

LE DILEMME DE L'HÉLICE À PAS FIXE

Parcourez vos anciens numéros de *Sport Aviation*. Vous y trouverez beaucoup d'écrits sur les hélices à pas fixe ; sur les formules de bout de pale, des nomogrammes permettant de calculer à quelle vitesse une hélice d'un certain pas fera avancer un avion, des articles sur le rendement des hélices, les hélices en bois contre les hélices métalliques et toutes les manières imaginables de prouver qu'un avion peut ou ne peut pas voler aussi vite.

Avez-vous remarqué dernièrement que la plupart des avions de construction amateur nouvellement terminés, à l'exception d'un Pietenpol ou d'un Volksplane occasionnel, bien sûr, croisent à plus de 200 mph ?

Il y a des as de l'informatique et des théoriciens de fauteuil qui contestent périodiquement de telles affirmations et citent certaines « réalités » mathématiques et aérodynamiques mais pour ma part je n'ai pas l'intention d'entrer dans cette querelle. Je vais plutôt proposer quelques suggestions pour sélectionner votre première hélice.

Première hélice ? Hélas, c'est vrai. Les constructeurs, comme les chevaliers d'autrefois en quête du Saint Graal, continuent de chercher cette insaisissable hélice « idéale » longtemps après avoir effectué leurs heures obligatoires d'essais en vol. Plus d'un constructeur nourrit le sentiment que les performances de son avion ne sont pas tout à fait à la hauteur des attentes. D'autres, après avoir accumulé quelques heures enthousiasmantes, apprennent rapidement que les pistes d'atterrissage de leur région sont inconfortablement courtes ou que, en raison des altitudes élevées tout autour, ils se sentiraient plus en sécurité si leur avion avait un meilleur taux de montée. Malheureusement pour eux, une partie de la vitesse de croisière dont ils jouissent maintenant devra être sacrifiée pour obtenir de meilleures performances de montée. Et ainsi apparaît le dilemme du choix de l'hélice.

Qu'est-ce qui est le plus important pour vous, une bonne vitesse de croisière et une montée correcte, ou l'inverse ? C'est la première décision que vous devez prendre.

Ensuite, vous devez établir le diamètre maximal d'hélice que votre avion peut accepter. Déterminez-le avec l'avion en attitude horizontale (déjaugage train classique au décollage). Mesurez la distance entre le vilebrequin et le sol et soustrayez 9" pour permettre une garde au sol de sécurité. Par exemple, si la mesure du moyeu au sol est de 45", en soustrayant 9" il reste un rayon effectif de 36". Cela limite votre diamètre maximal admissible d'hélice à 72". Incidemment, si vous êtes l'heureux propriétaire d'un avion équipé d'un train avant vous avez une autre préoccupation. Dans le cas où l'amortisseur du train avant s'affaîsserait, ou si le pneu se dégonflait, la garde au sol restante (prévoir 2" à 3") sera-t-elle suffisante pour préserver l'hélice ?

Armé des éléments essentiels ci-dessus, vous serez mieux équipé pour choisir l'hélice dont vous avez besoin. Mais avant de poursuivre, il peut être utile de passer en revue quelques termes et définitions essentiels à toute discussion sur le choix et les performances des hélices.

**Note : Deux hélices
décrites. Les deux ont le
même calage mais un pas
différent**

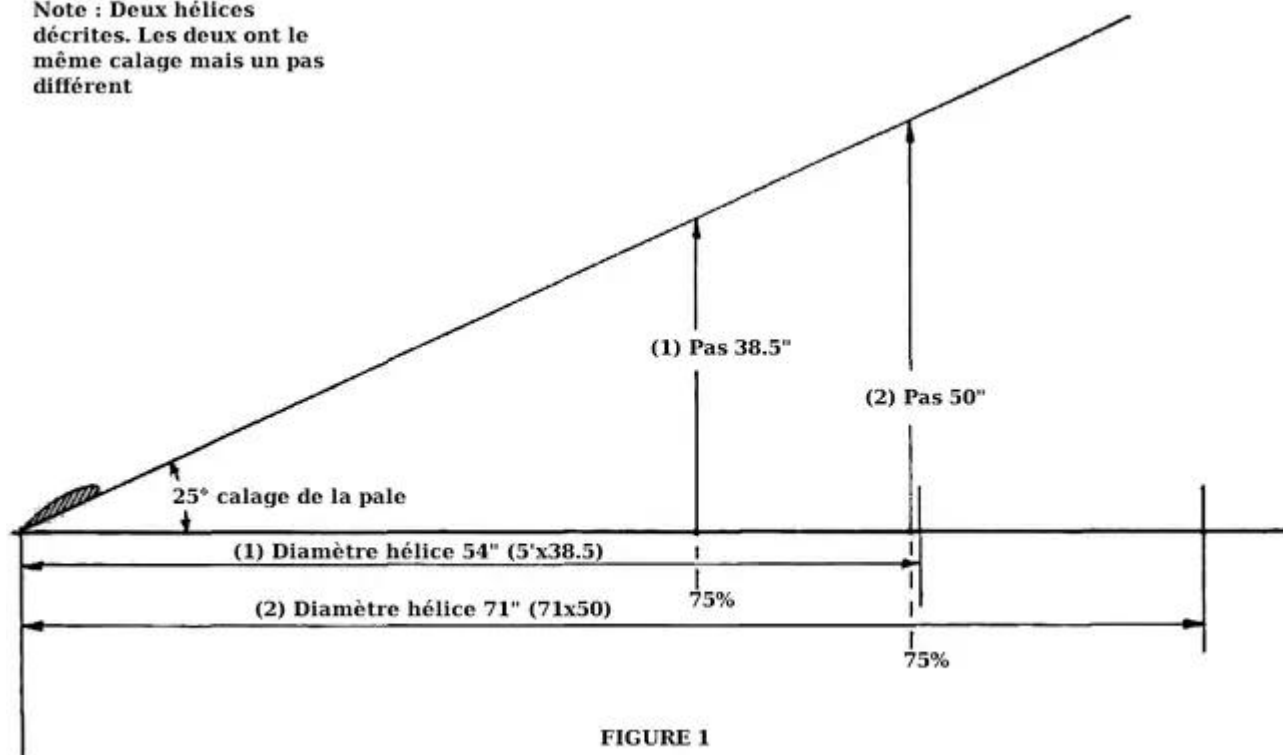


FIGURE 1

Hélice : Relation calage pale/Pas

DÉFINITION DU CALAGE DE LA PALE ET DU PAS

Le calage de la pale est l'angle formé entre le plan de rotation de l'hélice et la ligne de corde de sa section de profil. L'angle de pale est une mesure angulaire et s'exprime en degrés (voir Figure I).

Le pas, en revanche, est la distance en inches qu'une section d'hélice avancera en une révolution. L'angle de pale et le pas sont tous deux mesurés à la section de profil située à 75 % du rayon de la pale, mais apparemment pas toujours de la même manière. Cela ouvre la possibilité que l'angle de pale que vous mesurez ne corresponde pas au pas annoncé. Il est donc inutile d'essayer de comparer des hélices provenant de différentes sources en se basant uniquement sur le pas.

Reportez-vous à la Figure 2 et vous verrez qu'il existe une différence entre le pas géométrique et le pas effectif. Cette différence s'appelle le glissement et constitue une mesure du rendement de l'hélice. Naturellement, le pas effectif sera nul lorsque vous faites tourner le moteur au sol avec les roues calées. En vol, cependant, le rendement de l'hélice augmente jusqu'à 85 % à 90 % dans des conditions de vol favorables, et le glissement de l'hélice est fortement réduit. Par exemple : une hélice ayant un pas de 65" avancera théoriquement de 65" en une révolution. Mais si, en réalité, elle n'avance que de 52" en une révolution, son pas effectif sera alors de 52" et le rendement de l'hélice ne sera que de 80 %. (Le glissement est de 13", soit une perte de rendement de 20 %.) Un ancien manuel militaire décrit le glissement comme la différence entre la vitesse de l'air derrière l'hélice (causée par l'hélice) et celle de l'avion par rapport à l'air non perturbé bien en avant de l'hélice.

Bon, assez parlé de cela. Maintenant, que pouvez-vous faire pour obtenir une bonne hélice ?

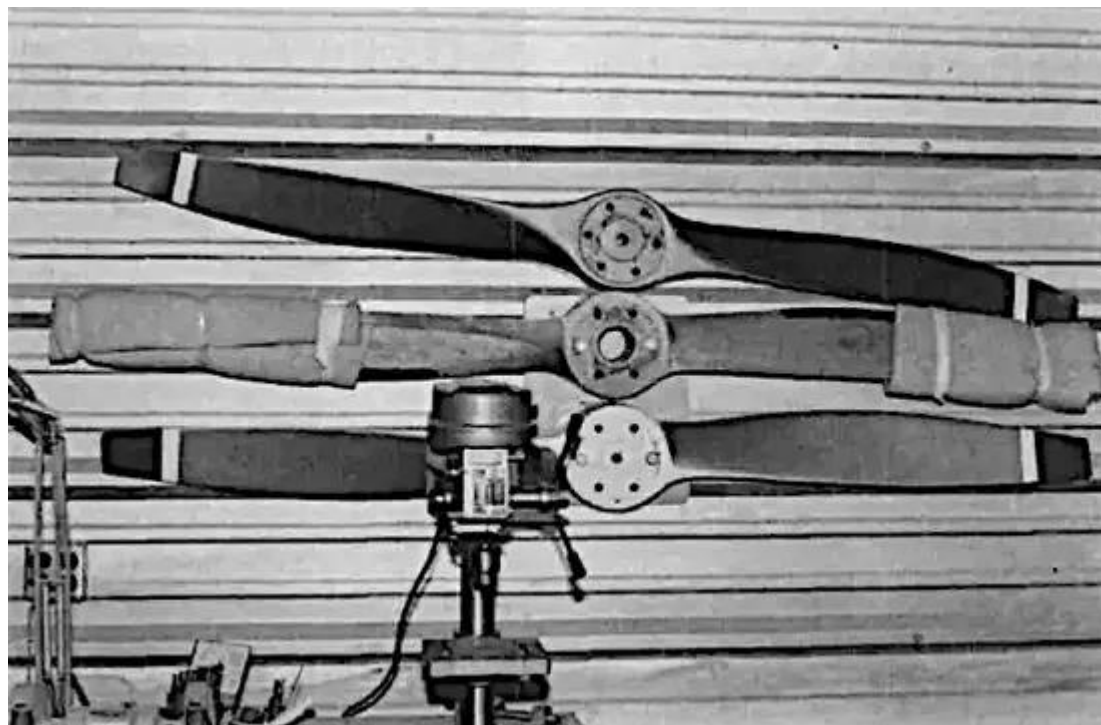
OPTIONS DE L'HÉLICE

Les voici :

Vous pourriez acheter une nouvelle hélice métallique certifiée, mais préparez-vous à un choc. Le prix d'une hélice métallique certifiée à pas fixe est stupéfiant. Pour ce morceau tordu d'aluminium 2025-T6, ne comportant aucune pièce mobile, vous devrez payer 1500 \$ ou plus. Que pensez-vous de cette étiquette de prix pour un modèle d'hélice de récupération conçu pour 135 mph (initialement développé pour les Cessna, Piper, etc.) ?

Eh bien, que diriez-vous d'acheter une nouvelle hélice en bois certifiée ? Une hélice en bois approuvée par la FAA (adaptée à la plupart des avions légers certifiés) a un prix un peu plus raisonnable, elle ne coûte que la moitié du prix d'une hélice métallique. Elle pèse également moins de la moitié du poids d'une hélice métallique. Cela peut constituer un facteur important dans les considérations de masse et de centrage.

Il existe une troisième source, plus populaire, pour les nouvelles hélices en bois. Ce sont les hélices fabriquées sur mesure spécialement pour le marché des avions de construction amateur. Vous pouvez en commander une dans presque n'importe quelle dimension que vous pensez nécessaire. Ces hélices ne sont pas approuvées par la FAA et, naturellement, ne coûtent donc pas aussi cher.



Trois hélices sur le mur du hangar, une sur l'avion et une autre dans le courrier en train d'être renvoyée. Oui monsieur, trouver l'hélice « idéale » est une aventure coûteuse.

Dans la plupart des cas, si vous obtenez l'hélice adaptée à votre avion et à votre moteur, elle sera généralement d'excellente qualité. Sachez toutefois que la FAA peut exiger que vous effectuiez davantage d'heures dans votre période initiale d'essais en vol si votre avion ne possède pas une installation hélice/moteur « approuvée ».

Autrement dit, lorsqu'un moteur non aéronautique et/ou une hélice en bois non certifiée sont installés, la FAA impose généralement une période d'essais plus longue. Selon la FAA, c'est afin que vous puissiez prouver que l'installation est en état de navigabilité avant qu'ils ne vous libèrent de la période d'essais assignée.

À part sculpter votre propre hélice, et pas mal de constructeurs le font, cela couvre à peu près toutes les options dont vous disposez pour obtenir une nouvelle hélice.

Alors, que choisir ? 400 \$ pour une hélice en bois sur mesure pour avion de construction amateur, 600 \$ pour une hélice en bois certifiée, ou 1500 \$ pour une hélice métallique certifiée ? Avec des prix comme ceux-là, il est essentiel de faire le bon choix initial, à moins que vous ne souhaitiez rejoindre le nombre croissant de constructeurs qui deviennent des collectionneurs involontaires d'hélices dépareillées.

QUE DIRIEZ-VOUS D'ACHETER UNE HÉLICE MÉTALLIQUE D'OCCASION ?

Vous pouvez, bien sûr, acheter une hélice d'occasion si vous êtes prêt à prendre le risque. Le risque est le plus grand lorsque l'on achète une hélice métallique d'occasion dont l'historique est inconnu. Vous n'avez aucun moyen de savoir si cette hélice a été gravement endommagée et si les extrémités ont été redressées ; ou si les pales ont été endommagées et que les dommages étaient mineurs et dans les limites de réparation autorisées. Il existe toujours la possibilité que quelqu'un les ait un peu redressées avant d'apporter l'hélice dans un atelier de réparation d'hélices pour réparation et remise en état. Un atelier de réparation d'hélices réputé ne

retravaillera pas sciemment une hélice pliée au-delà des limites de réparation autorisées, mais eux aussi peuvent parfois être trompés.

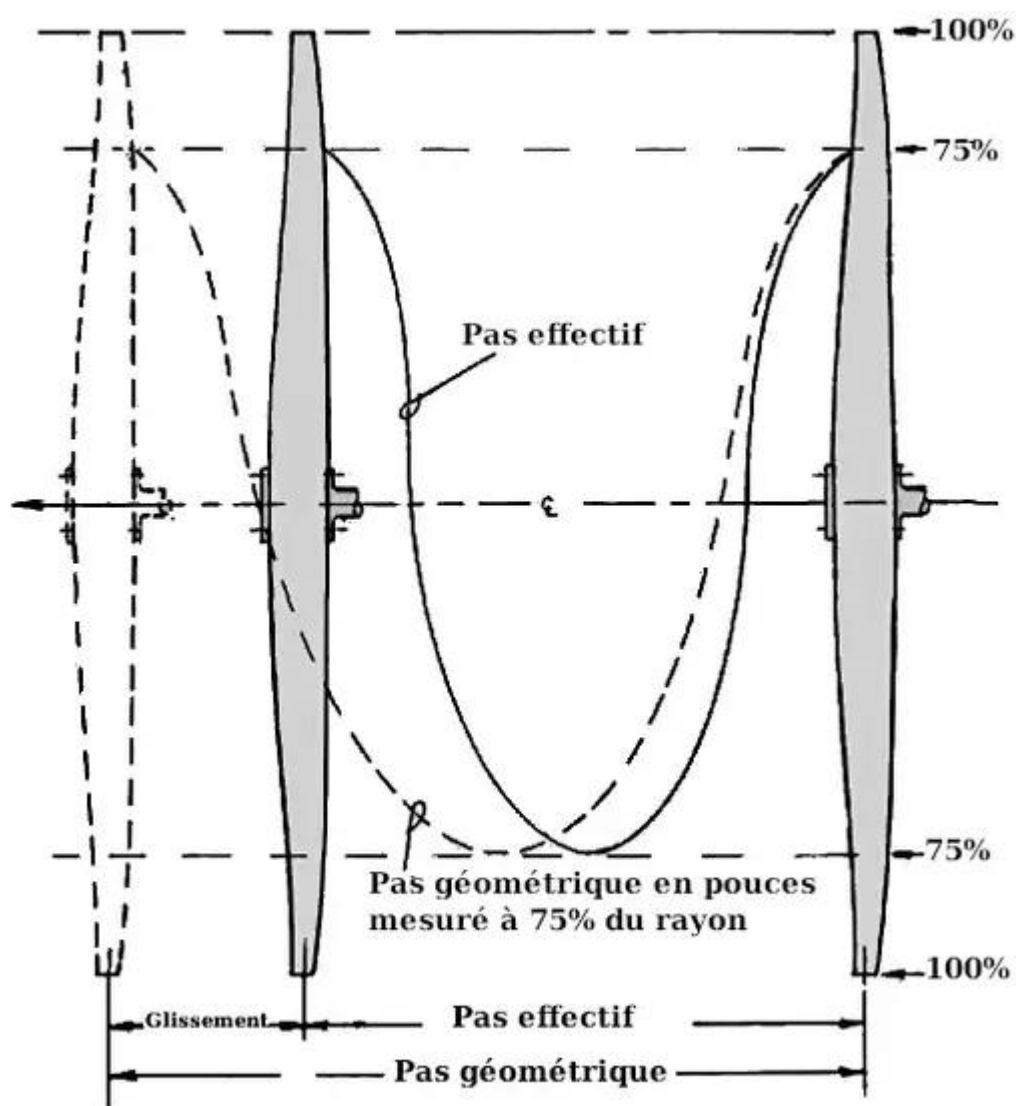


FIGURE 2

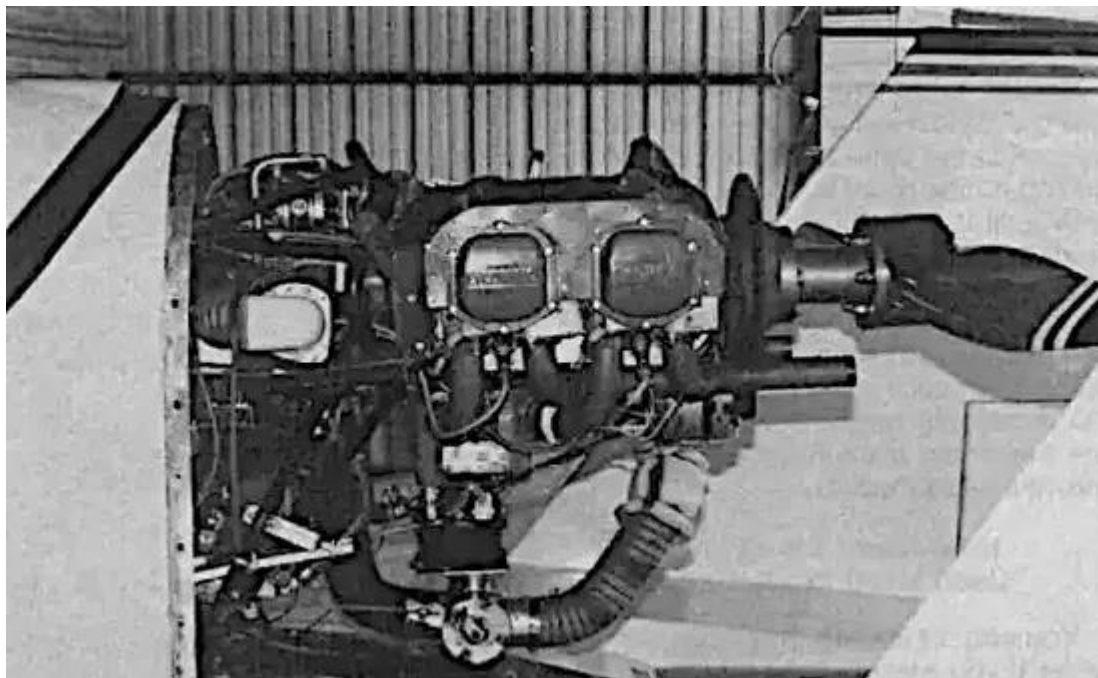
Il existe également le danger supplémentaire qu'une hélice métallique d'occasion ait été raccourcie au-delà des limites autorisées par le fabricant de l'hélice. Si c'est le cas, une telle hélice peut être un accident qui n'attend qu'un endroit pour se produire.

Les gens de Sensenich (fabricants de belles hélices en bois et en métal) comparent les caractéristiques d'une hélice métallique à celles d'un diapason. Cela s'explique par le fait que chaque hélice possède son propre ensemble de fréquences naturelles de résonance, déterminé par la longueur des pales, leur épaisseur et la répartition du poids. Lorsqu'une hélice est conçue pour être utilisée sur un modèle particulier de moteur, on prend grand soin d'accorder cette hélice afin qu'aucun pic de résonance dangereux ne se produise dans la plage de fonctionnement de la vitesse de rotation de ce moteur. Que se passe-t-il alors ? Un constructeur arrive et coupe quelques pouces à chaque pale, puis ajoute encore du pas en tordant les pales. Les niveaux soigneusement calculés pour les cycles de contraintes stables et vibratoires sont dépassés, le métal commence à se détériorer sous l'effet des flexions excessives et une fissure de fatigue finit par apparaître. Si cela se produit, cela peut entraîner une défaillance catastrophique de la ou des pales de l'hélice.

QUI POSSÈDE UNE HÉLICE QUE VOUS POUVEZ ESSAYER ?

Vous ou un autre constructeur possédez-vous une hélice de rechange que vous pourriez essayer ? Si oui,

vérifiez d'abord si le moyeu de cette hélice s'adapte à votre moteur. Les flasques de moteurs Lycoming ne sont pas les mêmes que celles des moteurs Continental. De plus, les dimensions des trous de boulons d'hélice varient. Naturellement, les moteurs Volkswagen ont encore un autre motif de boulonnage et on peut en dire autant des autres conversions de moteurs. Quoi qu'il en soit, si le moyeu de l'hélice s'adapte à votre moteur, très bien. Pourquoi ne pas essayer ? Je suppose que vous aurez une garde au sol suffisante. Et qu'en est-il de la masse et du centrage ? Pouvez-vous accepter le poids d'une hélice métallique, en supposant qu'elle soit métallique ?



Notez le moyeu d'hélice épais et le pas élevé des pales. Le constructeur de ce Variviggen de 180 hp est très satisfait de l'augmentation de l'efficacité de l'hélice avec l'ajout de l'entretoise d'hélice.

Qu'y a-t-il encore à considérer avant d'essayer de voler avec cette hélice ? Vous pourriez vérifier le pas de l'hélice, bien sûr. Le pas est estampé sur le moyeu. Mais si vous ne savez pas de quel pas vous avez besoin, ces chiffres auront peu de signification pour vous. Dans ce cas, vous devrez vous fier largement à une vérification du régime « statique » (régime moteur pleins gaz sur freins).

LE RÉGIME STATIQUE EST IMPORTANT

Une vérification du régime statique est la meilleure assurance que vous puissiez avoir que votre moteur peut supporter l'hélice installée. Effectuez votre vérification du régime statique en démarrant le moteur et en l'accélération progressivement jusqu'à pleine puissance (sans vent et avec les roues calées, bien sûr). Le moteur doit pouvoir atteindre environ 80 % à 85 % de son régime max. Un régime statique minimal a été établi pour chaque moteur d'avion.

Par exemple, Lycoming indique que, lorsque des hélices à pas fixe sont utilisées avec leurs moteurs, le régime statique doit être de 2300 t/mn plus ou moins 50 t/mn pour tous les moteurs dont le régime max est de 2700 t/mn. Lycoming souligne également que cela peut varier légèrement selon le type d'hélice, c'est-à-dire selon qu'il s'agisse d'une hélice optimisée pour la montée, la croisière ou l'économie.

Lorsque le régime statique est trop élevé, il existe un risque de survitesse du moteur à pleine puissance en vol horizontal... peut-être même au décollage.

D'un autre côté, il y a une préoccupation. Si le régime statique recommandé ne peut pas être atteint, cela indique que votre moteur est en surcouple (surchargé). En pratique, cela signifie que le diamètre de votre hélice est trop grand, ou que le pas est trop important, ou les deux. Cette condition est préjudiciable au moteur si elle se prolonge. De plus, c'est un avertissement clair que votre hélice ne permettra pas au moteur de développer une puissance suffisante pour un décollage sûr !

Voici les régimes statiques recommandés pour certains des moteurs les plus populaires utilisés sur les avions de

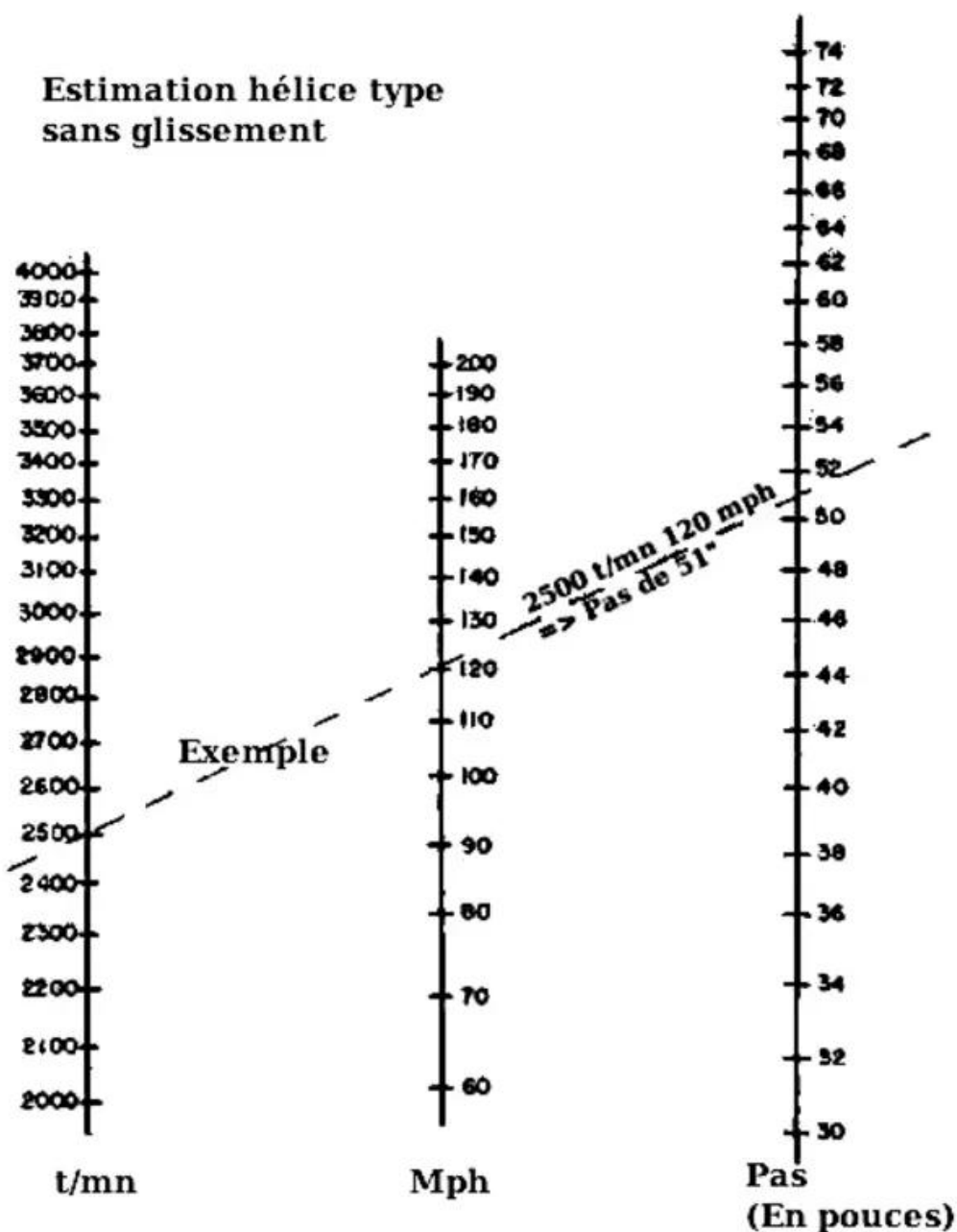
construction amateur :

MOTEUR	P/G static	Max nominal
Continental A-65	1960	2300
Continental C-85	2200	2575
Continental C-90	2125	2475
Continental O-200	2320	2750
Lycoming O-235	2200	2600/2800
Lycoming O-290	2200	2800
Lycoming O-320	2300	2700
Volkswagen	2900	3600/3800

En bref, si vous ne pouvez pas obtenir le régime statique minimal recommandé, N'ESSAYEZ PAS DE DÉCOLLER AVEC CETTE HÉLICE... surtout depuis une piste courte !

Cette mise en garde s'applique particulièrement aux moteurs Volkswagen à faible puissance et à entraînement direct, qui tournent à un régime beaucoup plus élevé que les moteurs d'avion standard. Ce régime de 2900 t/mn semble élevé comparé à celui d'un moteur certifié, mais ne vous y trompez pas. Jouez la sécurité !

Estimation hélice type sans glissement



Même si votre hélice respecte le critère minimal de régime statique établi par le fabricant du moteur, il se peut que vous n'obteniez pas les performances attendues. Plusieurs raisons peuvent expliquer cela :

- Votre moteur a besoin d'une « mise au point » (bougies, calage, faisceau, carburateur).
- Votre indicateur de vitesse est inexact.
- Votre tachymètre est inexact.

Vous devriez vérifier votre moteur et ces deux instruments si vous voulez obtenir les meilleures performances possibles de votre hélice. Utilisez un tachymètre certifié pour calibrer le tachymètre. Il est évident qu'un tachymètre indiquant un régime trop bas et/ou un indicateur de vitesse affichant une valeur trop élevée pourrait réellement vous tromper en masquant le fait que votre avion est un peu plus lent que ne l'indiquent les chiffres. Inversement, il serait agréable de découvrir que votre avion est réellement plus rapide que ce que le tachymètre ou l'indicateur de vitesse laissent croire.

Voici quelques vérifications en vol que vous pouvez effectuer après avoir vérifié la précision de votre tachymètre. Les résultats devraient vous indiquer ce qu'il faut faire à votre hélice, s'il y a lieu.

DÉCOLLAGE ET MONTÉE

Ne vous attendez pas à atteindre le régime nominal pour le décollage avec une hélice à pas fixe. Si c'était le cas, au moment d'atteindre le vol horizontal, le moteur tournerait comme une turbine et fonctionnerait bien au-delà de son régime limite. Il est donc très improbable qu'avec une hélice à pas fixe correctement réglée vous utilisiez une puissance proche de la puissance nominale du moteur pour le décollage.

VOL HORIZONTAL À BASSE ALTITUDE

Voici une vérification importante pour votre hélice. Supposons que votre moteur soit un Lycoming O-320 (150 hp). Votre hélice devrait lui permettre de développer sa puissance nominale maximale de 150 hp à 2700 rpm en utilisant la pleine puissance en vol horizontal au niveau de la mer, en supposant une journée standard (température de 59°F et pression au niveau de la mer de 29.92 Hg). Évidemment, ce type de vérification est impossible pour la plupart d'entre nous.

La situation la plus proche que vous pourriez rencontrer serait un vol horizontal à pleine puissance en dessous de 3000 feet tôt le matin, lorsque l'air est bien calme et lisse. Le régime moteur devrait monter jusqu'à environ 5 % au-dessus du régime max de 2700 t/mn. Cela donnerait un régime maximal en vol horizontal d'environ 2850 t/mn. Deux ou trois minutes à ce régime excédentaire ne devraient certainement pas endommager le moteur. Réduisez ensuite à 75 % de puissance et vous devriez obtenir une bonne vitesse de croisière à environ 93 % du régime max (2500 t/mn). Une hélice dont le pas et le diamètre permettent d'atteindre ce régime dans les conditions décrites fournira suffisamment de régime pour le décollage et la montée.

VOL HORIZONTAL À HAUTE ALTITUDE

Voici une autre vérification de l'adéquation de votre hélice. À haute altitude (7500 ft), à pleine puissance, votre régime devrait être au régime max. À cette altitude, même à pleine puissance, votre moteur ne développera qu'environ 75 % de sa puissance nominale.

TROUVER UNE ISSUE AU DILEMME

Que signifie tout cela ? Que se passe-t-il si vous n'obtenez pas le régime espéré lors des différentes vérifications de performance ? Si votre moteur n'atteint pas le régime souhaité, le pas de votre hélice est trop élevé et/ou le diamètre de l'hélice est trop grand. Il est très probable que vous surchargez votre moteur en couple.



Les propriétaires d'avions équipés d'un train avant doivent s'assurer qu'ils disposeront

d'une garde au sol suffisante pour préserver l'hélice dans le cas où l'amortisseur du train avant s'affaîsserait ou si le pneu se dégonflait.

Une règle empirique indique que lorsque vous diminuez le diamètre de l'hélice d'un pouce, ou diminuez le pas d'un pouce, le régime augmentera d'environ 50 à 100 t/mn... disons en moyenne 80 t/mn.

Je suggérerais de faire vos ajustements sur le pas et de laisser le diamètre de l'hélice tel quel. Vous savez ce que l'on dit... « Gardez votre hélice aussi longue que possible, aussi longtemps que possible. »

Les hélices de plus grand diamètre sont quelque peu plus efficaces au décollage et en montée. Cela suppose que le régime de l'hélice ne soit pas si élevé que la vitesse de bout de pale approche celle du son, ce qui est peu probable avec un moteur d'avion et une hélice métallique certifiée. La probabilité est encore plus faible avec une hélice en bois sur mesure de plus petit diamètre.

Si le régime souhaité est dépassé lors des essais en vol mentionnés ci-dessus, le pas de l'hélice doit être augmenté afin d'absorber une partie de l'excès de puissance. La plupart des constructeurs-pilotes détestent faire tourner leur moteur au-delà du régime nominal, non pas tant par crainte que cela soit préjudiciable au moteur que par aversion pour le bruit aigu d'un moteur tournant très vite. J'entends souvent dire que de nombreux pilotes de composites (je veux dire des pilotes d'avions composites !) font habituellement tourner leur Continental O-200 à 2850 t/mn. Cela pourrait expliquer pourquoi beaucoup de ces avions rapides revendiquent une « croisière » de 200 mph.

Vous trouvez que 2850 t/mn est élevé pour un moteur dont le régime nominal est de 2750 t/mn ? Les racers Cassutt sont régulièrement chronométrés bien au-delà de 200 mph en faisant tourner les moteurs jusqu'à 4000 t/mn ! Le régime équivaut à la puissance, vous savez.

Naturellement, vous devez faire fonctionner votre moteur conformément aux limites de pression d'admission et aux courbes de puissance fournies par le fabricant du moteur. Après tout, quelle est l'urgence, amigo ?