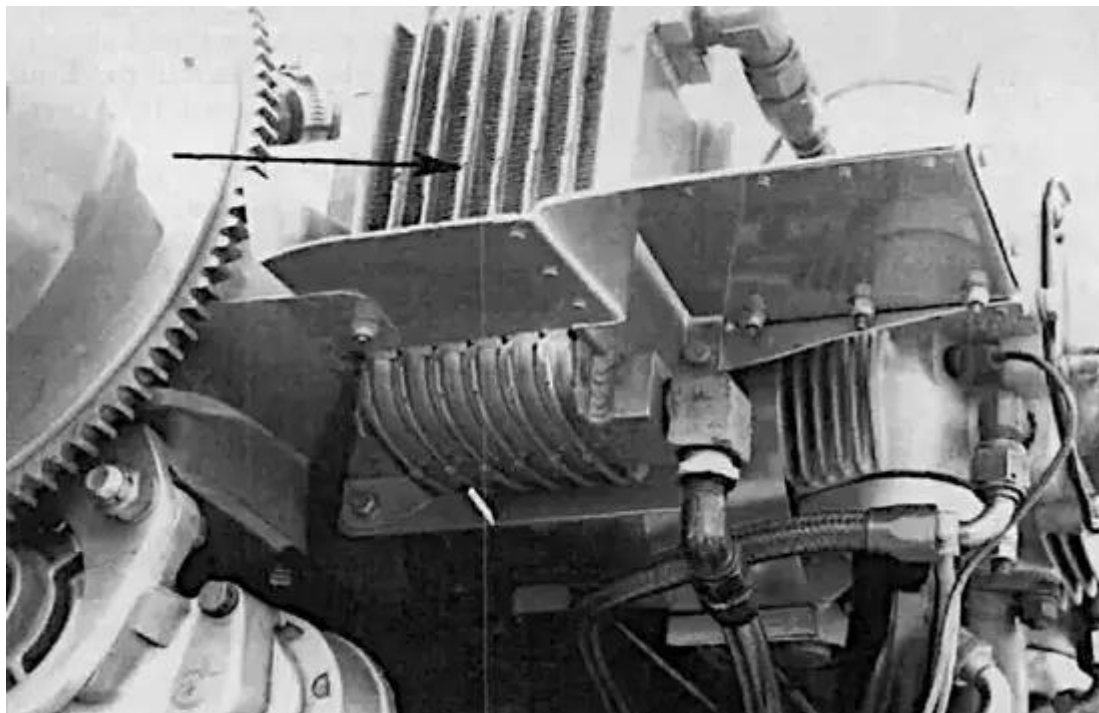
### **LIMITES DE PRESSION D'HUILE**

La pression d'huile pendant un régime normal de croisière devrait se situer entre 60 psi (min) et 90 psi (max).

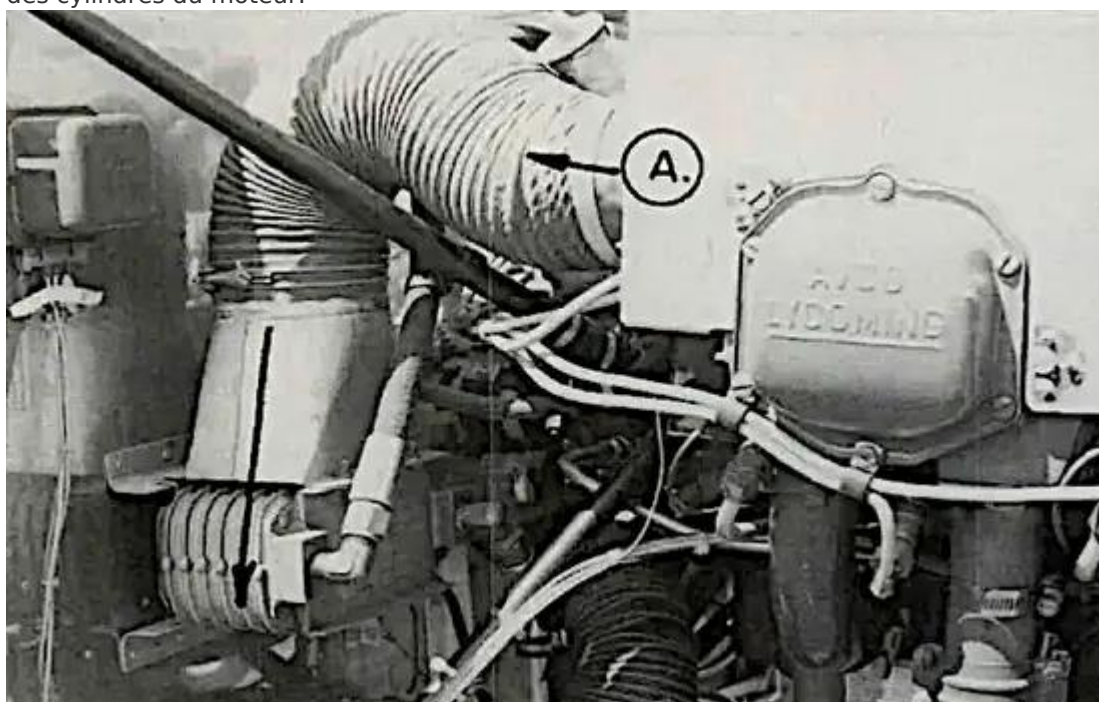
Cependant, une pression d'huile initiale de démarrage et de chauffe de 100 psi est acceptable. L'huile froide offre une plus grande résistance initiale à l'écoulement. Et ne soyez pas surpris si, à l'occasion, votre pression d'huile au ralenti tombe aussi bas que 15 psi.

### **CES SYMPTÔMES DE HAUTES TEMPÉRATURES PROBLÉMATIQUES**

Les actions correctives en vol suggérées précédemment peuvent, ou non, atténuer les problèmes de température élevée rencontrés. Gardez ceci à l'esprit. Votre température d'huile élevée n'est pas le coupable ! En réalité, c'est la victime. Quelque chose d'autre a causé ou cause cette condition.



Avec le refroidisseur d'huile monté à l'avant, il est assuré de recevoir de l'air frais à travers ses ailettes de refroidissement. Malheureusement, dans une installation comme celle-ci, une grande partie de l'air chaud sortant du refroidisseur d'huile est soufflée vers le bas à travers le moteur, ce qui réduit considérablement l'efficacité du refroidissement des cylindres du moteur.



Un refroidisseur d'huile monté sur le pare-feu est efficace lorsque l'air de refroidissement

lui est acheminé par une gaine comme montré ici. L'air chauffé s'évacue facilement par les sorties d'air situées dans la partie inférieure du capot moteur.

Une ou plusieurs des causes suivantes peuvent expliquer votre problème de température d'huile élevée :

- Approvisionnement en huile insuffisant
- Huile de mauvaise qualité
- Instrument de température d'huile défectueux
- Tuyaux ou filtres d'huile obstrués
- Air insuffisant pour le refroidissement (surfaces d'entrée/sortie du capot)
- Installation inefficace des déflecteurs moteur
- Installation incorrecte du refroidisseur d'huile
- Fuites de combustion excessives (segments usés ou coincés)
- Roulement défaillant ou en train de faillir

De même, une température élevée de culasse peut être causée par certaines des mêmes choses qui affectent votre température d'huile. Quelques autres possibilités doivent également être explorées :

- Indicateur de CHT défectueux
- Air insuffisant pour le refroidissement
- Mauvaise installation des déflecteurs
- Allumage incorrect
- Mauvais grade de carburant

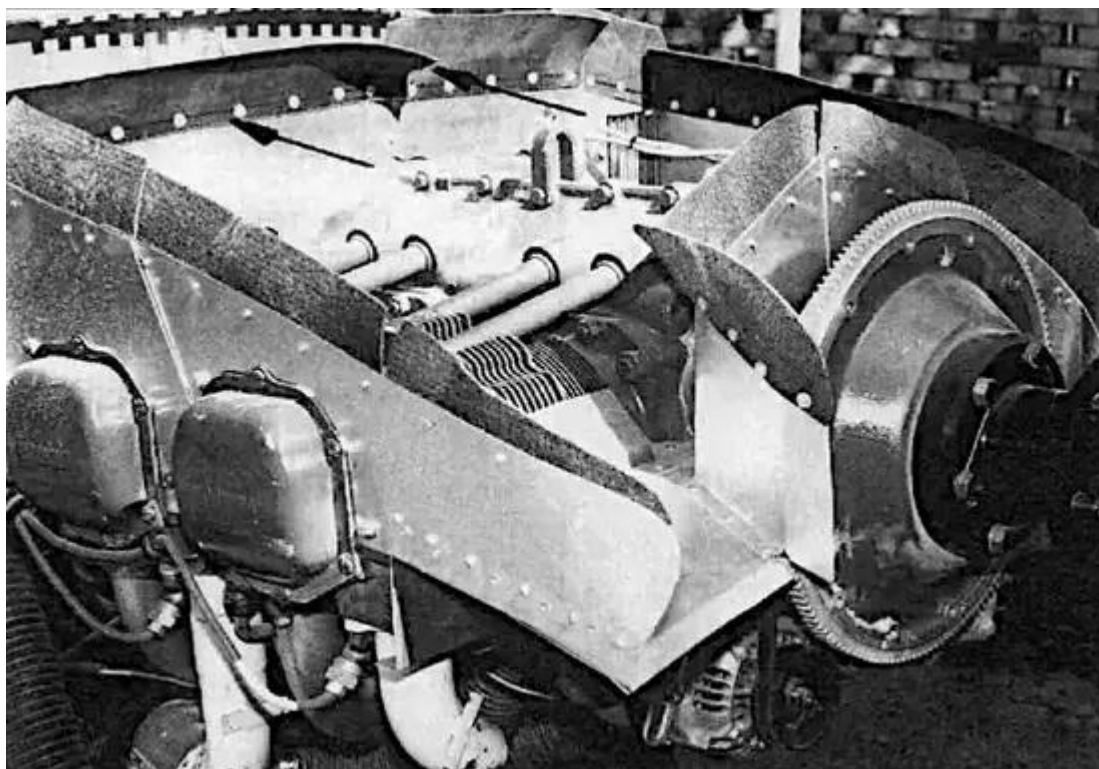
## **ALORS QU'EST-CE QUI CAUSE CE PROBLÈME DE HAUTE TEMPÉRATURE MOTEUR ?**

Jusqu'à présent, vous ne savez probablement pas ce qui provoque vos indications de haute température, mais vous savez que le meilleur endroit pour résoudre le problème est au sol.

Avant le prochain vol, commencez à vérifier systématiquement chaque source potentielle de problème. Vérifiez toujours d'abord les choses évidentes et les plus simples à faire. Très souvent, ce processus d'élimination mènera à un problème mineur facilement corrigible sans avoir à examiner l'intérieur du moteur ou à apporter une modification majeure à votre installation moteur.

**1 . Vérifiez votre niveau d'huile.** Ne serait-ce pas l'une de vos toutes premières vérifications que de vous assurer que vous utilisez le bon grade d'huile et que le carter est maintenu au niveau recommandé ? Bien que vous puissiez faire fonctionner votre Lycoming en toute sécurité avec seulement deux quarts dans le carter, une quantité généreuse d'huile aide néanmoins le moteur à fonctionner plus frais. La capacité du carter est de 8 quarts, mais j'essaie de maintenir mon huile à un niveau plus efficace de 6 quarts.

**2 . Vérifiez la fiabilité des instruments moteur.** L'action évidente suivante est de vérifier vos instruments de température moteur pour confirmer qu'ils ne sont pas défectueux.



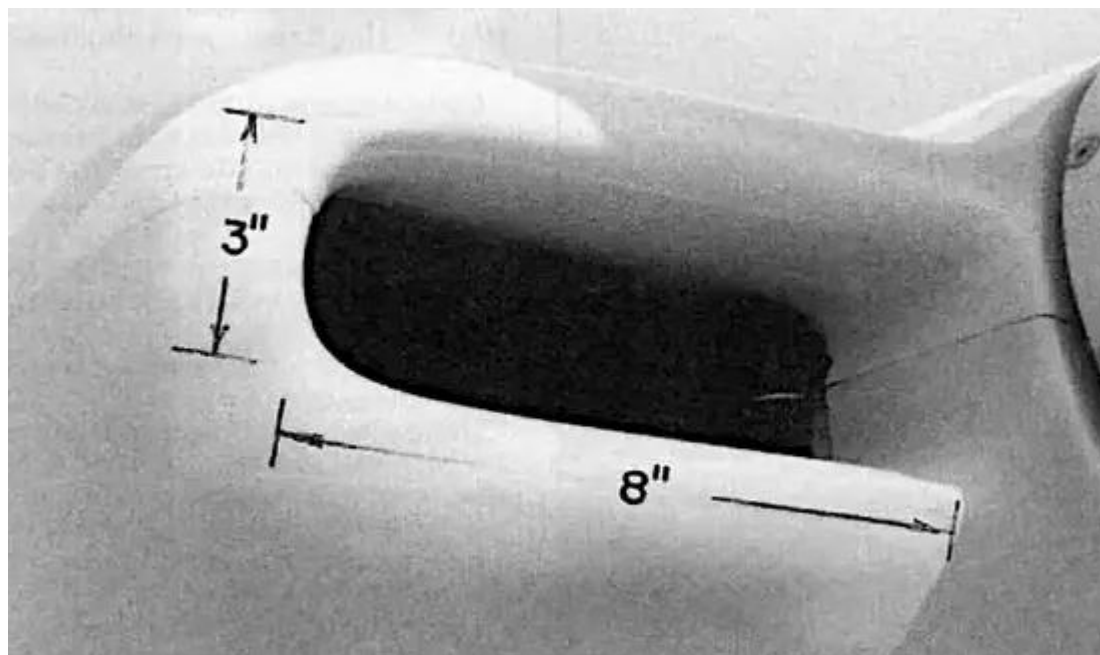
Un moteur de 160 hp devrait avoir des entrées d'air totalisant 56 pouces carrés de surface. (La formule empirique est  $0,35 \times \text{hp} = 56 \text{ po}^2$  de surface totale.) Cela permettrait d'avoir une entrée arrondie d'environ 3" x 8" de chaque côté du cône.

Vous pouvez vérifier la sonde de température d'huile en la retirant du moteur et en la plongeant dans une petite boîte d'eau bouillante. Il n'est pas nécessaire de retirer l'instrument de l'avion. L'indicateur de température d'huile devrait indiquer environ 212°F (100°C). Si l'indicateur de température d'huile ou l'indicateur CHT est inexact, remplacez-le par un modèle fiable. N'oubliez pas de vérifier le nouvel instrument avant de l'installer !

Saviez-vous que le comportement de la température d'huile et de la pression d'huile est souvent interconnecté ? C'est exact. Une température d'huile élevée ou croissante entraîne une diminution de la pression d'huile. Par exemple, lorsque l'approvisionnement en huile est très faible, le moteur chauffera davantage et la pression d'huile aura tendance à être plus basse. En revanche, si vous êtes confronté à une augmentation lente et régulière de la température d'huile, sans aucun signe de fonctionnement irrégulier du moteur, vérifiez la pression d'huile. Si elle est basse et diminue, vous pourriez être face à une situation de perte totale d'huile. Une fuite d'huile survenue en vol (durite de refroidisseur d'huile rompue, raccord desserré, etc.) pourrait, bien sûr, être rapidement suivie d'un grippage du moteur. Cette situation nécessite un atterrissage immédiat à votre discrétion. La décision vous appartient : soit un atterrissage immédiat à votre discrétion soit un moteur grippé (endommagé) et un atterrissage forcé.

Accessoirement, lors de l'installation du raccord de conduite de pression d'huile sur votre moteur, assurez-vous d'utiliser un raccord de type restrictif. C'est une précaution de sécurité. Si votre conduite de pression d'huile venait à se rompre, le petit orifice (environ 0,060-0,070" de diamètre) dans le raccord ralentira considérablement le taux de perte d'huile et vous donnera plus de temps pour atterrir.

**3 . Vérifiez le capot.** Si votre capot est un modèle standard issu d'un kit, les surfaces d'entrée et de sortie devraient convenir à votre installation moteur. En revanche, si le capot est de votre propre conception, vérifiez que les entrées sont correctement situées et approximativement de la même taille que celles utilisées sur d'autres avions aux performances similaires.



La largeur généreuse des bandes d'étanchéité en caoutchouc garantit que l'air de refroidissement entrant dans le compartiment moteur supérieur ne s'échappera pas (sans contribuer au refroidissement du moteur) même lorsque le capot moteur gonfle légèrement en vol.

Bien sûr, il y a plus que cela.

Par exemple, les ouvertures d'entrée du capot doivent également être lisses et arrondies et, peut-être, situées légèrement en dessous de la ligne de poussée pour profiter d'un meilleur flux d'air transitoire dans le capot lorsque l'avion est en montée à nez haut.

Plus vos entrées de capot sont petites, plus l'avion sera rapide. Malheureusement, si vous réduisez trop les surfaces d'entrée, la température d'huile atteindra un pic avant que vous ne constatiez une augmentation significative de la vitesse.

Les constructeurs amateurs utilisent depuis environ 30 ans une formule simple pour déterminer la taille des entrées d'air du capot. Multipliez simplement les hp par 0,35. Par exemple, un moteur de 160 hp devrait avoir une ouverture d'entrée de  $160 \times 0,35$  soit 56 pouces carrés. Comme il y a normalement une ouverture de chaque côté du cône d'hélice, une ouverture de 23,5 pouces carrés de chaque côté est nécessaire. Cela donnerait une ouverture assez petite... environ 3" x 8" avec des coins arrondis. Des entrées d'air plus grandes sur un avion haute performance ne feraient que créer une traînée de refroidissement inutile.

Enfin, les surfaces de sortie d'air devraient être quelque peu plus grandes que la surface totale d'entrée. La raison en est que l'air sortant aura été chauffé et dilaté en passant à travers le moteur. Bien sûr, la conception du capot comporte plus d'éléments que ce que cette brève explication pourrait laisser entendre.

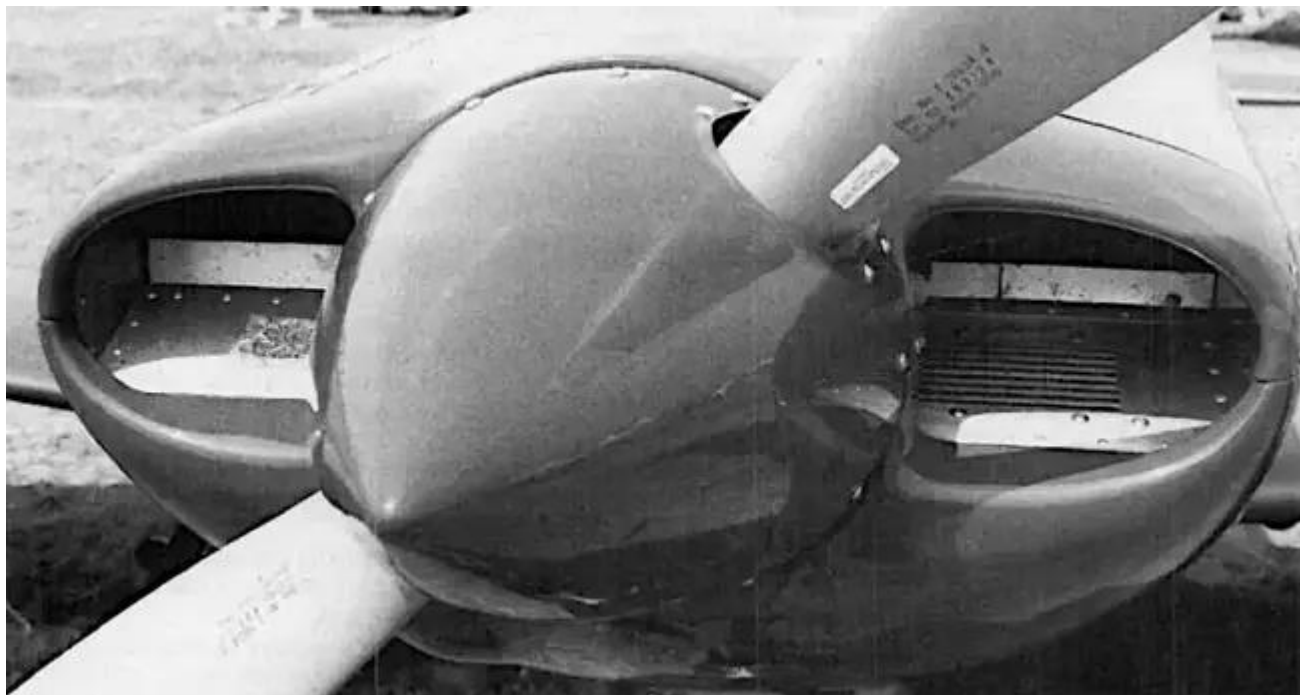
**4 . Vérifiez les déflecteurs moteur.** Vos déflecteurs doivent s'ajuster parfaitement afin que tout l'air entrant dans le compartiment moteur supérieur soit forcé de passer à travers le moteur là où vous le souhaitez.

Tout air fuyant les déflecteurs ne refroidit pas le moteur et crée une traînée de refroidissement inutile. Même des interstices de 1/16" dans les déflecteurs, particulièrement aux coins et à proximité du carter, doivent être scellés avec un adhésif silicone haute température (rouge) (Permatex, Dow Corning, etc.).

Une autre source de fuite des déflecteurs se trouve le long du dessus du capot. En vitesse de croisière, la pression de l'air dans le compartiment moteur supérieur est assez élevée. Cela peut provoquer le gonflement du capot et permettre à l'air de refroidissement de s'échapper entre le capot et les déflecteurs moteur car les bandes de joint en caoutchouc ne sont plus efficaces et l'air s'infiltre. La conséquence en est une persistance de températures d'huile élevées.

Au sol, les bandes de joint semblent efficaces, mais en vol, elles peuvent ne pas l'être. Vérifiez cette

possibilité.



Des entrées d'air de capot extra larges génèrent une traînée de refroidissement considérable, surtout si plus d'air de refroidissement est forcé dans le compartiment moteur supérieur que ce qui peut s'échapper par le bas du capot. Bien entendu, plus la puissance du moteur est élevée, plus le volume d'air de refroidissement nécessaire est important.

## **EXAMINEZ L'INSTALLATION DE VOTRE REFROIDISSEUR D'HUILE**

Votre Lycoming a besoin d'un refroidisseur d'huile pour maintenir la température d'huile dans les limites.

Cependant, le refroidisseur ne refroidira correctement l'huile que s'il a une capacité suffisante et s'il est situé de manière à ce qu'un volume d'air adéquat puisse circuler librement à travers les ailettes du radiateur du refroidisseur. L'emplacement exact du refroidisseur importe moins que de confirmer que l'air de refroidissement peut circuler librement à travers lui.

Les compartiments moteurs sont assez encombrés et parfois l'air chaud sortant du refroidisseur peut être partiellement bloqué ou fortement restreint. Cela inhibera certainement le refroidissement approprié de l'huile et du moteur.

Les trois emplacements les plus populaires pour le refroidisseur d'huile sont :

1. À l'avant, quelque part sur la partie avant des déflecteurs.
2. Sur le déflecteur arrière gauche. Occasionnellement, le refroidisseur peut être installé sur le déflecteur arrière droit, mais les conduites d'huile devront être plus longues.
3. Monté à distance, généralement sur le pare-feu.



Si votre capot est un modèle standard issu d'un kit, les surfaces d'entrée et de sortie d'air fournies devraient convenir à votre installation moteur. Cependant, assurez-vous que vos tuyaux d'échappement, renforts et autres pièces ne réduisent pas la surface totale effective des sorties d'air. Les surfaces des sorties d'air devraient être légèrement plus grandes que celles des entrées.

L'installation la plus simple et la plus légère est celle avec le refroidisseur monté sur le déflecteur arrière gauche. Une idée fausse veut que l'air de refroidissement atteignant le refroidisseur à cet endroit ait été quelque peu chauffé en passant sur les cylindres. Ce n'est pas le cas... pas lorsqu'il y a un flux d'air équilibré à travers les entrées et sorties du capot.

## **VOLETS DE CAPOT ?**

Les avantages de refroidissement obtenus avec des volets de capot sont les plus importants pour les avions haute performance. Sans volets de capot, les températures moteur sont très élevées lors des montées en altitude et ont tendance à être très basses en croisière.

Les volets de capot offrent une sortie d'air variable à faible traînée, contrôlable depuis le cockpit. Ils peuvent minimiser la forte proportion de traînée due à l'air de refroidissement autrement présente sur un avion rapide et profilé.

Les volets de capot entraînent une installation plus lourde et plus complexe. Il devient également nécessaire dans la plupart des installations de déconnecter les volets avant de retirer le capot. Malgré ces petits inconvénients, les volets peuvent être essentiels pour contrôler la température moteur... surtout au sol et lors des montées en altitude. De plus, la traînée de refroidissement en croisière peut être réduite.

Un moteur récemment révisé fonctionnera souvent plus chaud pendant les premières heures. Si c'est le cas, tenez-en compte. Si votre température d'huile n'atteint pas réellement la limite rouge en vol, vous devriez pouvoir surveiller de près le comportement de la température d'huile du moteur pendant quelques vols avant d'entreprendre des mesures plus drastiques.

***Voici une autre information importante sur les instruments de température des avions en général. Certains sont compensés en température, d'autres non (\*). Quelle différence cela fait-il ? Cela peut être assez significatif. En fait, votre moteur peut fonctionner plus chaud (ou plus froid) que ce que l'instrument indique. Vérifiez cela également.***

*(\*) La compensation en température d'un instrument signifie que la mesure affichée reste correcte même si la température ambiante autour de l'instrument change.*

### *1. Pourquoi c'est nécessaire*

*Les indicateurs de température d'un avion (huile, CHT, etc.) fonctionnent souvent avec :*

- *une sonde thermique (thermistance ou thermocouple) sur le moteur*
- *un instrument indicateur dans le tableau de bord*

*Le problème est que les composants électriques de l'instrument changent aussi de comportement avec la température. Par exemple :*

- *la résistance électrique des bobines peut varier*
- *les aimants et ressorts peuvent légèrement changer de caractéristiques*

*la tension d'alimentation peut varier avec la température*

*Sans correction, l'instrument pourrait indiquer une température fausse simplement parce que le cockpit est chaud ou froid.*

### *2. Principe de la compensation*

*Un instrument compensé en température contient des éléments (souvent des résistances ou des dispositifs bimétalliques) qui corrigent automatiquement ces variations.*

*Le but est que l'indication dépende uniquement de la température mesurée par la sonde moteur et pas de la température du tableau de bord.*

### *3. Exemple concret*

*Supposons une température réelle de l'huile : 180 °F (82 °C)*

*Si l'instrument n'est pas compensé :*

- *cockpit froid → indication peut être 170 °F*
- *cockpit chaud → indication peut être 190 °F*

*La température moteur est la même, mais l'indication change.*

*Avec un instrument compensé :*

*cockpit froid ou chaud → l'aiguille reste près de 180 °F.*

### *4. Pourquoi c'est important en aviation*

*Dans un avion, la température du tableau de bord peut varier beaucoup :*

- *avion au soleil au sol*
- *cockpit froid en altitude*
- *ventilation variable*

*Un indicateur non compensé peut donner des indications trompeuses, ce qui peut faire croire à une surchauffe ou à un fonctionnement normal alors que ce n'est pas le cas.*

*En résumé*

*Compensation en température = système interne de l'instrument qui corrige l'effet de la température ambiante sur l'instrument afin que l'indication corresponde uniquement à la température réelle du moteur.*