

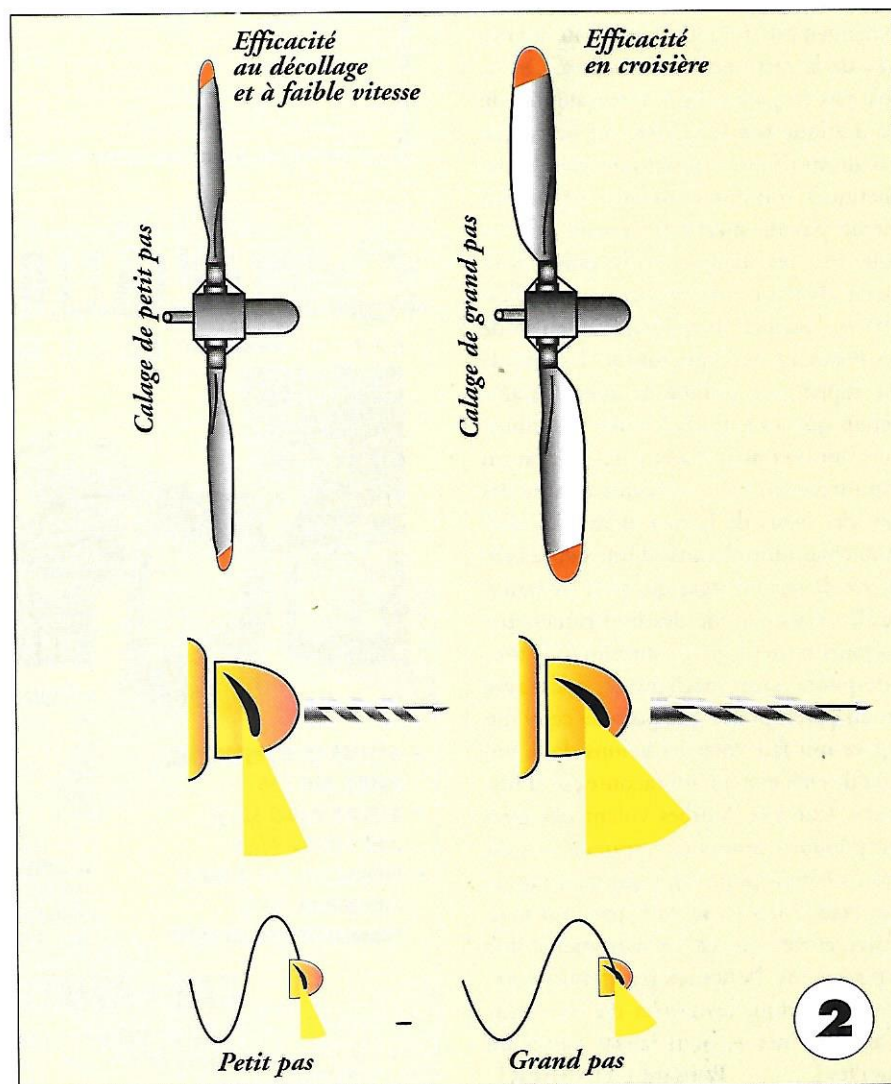
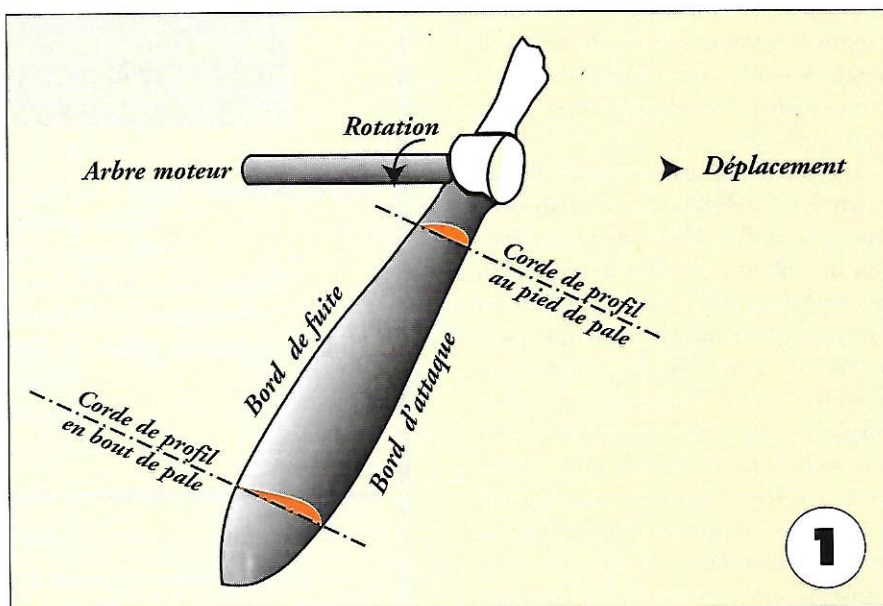
QUALIF B PAS VARIABLE

COMME nous l'avons vu lors de notre précédent Briefing, une qualification de classe B est nécessaire pour opérer en tant que commandant de bord sur un avion équipé de dispositifs particuliers tels que train escamotable ou hélice à pas variable, et dont la masse maximale au décollage est inférieure ou égale à 2.700 kg. Nous avons déjà détaillé les différents aspects liés à l'utilisation du train escamotable (Briefing d'août 1995), voyons aujourd'hui ceux liés à l'utilisation d'une hélice à calage variable.

Nous commencerons par quelques rappels généraux sur le fonctionnement de l'hélice, en particulier son rôle et son principe. Nous verrons ensuite ce qu'apporte la possibilité de faire évoluer le calage en vol. Puis nous passerons en revue les différents instruments de contrôle et les commandes qui y sont associés. Enfin, nous détaillerons les grands principes de la "conduite" du "couple" moteur-hélice. L'hélice est un sujet "ardu", voir ingrat, pour beaucoup d'entre nous. Ce Briefing va s'efforcer de le rendre aussi clair et synthétique que possible. Notre Débriefing sera pour sa part consacré à l'exposé d'un incident vécu par un pilote.

Fonctionnement de l'hélice. En guise d'introduction, voici quelques rappels, parfois simplistes, mais nécessaires au développement qui va suivre.

- Quel est le rôle de l'hélice ? La production d'énergie assurée par le moteur est transformée en une force de traction rectiligne. De par ses qualités aérodynamiques, l'hélice transforme le couple fourni par le moteur en une force assurant le déplacement de l'avion dans l'air.
- Quel est le principe de l'hélice ? Une hélice est composée d'au moins deux pales réunies par un moyeu, lui-même solidaire de l'arbre moteur (Figure 1). On remarque aisément que chaque pale, vue en coupe, présente de très évidentes similitudes avec une aile d'avion. Ce sont en réalité les mêmes principes aérodynamiques qui sont utilisés. La pale placée dans le vent relatif (le vent relatif est

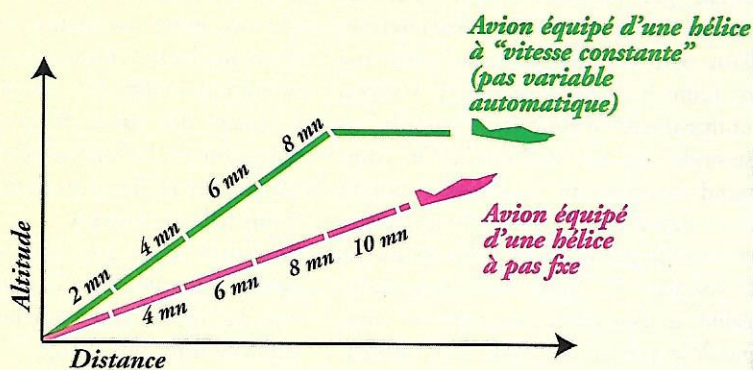


généralisé à la fois par la rotation de l'hélice et par la vitesse de déplacement de l'avion) produit, grâce à son profil, une force de traction.

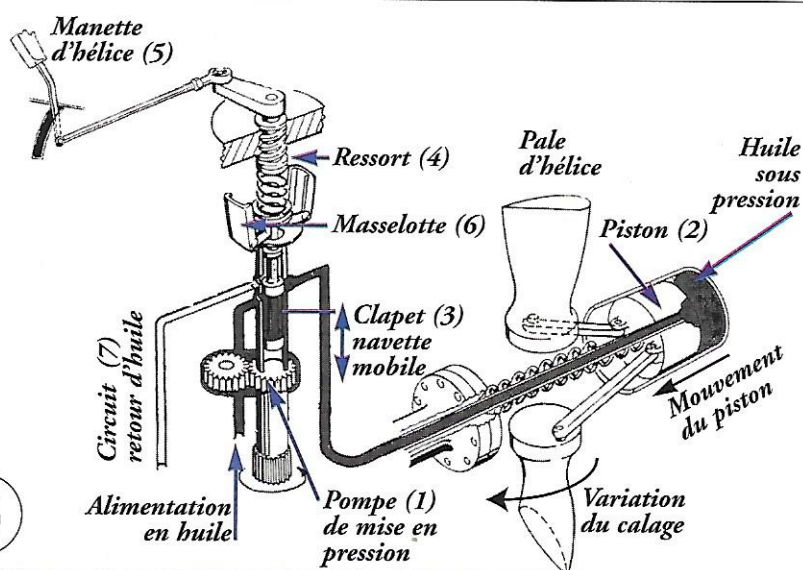
- Pourquoi l'hélice est-elle vrillée ? La forme vrillée de la pale s'explique par la différence de vitesse qui existe entre son extrémité et sa base. Afin d'obtenir une force de traction sur toute sa longueur, un "angle d'attaque" important est nécessaire là où la vitesse est faible (pied de pale), et un angle d'attaque faible là où la vitesse est forte (bout de pale).

- Qu'appelle-t-on le rendement d'une hélice ? Le rôle de l'hélice est donc d'absorber une énergie (celle du moteur), pour en restituer une autre (la force de traction), mieux adaptée à l'environnement dans lequel doit se déplacer l'avion : la masse d'air. Ce "transfert d'énergie" entraîne bien entendu des pertes. Leur importance est mise en évidence par ce que l'on appelle le rendement de l'hélice qui est le rapport entre l'énergie restituée et l'énergie absorbée. Si l'hélice était "parfaite", le rendement serait égal à 1. Mais dans tout système mécanique, les pertes d'énergie sont importantes. Le rendement moyen d'une hélice est plutôt de l'ordre de 0,7. Il peut aller jusqu'à 0,8 pour les plus performantes.

- Quelles sont les "limites" de l'hélice à calage fixe ? La plupart des avions légers, et en particulier ceux que nous utilisons pour "l'école de début", sont équipés d'une hélice à calage fixe. Voyons dans un premier temps son fonctionnement, ce qui nous permettra de mieux comprendre l'intérêt du calage variable que nous développerons ensuite (Fig. 2). L'implantation d'une hélice sur un avion consiste à rechercher un compromis entre un "pas faible" (efficace au décollage) et un "pas plus fort" (efficace en croisière, mais peu performant au décollage). Pour imaginer les limites de l'hélice à calage fixe, il suffit de la comparer à une voiture qui ne serait munie que d'une seule vitesse. Un "pas d'hélice faible" correspond à la "première". En roulant à bord d'une telle voiture, on constaterait rapidement qu'elle est performante au démarrage, mais atteint rapidement une vitesse limite associée à un sur-régime du moteur. A l'inverse, une voiture équipée de la seule quatrième vitesse aurait beaucoup de difficultés à "démarrer au feu"

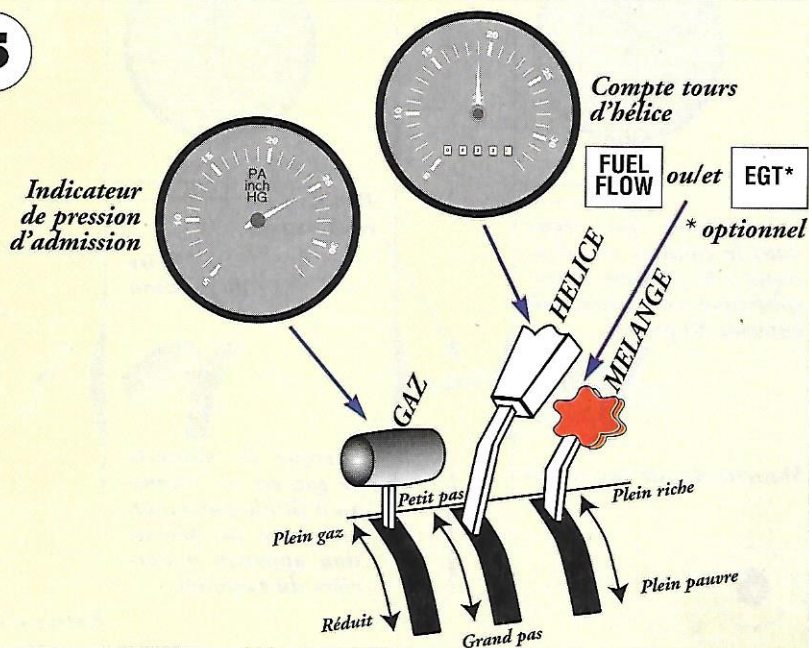


3



4

5



puisque un couple très important lui serait demandé avec un régime moteur faible (sur couple). L'option habituellement choisie par les constructeurs d'avions consiste à adopter un calage fixe intermédiaire assurant une efficacité moyenne sur toute la plage d'utilisation. Un peu comme si votre voiture était "bloquée" en "seconde" ou en "troisième". On comprend maintenant aisément l'intérêt d'une hélice dont le calage pourrait être commandé par le pilote selon les phases de vol (Fig. 3). Nous allons voir, qu'en réalité, ce n'est pas le calage qui est commandé par le pilote. Nous nous contentons en effet de "demander" (en actionnant la manette d'hélice) un nombre de tours. La variation de calage des pales se fait alors automatiquement afin de maintenir le nombre de tours "demandé". Mais une explication plus détaillée s'impose peut être ?

L'hélice à "vitesse constante". Une régulation automatique du calage des pales permet le maintien d'une vitesse de rotation de l'hélice, choisie par le pilote, d'où son nom : hélice à vitesse constante. Le pilote dispose pour cela d'une manette d'hélice.

Prenons un exemple concret. En mon-

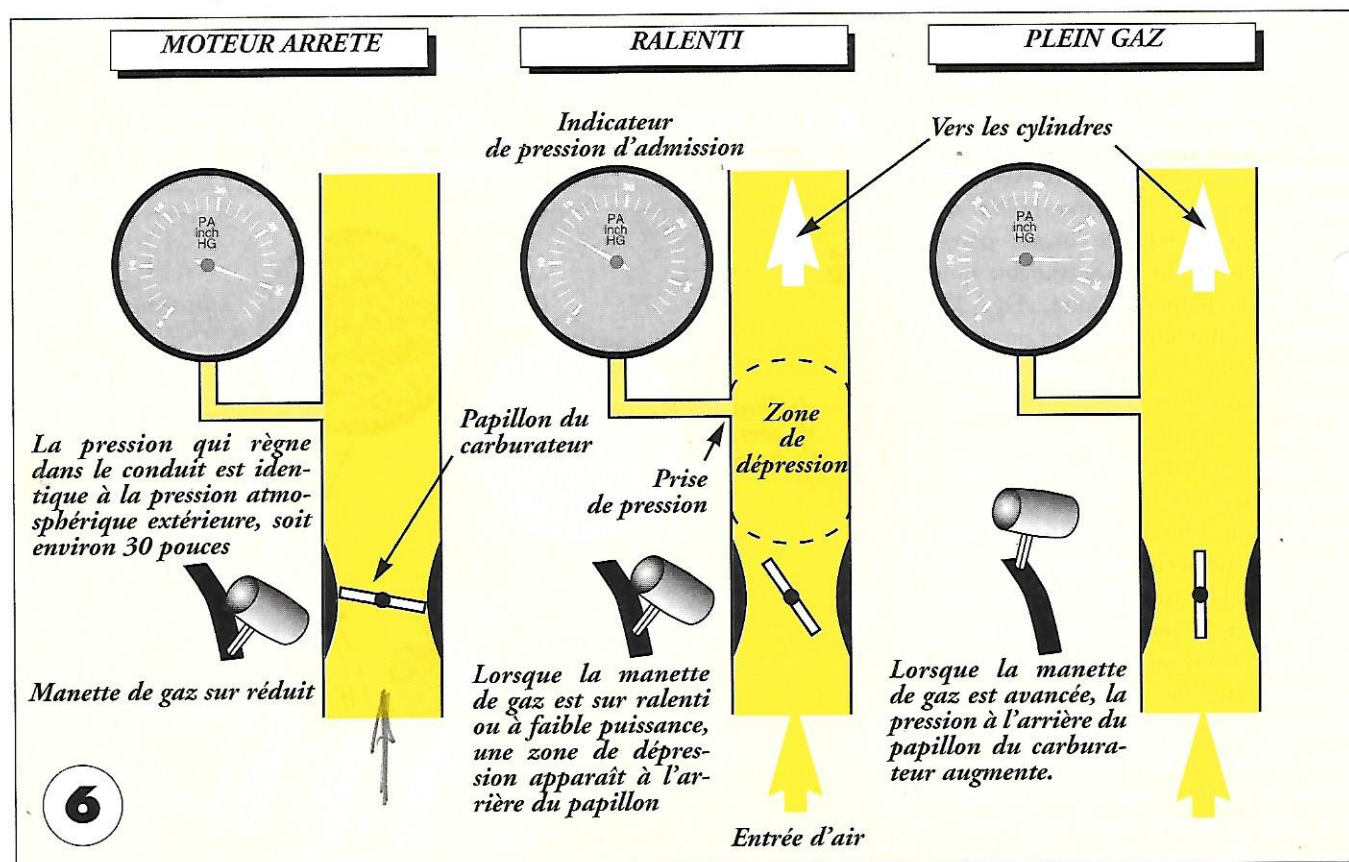
tée, le "nombre de tours hélice" a naturellement tendance à diminuer puisqu'un "effort supplémentaire" est demandé. Or, nous souhaitons que le régime reste constant pour maintenir une traction optimale. Le système de régulation entre alors en jeu et diminue automatiquement le calage des pales. Il en résulte une réduction de l'effort aérodynamique ce qui permet le maintien d'un nombre de "tours hélice" constant.

Selon le même principe, lorsqu'à l'occasion d'une descente la vitesse de rotation de l'hélice tend à augmenter, le système modifie son calage. "L'angle d'attaque" des pales devient plus important, elles "mordent davantage l'air". L'effort demandé augmente et le nombre de tours hélice reste constant. Les lecteurs qui ont l'habitude de pratiquer la bicyclette auront perçu la similitude entre la "petite reine" et l'avion équipé d'une hélice à "pas variable". Lorsque la côte est raide, il est préférable de changer de braquet. Il existe pourtant une différence entre votre VTT, qui a peut être 21 vitesses, et votre avion : l'hélice de l'avion peut adopter un nombre infini de calages dans la plage comprise entre le "plein petit pas" et le "plein grand pas". C'est plus précis !

Voyons maintenant la technologie et le fonctionnement du système (Fig. 4). Ce chapitre est proposé aux pilotes curieux de technique. Mais il reste tout à fait accessible à ceux qui sont habituellement rebutés par ce type de sujets. Il ne s'agit en réalité que "de pression d'huile judicieusement orientée dans des tuyauteries". Rien de plus !

- Description : le régulateur est en principe logé dans le cône d'hélice ou sur le flan du moteur. Il est alimenté par de l'huile en provenance du moteur. Une pompe (1) met cette huile en pression et l'oriente vers un cylindre afin d'actionner un piston (2). C'est ce piston qui commande le calage des pales.

- Fonctionnement : un clapet navette (3) oriente l'huile vers le cylindre et le piston de commande des pales (2). La position de ce clapet navette est déterminé par un ressort (4) dont la résistance est réglée par la manette d'hélice (5). Le calage des pales varie jusqu'à ce qu'une position d'équilibre soit obtenue entre la pression exercée par l'huile sur le clapet navette (3) et la force contraire exercée par le ressort (4). Lorsque les pales atteignent le calage qui correspond à la vitesse de rotation choisie par le pilote (à l'aide de la manette d'hélice), les forces s'équilibrent



et l'alimentation en huile est obturée par le clapet navette. L'huile reste prisonnière dans le cylindre du régulateur. La pression exercée reste constante à la valeur d'équilibre. L'hélice est auto maintenue à la vitesse de rotation choisie.

- Fonctionnement (suite) : au cours du vol, toute modification du nombre de tours hélice est détectée par les masselottes (6). Un "déséquilibre" est de nouveau créé entre le ressort (4) et la pression de l'huile qui s'exerce sur le clapet navette. Le clapet navette se déplace, et selon le cas, de l'huile sous pression est à nouveau dirigée vers le piston, ou une fuite calibrée permet le retour d'une partie de l'huile vers le moteur (7). On obtient ainsi une modification "automatique" du calage des pales dans le but de maintenir le "nombre de tours hélice" choisi par le pilote.

Pour résumer et pour rassurer ceux que ce développement aurait "noyé dans l'huile", disons simplement que le pilote choisit un nombre de tour d'hélice. Il l'affiche à l'aide de la "manette d'hélice". Le système se "débrouille" ensuite pour maintenir ce nombre de tours constant en faisant varier automatiquement le calage des pales de l'hélice. Selon une formule consacrée nous pouvons retenir que "Ça fonctionne très bien, puisque c'est étudié pour !".

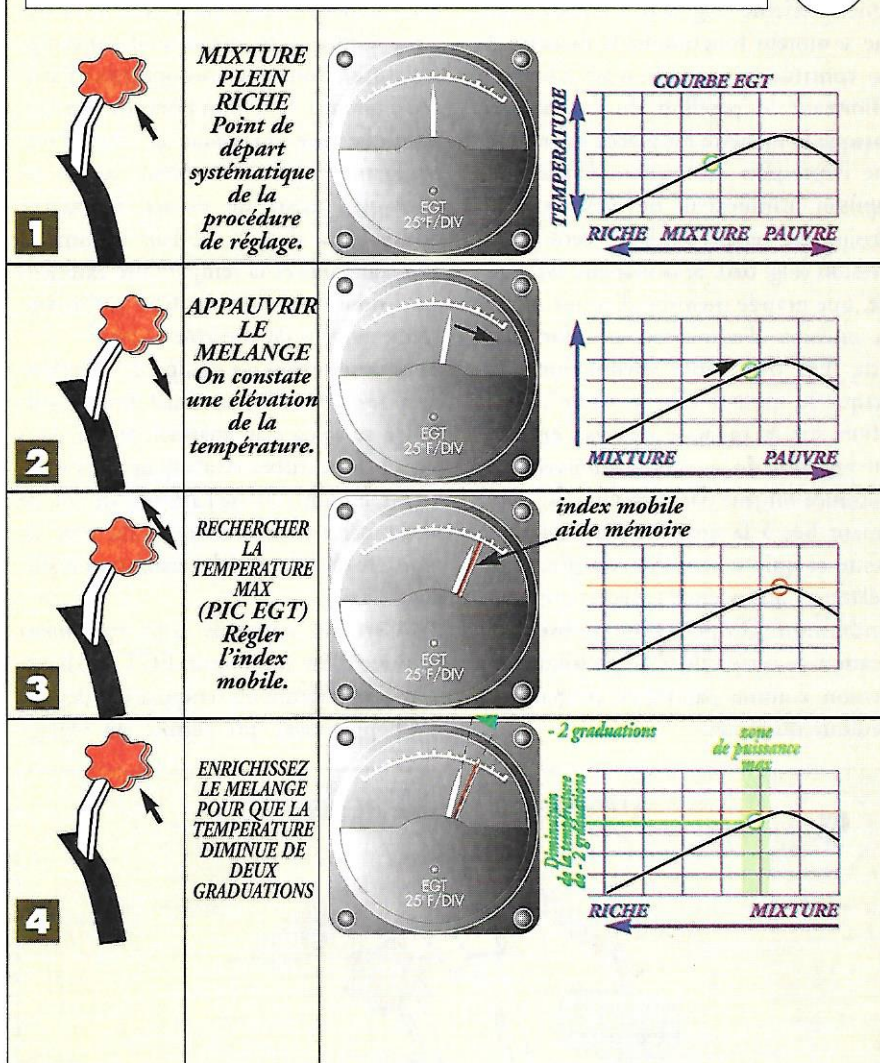
Commandes et instruments de contrôle. (Fig. 5).

- La manette d'hélice : elle a une forme significative (pommeau dentelé) et est souvent de couleur bleu. Elle peut être placée par le pilote dans une position allant du plein "grand pas" (manette en arrière), au plein "petit pas" (manette en butée avant). Elle est utilisée pour commander le nombre de tour (RPM ou Revolutions Per Minute) de l'hélice. L'instrument de contrôle associé est le compte-tours (tachymètre).

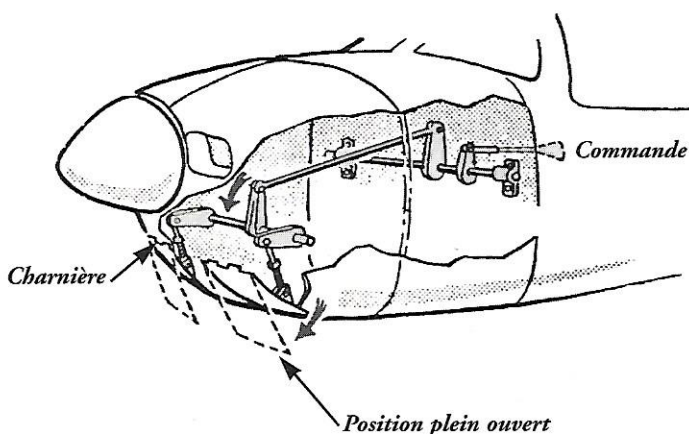
- La manette de gaz : elle est utilisée pour commander la pression d'admission qui est représentative de la puissance fournie par le moteur. Un indicateur de pression d'admission lui est associé. Pour comprendre le principe de fonctionnement de cet indicateur, on doit d'abord se souvenir que lorsque le moteur est arrêté, on y lit la valeur de la pression atmosphérique ambiante (en pouces de mercure). La pression, qui règne dans le conduit

REGLAGE DU MELANGE A L'AIDE DE L'EGT

7



8



d'admission du moteur à l'arrêt, est en effet identique à la pression atmosphérique extérieure (Fig. 6A). Par contre, dès que le moteur fonctionne, la manette de gaz contrôle la quantité d'air admis en actionnant le papillon du carburateur. Lorsque la manette est placée sur ralenti, une dépression est créée à l'arrière du papillon. L'indicateur de pression d'admission est représentatif de cette faible pression (Fig. 6B). Si la manette est avancée, une grande quantité d'air est admis. La pression d'admission est alors plus forte (Fig. 6C). Nous voyons donc que lorsque le moteur est "en route", toute action sur la manette des gaz entraîne une variation de pression d'admission. La puissance fournie par le moteur est étroitement liée à la quantité d'air qui l'alimente et qui est l'un des composants du mélange "air-essence" nécessaire à la combustion. On peut donc utiliser l'indication de cette valeur de pression d'admission comme paramètre primaire de conduite du moteur.

- La manette de mélange : le second élément nécessaire à la combustion est, comme nous venons de le voir, le carburant. Grâce à la manette de mélange (mixture), nous pouvons optimiser l'arrivée d'essence, tant d'un point de vue économique que du point de vue d'une meilleure carburation. Nous savons en effet qu'il existe un dosage air-essence optimal. La densité de l'air diminuant avec l'altitude et la température extérieure, il nous faut régler le débit carburant. Deux moyens de contrôle existent :

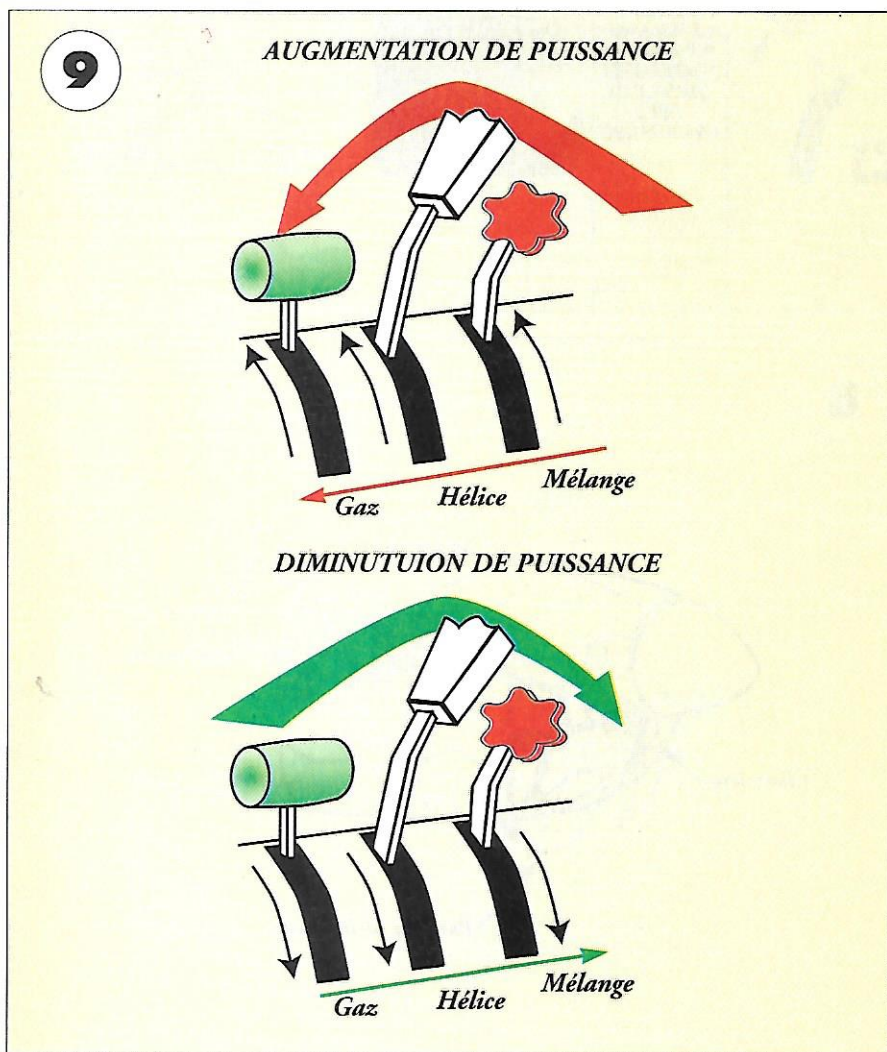
- 1) Si votre avion est équipé d'un indicateur de débit carburant (fuel flow), il suffit de se référer au manuel de vol dans lequel des courbes et abaques vous indiquent, en fonction de l'altitude de vol, de la température extérieure et du type de croisière choisie, le débit carburant à afficher.
- 2) Certains appareils sont également équipés d'un indicateur EGT (Exhaust Gas Temperature ou température des gaz d'échappement) qui permet un réglage

"fin" du débit carburant. L'utilisation de ce système est d'une extrême simplicité. (Fig. 7). Première étape et point de départ de la procédure (1), placez la manette de mélange sur la position plein riche (manette en avant). Il suffit ensuite d'appauvrir le mélange en tirant doucement sur la manette (2). Nous savons qu'un appauvrissement du mélange (moins d'essence) entraîne une élévation de la température des gaz d'échappement. On constate donc une augmentation de température sur l'indicateur d'EGT. Continuez à tirer doucement et régulièrement sur la manette de mélange. La température augmente encore avant d'atteindre une température maximale appelée le "pic EGT", puis elle diminue si l'on réduit encore l'arrivée d'essence : la température diminue de nouveau en raison de la mauvaise combustion due au manque de carburant. Réavancez doucement la manette pour "affiner" votre réglage afin que l'aiguille de l'EGT indique le "pic" de température (3). Certains instruments sont équipés d'un index variable rouge. Il s'agit d'un simple aide mémoire. Superposez-le à l'aiguille.

Pour finir, enrichissez le mélange pour que la température diminue forfaitairement de deux graduations (4). Vous obtenez ainsi un compromis satisfaisant entre une consommation minimale et une température basse qui préserve "la santé" de votre moteur.

- Volets de capot : (Fig. 8). Les moteurs des avions "type qualif B" sont en général puissants. Ils ont donc naturellement tendance à chauffer, en particulier en montée. Un système de volets de capot équipe certains appareils. Leur ouverture, commandée manuellement depuis le cockpit permet d'augmenter de façon notable la circulation d'air de refroidissement sous le capot. Consultez votre manuel de vol pour les consignes d'utilisation de votre avion.

Conduite du couple moteur-hélice. Il nous reste à utiliser ce bel "outil". Lorsque l'on se retrouve pour la première fois devant "toutes ces manettes" (Fig. 5) - trois sur monomoteur, six sur bimoteur - il est normal de connaître un instant de doute. En réalité, la conduite du moteur équipé d'une hélice à calage variable (vitesse constante) est d'une simplicité déconcertante dès que l'on a



"démystifié" le problème. Il suffit d'un peu de méthode et de garder en mémoire les quelques règles fondamentales que nous allons maintenant énoncer :

A) Pour toute augmentation de puissance, actionner les manettes dans l'ordre suivant :

1) Mélange (mixture carburant) : placer la manette de mélange sur plein riche. Elle sera réglée de nouveau après la modification de puissance.

2) Hélice : avancer la manette d'hélice pour augmenter le nombre de tours à la valeur désirée (préaffichages indiqués dans le manuel de vol).

3) Gaz : avancer la manette de gaz pour augmenter la valeur de la pression d'admission (préaffichages figurant dans le manuel de vol).

Sauf exception (je n'en connais pas), la manette de mélange carburant se trouve à l'extrémité droite du "bouquet" constitué par les trois types de manettes. La manette d'hélice se trouve au centre, et par déduction, on aura compris que la manette de gaz se trouve à l'extrémité gauche. Il suffit donc de retenir que pour

toute augmentation de puissance, on commence toujours par avancer la manette qui se trouve à l'extrémité droite. Les autres suivent dans l'ordre (Fig. 9). Ce "stimulus" fonctionne parfaitement et évite de se poser des questions "philosophiques" au moment d'une augmentation de puissance.

A l'inverse, il apparaît que :

B) Pour toute réduction de puissance, il convient d'actionner les manettes dans l'ordre suivant :

1) Gaz : réduction à une valeur très légèrement inférieure au préaffichage issu du manuel de vol (moins un pouce) car le fait d'actionner ensuite la manette d'hélice entraînera une augmentation de la pression d'admission (plus un pouce).

2) Hélice : préaffichage figurant dans le manuel de vol.

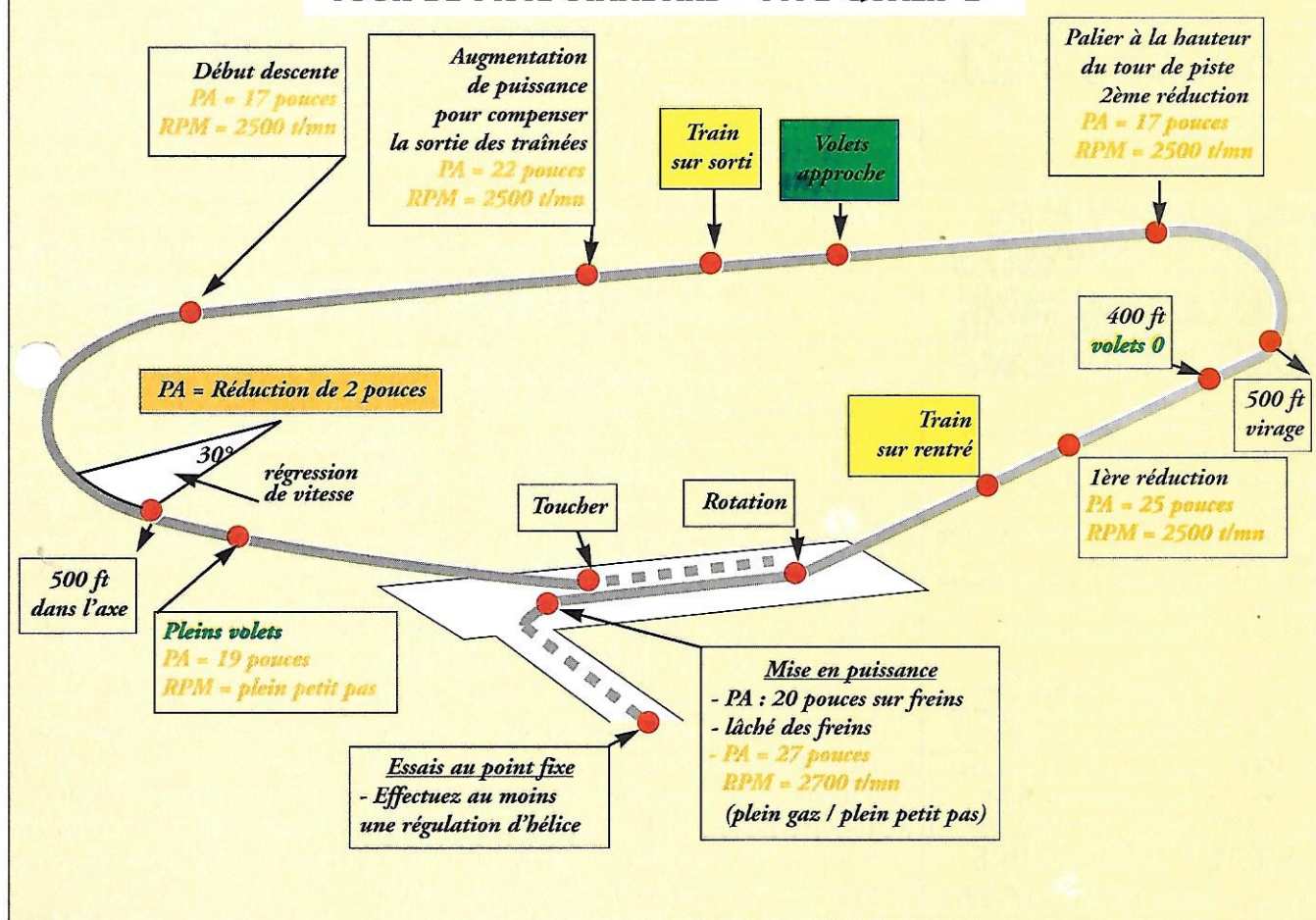
3) Mélange : réduire à l'aide de l'EGT ou du "fuel flow" selon le principe exposé plus haut.

Nous retiendrons que pour toute réduction de puissance, on commence toujours par réduire la manette de gauche. Les autres suivent dans l'ordre.

Voilà donc, à peu près, à quoi se résume la conduite d'une hélice à pas variable. Par contre, les avions qui en sont équipés sont en général dotés de nombreux systèmes (volets de capot, train rentrant...) et indicateurs (EGT, fuel flow, pression d'admission...) inconnus des pilotes "d'avions école" plus courants. C'est pourquoi, toute bonne "qualif B" doit impérativement commencer par une étude attentive et détaillée du manuel de vol. En ce qui concerne la conduite à proprement parler du couple moteur-hélice, vous devez connaître par cœur les différents préaffichages.

Tour de piste. Voyons maintenant un exemple (Fig 10, tour de piste standard en PA-28R200). Nous allons effectuer un tour de piste complet, ce qui nous permettra de passer en revue la plupart des phases de vol. Commençons tout d'abord au point fixe. Les essais moteurs comportent en effet certaines particularités. En plus des actions "classiques", vous devez effectuer des essais de régulation d'hélice. Tirez la manette d'hélice vers la

TOUR DE PISTE STANDARD "TYPE QUALIF B"



ATA

L'Ecole choisie par AIR FRANCE
AIR INTER, SEFA, DGA/CEV

9 ans d'expérience

Professeurs et
contrôleurs en activité et ex-testeurs QRI
Tarifs dégressifs pour cours particuliers

QRI :

Stages par module d'une semaine

- ECRIT : du 4 au 8 septembre
du 4 au 15 décembre
- ORAL : du 25 septembre au 6 octobre
du 8 au 19 janvier 1996

Stages par module de 2 jours

- ECRIT : 11 & 12 septembre
- ORAL : du 9 au 12 octobre

Anglais du PL :

STAGES du 18 au 22 septembre
23 au 27 octobre 95
20 au 24 novembre 95
18 au 22 septembre 95

Libre service d'écoute de bandes
sur ordinateur pour les élèves d'ATA

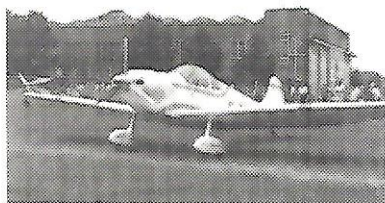
Manuel spécifique de préparation à l'écrit de la QRI.
CASSETTES TRAFIC REEL GB & US



49, RUE DE PLAISANCE 75014 PARIS
Métro : Pernety. Tél & Fax groupés :
(1) 40-44-51-46

MENESTREL

Bulletin de liaison des Constructeurs de "MENESTREL"
Rédaction J.C. AFFLARD



Sommaire du N°11

- La génératrice et console centrale pour mono et biplace - Equilibrage des gouvernes
- Compensation aérodynamique des gouvernes
- Le trim ou compensateur mobile
- Siège démontable - Trappe de visite dans le siège
- Réchauffage du carburateur
- Freinage des vis et écrous - Câbles de commande
- Montage sur roulements du manche
- Tableau de bord fabrication, suspension
- Adresses - Courrier etc...

N° 1 à 10 toujours disponibles

L'intérêt technique des sujets concerne également
tous les autres types de construction

Le N° 100F port compris - Abonnement 12 numéros: 840F
Possibilité de payer en 3 fois (3 chèques de 280F,
le 1er à la commande, le 2ème à 30 jours, le 3ème à 60 jours)

MERCY MAGAZINE

24 Grand Rue - 54960 MERCY LE BAS

☎ 82.89.65.37

position grand pas. Dès que vous entendez l'hélice "forcer" et que vous constatez une chute importante du nombre de tours, ramenez la manette vers la position plein petit pas. S'il s'agit du premier vol de la journée et que l'huile moteur est froide, effectuez trois régulations pour la fluidifier. Si l'huile est chaude, une seule régulation de vérification est suffisante. Et maintenant, puisque rien ne remplace la pratique, à vos manettes... d'hélice !

Débriefing. Comme cela se passe dans les compagnies de transport aérien, nous allons reproduire dans notre Débriefing d'aujourd'hui des extraits d'un rapport d'incident exposé par un pilote qui a jugé que son "expérience" pouvait être utile à d'autres.

- "Rex" traitant de la conduite moteur.
Avion : Cessna 182. Trajet : St-Cyr/Sarlat. "La croisière est effectuée assez haut, au niveau 105. A la réduction de puissance, au début de la descente vers l'aérodrome de Sarlat, je constate que la manette de gaz est inopérante. Je me retrouve donc dans l'impossibilité de réduire. Au cours de la descente, la pression atmosphérique augmentant, je constate que la pression d'admission augmente également. Je maintiens donc une altitude me permettant de rester à la limite de la zone rouge. A la verticale du terrain, la seule solution qui s'offre à moi pour me poser consiste à couper le moteur (mixture sur plein pauvre). J'effectue une approche moteur arrêté, mais n'étant pas très sûr de ma trajectoire (c'est la première fois que je pratique cet aérodrome), et aussi sans doute pour ne pas trop effrayer mon passager, je garde suffisamment de vitesse pour que l'hélice reste entraînée par le vent relatif. C'était en réalité une erreur de ma part puisqu'en finale je ne peux que constater qu'il me sera impossible d'atterrir tant la vitesse est forte. Je repousse donc la manette de mixture et le moteur redémarre. J'effectue une remise de gaz, en constatant sur les instruments et à l'oreille, que le moteur souffre. La seconde approche s'effectue moteur arrêté et hélice calée. L'atterrissage ne pose pas de problème (...). Ne trouvant aucune assistance mécanique sur le terrain, je téléphone au mécanicien habituel de l'avion qui m'invite à décapoter le moteur pour lui donner plus d'informations. Je

constate que la pièce qui relie le câble de la manette de gaz à la commande du papillon du carburateur est déconnectée (...). La réparation ne pose pas de problème particulier si ce n'est un accès difficile. Le lendemain, j'effectue le vol retour vers St-Cyr, sans problème jusqu'au survol de la forêt de Rambouillet. Le moteur se met brutalement à cafouiller et, rapidement, des traces d'huile apparaissent sur le pare-brise. Les conditions météorologiques étant très bonnes, je vois nettement la piste de Toussus sur mon travers droit. Je lance un message de panne et obtiens la priorité à l'atterrissage, à contre QFU. Le moteur a de plus en plus de mal à tourner. J'adopte la vitesse de finesse max et atteint d'extrême justesse la piste. Le moteur s'arrête définitivement. Tout l'avant de l'avion est couvert d'huile. Les mécaniciens constateront une rupture du carter d'huile et retrouveront les pistons très abîmés. Il est apparu par la suite que le moteur avait en réalité effectué beaucoup plus d'heures que ne le laissait supposer le carnet de route. De plus, cet appareil était régulièrement utilisé pour des largages de parachutistes. Il est connu que ce type d'exploitation n'est pas idéal en matière de longévité car il amène le moteur à subir des chocs thermiques. Une longue montée laborieuse, à pleine charge, chauffe fortement le moteur. Lorsque le largage est effectué, une descente très rapide le refroidit brutalement. J'en conclus personnellement que la remise de gaz que j'ai été amené à effectuer à Sarlat aura été pour ce moteur un ultime facteur déclenchant (...).

Bien qu'il s'agisse d'un cas extrême, ce rapport informel nous permet d'illustrer le type de problèmes qui peuvent être associés à la conduite des moteurs équipés d'une hélice à vitesse constante. La démarche très constructive de ce pilote est connue sous le nom de Rex (Retour d'EXpérience).

N'hésitez plus à faire parvenir vos "Rex". Envoyez un rapport le plus détaillé possible (il n'est pas obligatoire d'indiquer votre nom et adresse), à Info-Pilote. Ces rapports contribueront à faire de vos Briefing-Débriefing un outil de connaissance encore plus performant.

Il est dommage de laisser sommeiller la somme d'expérience que, tous, nous possédons.

Jean Michel BUFFET.