

Pierre Bonneau

# LES BIMOTEURS LEGERS



AVIASPORT

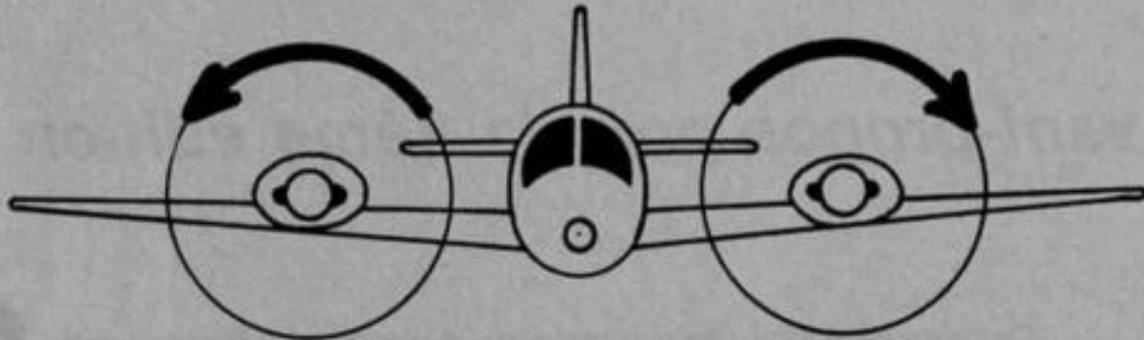
Pilotage

# **LES BIMOTEURS LEGERS**

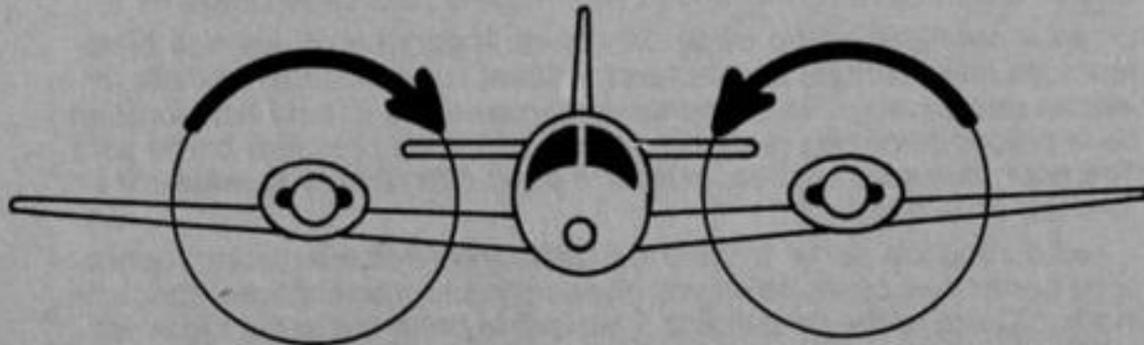
1ère Partie

## **Pilotage**

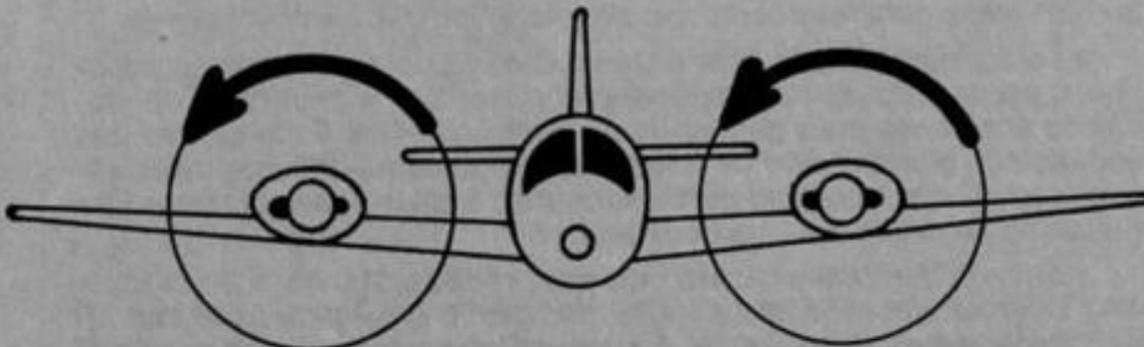
**\* Formation \* Sécurité \***



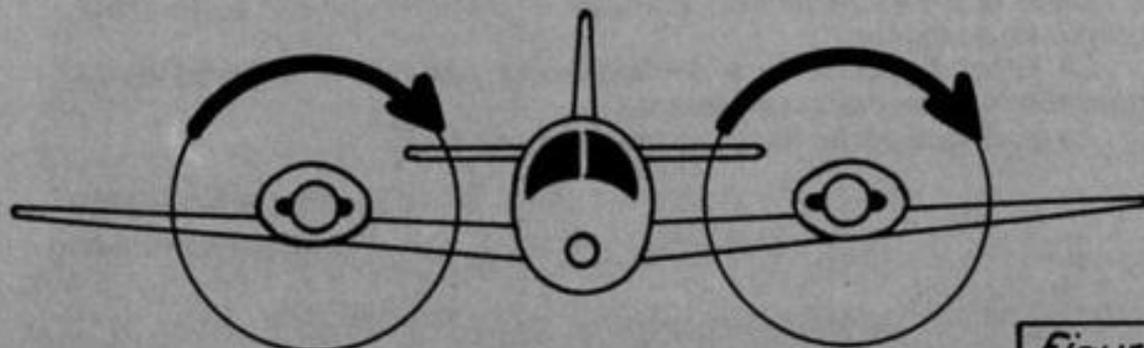
**SUPRA DIVERGENT – SYMETRIQUE**



**SUPRA CONVERGENT – SYMETRIQUE**



**DISSYMETRIQUE**



**DISSYMETRIQUE**

*Figure 1*

# 1. ETUDE THEORIQUE DU VOL DES BIMOTEURS

Nous nous occuperons dans cette étude surtout des bimoteurs classiques, c'est-à-dire de ceux dont les moteurs sont situés de part et d'autre du plan de symétrie.

## 1.1. VOL SUR DEUX MOTEURS

La plupart des bimoteurs, malgré leur aspect extérieur symétrique, sont des avions dissymétriques.

En effet, on définit comme avions symétriques ceux dont le moment de la résultante des forces transmises par les moteurs est nul par rapport aux axes de roulis et de lacet.

Pour qu'un bimoteur puisse être qualifié de symétrique, il faut donc que ses moteurs tournent en sens inverse l'un de l'autre.

Lorsque les moteurs tournent dans le même sens, ils provoquent (comme dans le cas des monomoteurs) des couples autour des axes de roulis (couple de renversement) et de lacet (souffle hélicoïdal).

La figure 1 donne la classification

des bimoteurs en fonction du sens de rotation de leurs moteurs.

Pour arriver à faire voler droit les bimoteurs dissymétriques, les couples précités doivent être compensés par des forces aérodynamiques, que l'on fait naître par une dissymétrie de construction.

\*

### Couple autour de l'axe de roulis

*Le couple autour de l'axe de roulis sera combattu :*

*a) soit par un calage différent des deux ailes (inconvenients : traînée dissymétrique produisant un couple lacet, compensation valable pour une seule vitesse, décrochage en roulis);*

*b) soit par braquage des ailerons (inconvenients : augmentation de la traînée et création d'un couple lacet).*

*Comme on le voit, la correction du couple de roulis amène un couple de lacet qui devra être combattu à son tour.*

### Couple autour de l'axe de lacet

*Il provient donc, d'une part de la répercussion sur le lacet, de la correction du couple de roulis, et d'autre part et surtout, de la dissymétrie du souffle qui intéresse toutes les surfaces latérales.*

*Ce couple autour de l'axe de lacet sera combattu :*

*a) soit par un décalage de l'axe de traction du moteur (inconvenients : correction proportionnelle à la traction et non au couple*

moteur, action de l'hélice non dirigée suivant l'axe de l'avion);

b) soit par une dérive légèrement braquée ou à profil dissymétrique;

c) soit par une action du pilote sur la direction.

Il faut noter que toutes ces corrections ne seront valables que pour une puissance donnée et que la correction finale, en vol normal, des couples de roulis et lacet sera effectuée par les gouvernes, les efforts étant annulés par les tabs.

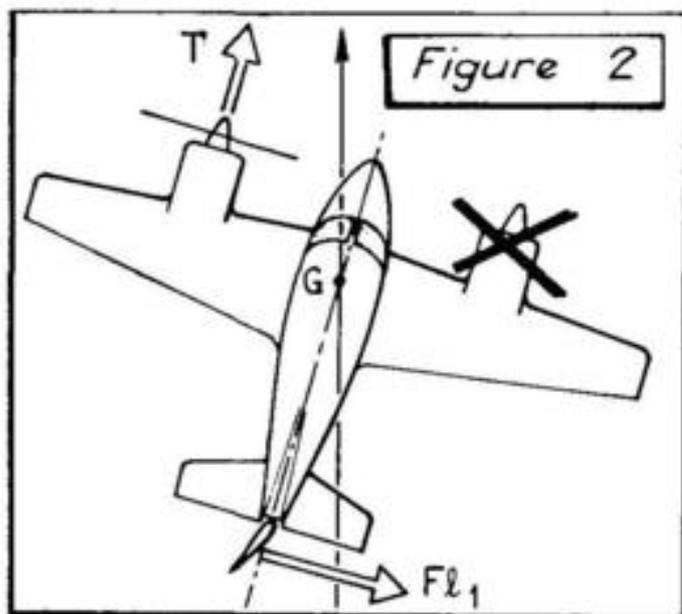
C'est pourquoi il est indispensable sur un bimoteur de disposer de tabs commandés sur toutes les gouvernes.

Ayant réussi à faire voler droit notre bimoteur dissymétrique, voyons maintenant le cas du vol sur un moteur.

## 1.2. VOL SUR UN MOTEUR

### (Vol à puissance dissymétrique).

Si l'un des moteurs ralentit ou s'arrête, la traction  $T$  du moteur en fonctionnement normal provoque un moment autour du centre de gravité  $G$  et l'avion tend à virer. D'autant que non seulement le moteur en panne ne « tire » plus, mais même donne en général une traînée supplémentaire,



tant que l'hélice n'est pas « en drapeau ».

\*

Sur un bimoteur de deux fois 500 cv, le moteur tournant en « moulinet » sous l'action du vent « absorbe » 75 CV. Si le moteur est stoppé la puissance absorbée (par la traînée de l'hélice arrêtée) n'est plus que de 35 CV. Enfin lorsque l'hélice est en drapeau, l'équivalent de puissance absorbée tombe à 10 CV.

La figure 2 montre un avion, moteur droit en panne, la traction du moteur gauche provoque un pivotement autour du centre de gravité  $G$  qu'il va falloir combattre en branquant la direction vers la gauche.

Il naît alors une force latérale  $F_1$  dont le moment par rapport au centre de gravité équilibre celui dû à  $T$ . L'avion n'a donc plus tendance à pivoter autour de son centre de gravité mais il conserve une tendance à virer à cause de la force latérale  $F_1$  qui va « courber la trajectoire ».

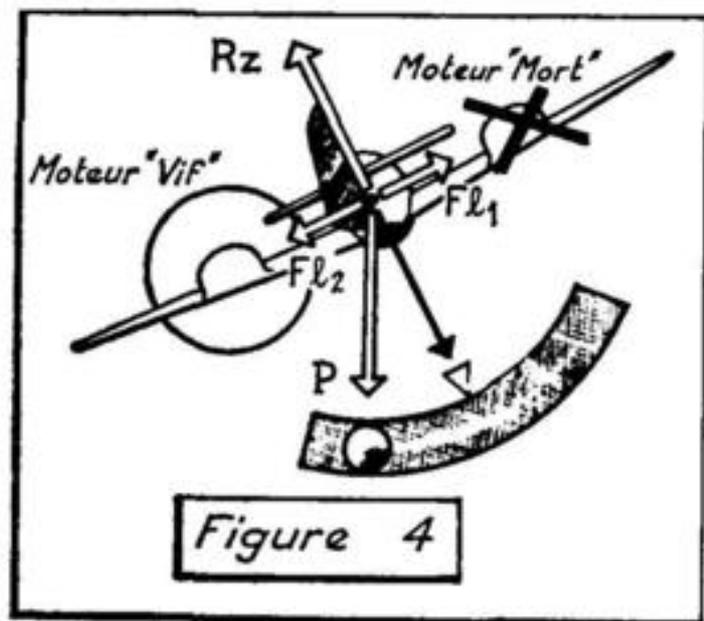
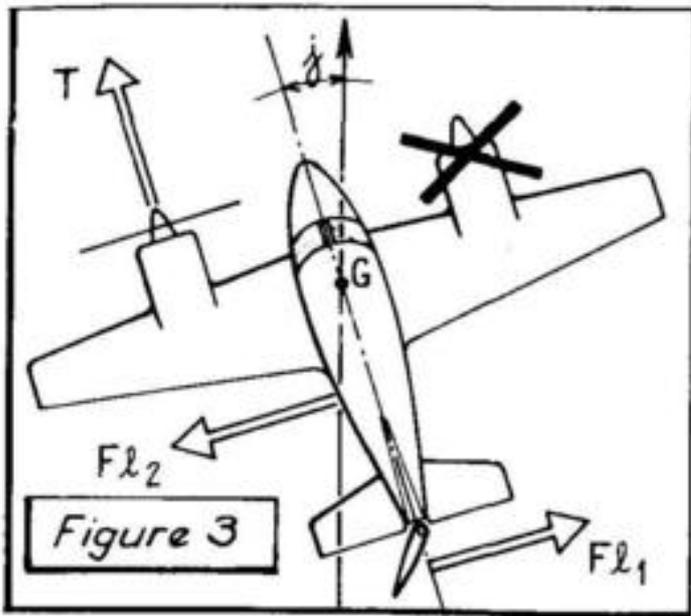
Pour empêcher ce virage, il faudra combattre cette force « latérale » par une autre force « latérale », de sens contraire.

– La première solution consiste à laisser les ailes horizontales et à augmenter encore le braquage de la direction. L'avion va « dérapé » du côté du moteur en panne, ce dérapage provoquant une force aérodynamique latérale  $F_2$  qui s'opposera à  $F_1$ .

L'équilibre général des forces est montré par la figure 3. Etant donné qu'à la fois le moment de lacet dû à l'arrêt du moteur et celui dû au dérapage sont dans le même sens, un assez grand braquage de la direction sera nécessaire.

$$M_T + M_{F_2} = M_{F_1}$$

L'avion vole donc à cap constant et les ailes horizontales. La bille qui est soumise seulement aux forces massiques est au milieu, bien que l'avion dérape.



– **La seconde solution consiste** à incliner l'avion sur le moteur en fonctionnement.

C'est alors la force **massique**  $Fl_2$  composante du poids  $P$  qui équilibre la force latérale  $Fl_1$ . La figure 4 montre l'équilibre réalisé.

L'avion vole incliné, à cap constant, mais sans dérapage.

**La bille qui est soumise aux forces massiques n'est pas au milieu, bien que l'avion ne dérape pas.**

En pratique, on combine parfois les deux solutions en tolérant un léger dérapage.

Si la surface latérale est grande, elle contribue à combattre la force  $Fl_1$ , et l'inclinaison latérale nécessaire, est alors faible.

Il est important de se rappeler qu'en vol sur un moteur :

**La bille ne détecte le dérapage qu'avec un décalage de zéro du côté du moteur en fonctionnement.**

Lors des évolutions sur un moteur, la sécurité demande donc d'avoir tendance à laisser la bille décalée du côté du moteur « vif ».





PIPER NAVAJO

---

# PANNE DE MOTEUR ET MOTEUR CRITIQUE

---

---

## PANNE DE MOTEUR.

---

Lorsqu'un moteur tombe en panne, l'avion vire en s'inclinant sur le moteur en panne.

L'inclinaison provient d'une part de la chute de portance provoquée par la suppression du souffle de l'hélice et, d'autre part, du roulis induit dû à la rotation de lacet (augmentation de portance de l'aile extérieure au virage à cause de sa plus grande vitesse).

La rapidité du mouvement dépend de la vitesse de l'avion et de la puissance des moteurs. Si le mouvement n'est pas contré par le pilote, celui-ci perd le contrôle de l'avion qui part en spirale engagée.

Le mouvement doit être contré le plus rapidement possible car il devient violent après un temps relativement court. Plus il est contré tard, plus il est donc difficile à contrer.

Les pannes les plus dangereuses survenant pendant ou après le décollage, le pilote doit être particulièrement en alerte pendant cette phase du vol, prêt à contrer tout mouvement de lacet.

**Il est impératif de contrer ce mouvement en premier lieu avec la direction.**

En effet, le braquage des ailerons vers le bas sur l'aile du côté de la panne accentue l'augmentation d'incidence due à son abaissement, et peut la faire décrocher. De plus, le lacet inverse éventuel ne peut qu'augmenter le mouvement de lacet que l'on cherche à contrer.

---

## MOTEUR CRITIQUE

---

Dans le cas des bimoteurs dissymétriques (cas général), on conçoit que l'effet produit par l'arrêt de l'un ou de l'autre des moteurs n'est pas le même (importante dissymétrie du souffle).

On définit comme moteur critique celui qui, en cas de panne, dans des conditions données (poids, configuration, vitesse) donne naissance aux plus grands écarts de cap. Pourtant le moteur qui entraîne les divers accessoires nécessaires au fonctionnement de l'avion (énergie hydraulique, électrique, etc.) peut être jugé plus critique, en cas de panne, que celui qui provoque les plus grands écarts de cap.

De toute façon, comme on ne peut pas prévoir quel moteur tombera en panne, les consignes de vol sont toujours établies de manière à couvrir le cas du moteur critique.

En pratique, le pilote doit simplement savoir que les réactions de son avion ne seront pas les mêmes suivant que l'un ou l'autre moteur tombera en panne.

## EXISTENCE DU MOTEUR CRITIQUE

L'existence du moteur critique est démontrée en s'appuyant sur plusieurs effets secondaires se manifestant en cas de panne.

### a) Couple de renversement.

Prenons le cas d'un avion dont les moteurs tourneraient vers la gauche vu de la place pilote (figure 5).

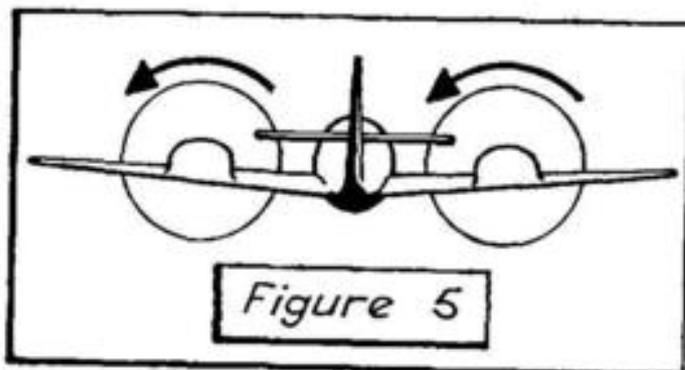


Figure 5

Si le moteur droit tombe en panne on voit que :

$F \times L_2$  étant plus grand que  $F \times L_1$  l'avion aura tendance à s'incliner sur le moteur en panne (figure 6) ce qui

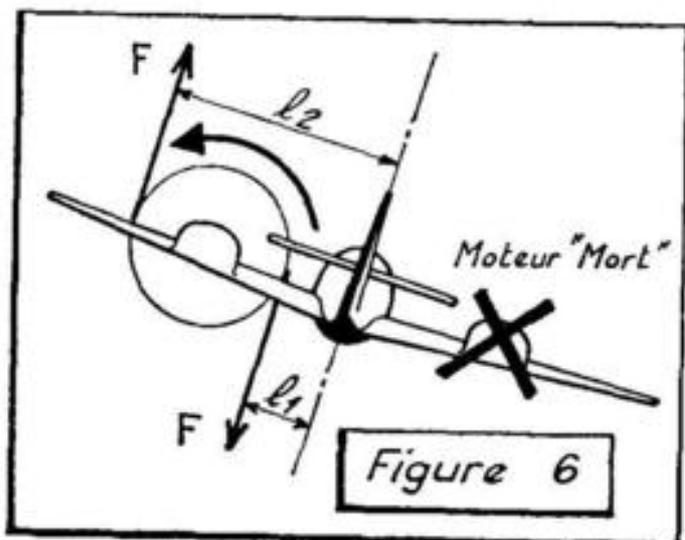


Figure 6

est défavorable, comme nous l'avons vu précédemment.

Si, au contraire, c'est le moteur gauche qui tombe en panne on voit que :  $F \times L_2$  étant plus petit que  $F \times L_1$  l'avion aura tendance à s'incliner sur le moteur vif (figure 7) ce qui est favorable.

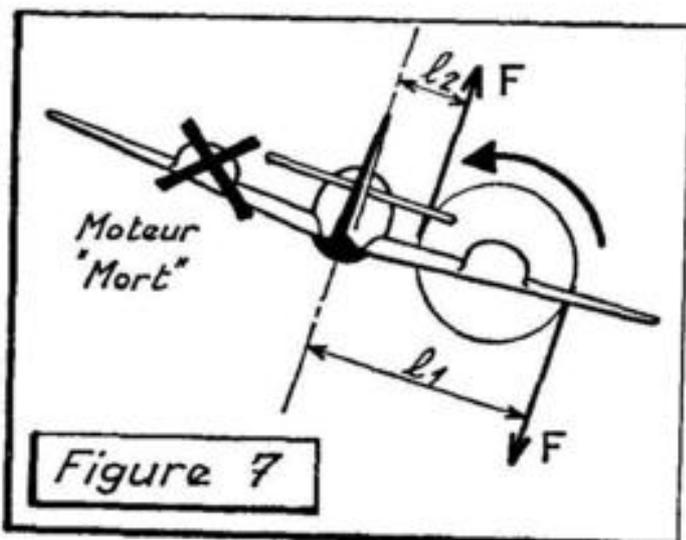


Figure 7

**Nota :** L'explication de la démonstration du moteur critique par le couple de renversement est très controversée. La règle qui est pourtant valable pour déterminer le moteur critique est la suivante (pour un moteur dissymétrique) : Le moteur critique est celui que l'on voit du côté opposé à celui où tourne l'hélice.

Cette règle est valable que l'observateur soit placé en avant ou en arrière de l'avion. La figure 8 illustre cette règle.

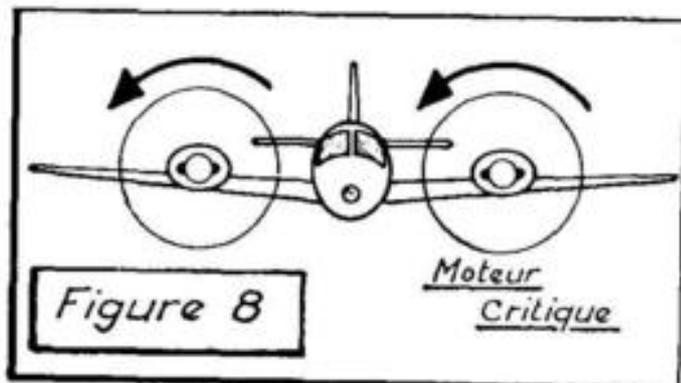


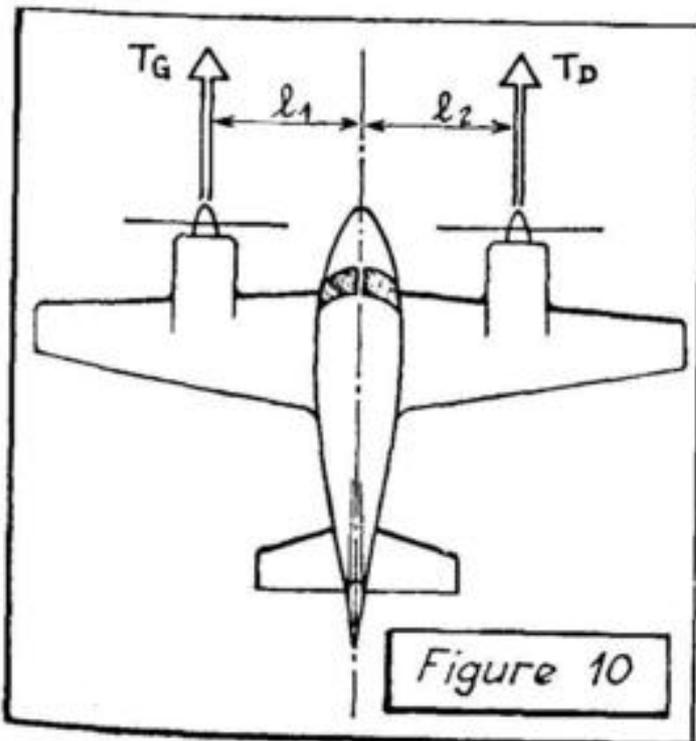
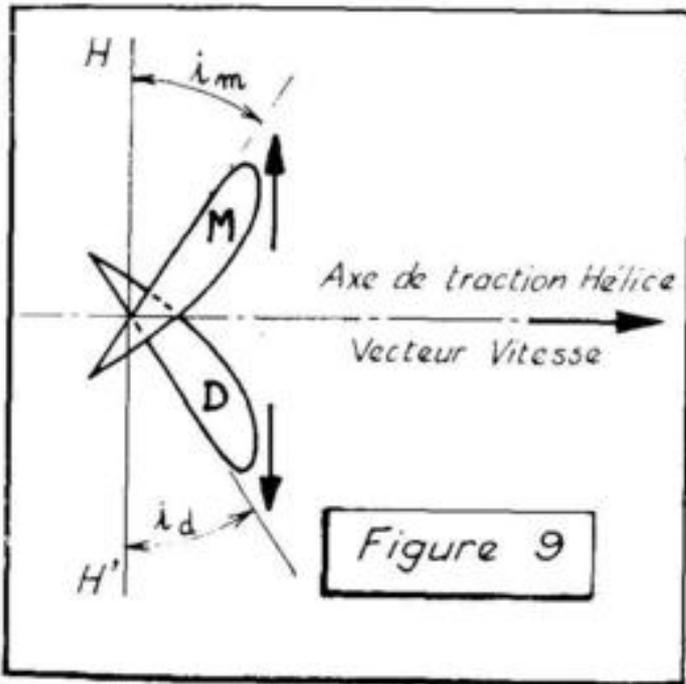
Figure 8

\* Naturellement sur cette figure le moteur critique est le moteur **gauche, vu de la place pilote**, puisque les moteurs tournent vers la **droite, vus de la place pilote**. C'est, le lecteur l'a compris, l'inverse du cas traité figures 5,6 et 7.

\* La figure 13 reprend le cas traité aux figures 5,6,7 moteurs tournant à gauche **vus de la place pilote, le moteur critique est le moteur droit**, vu de la place pilote.

### b) Traction dissymétrique des moteurs

Une autre explication de l'existence du moteur critique est celle de la traction dissymétrique des moteurs qui existe dès que l'axe de traction des hélices n'est pas parallèle au vecteur « vitesse avion ».

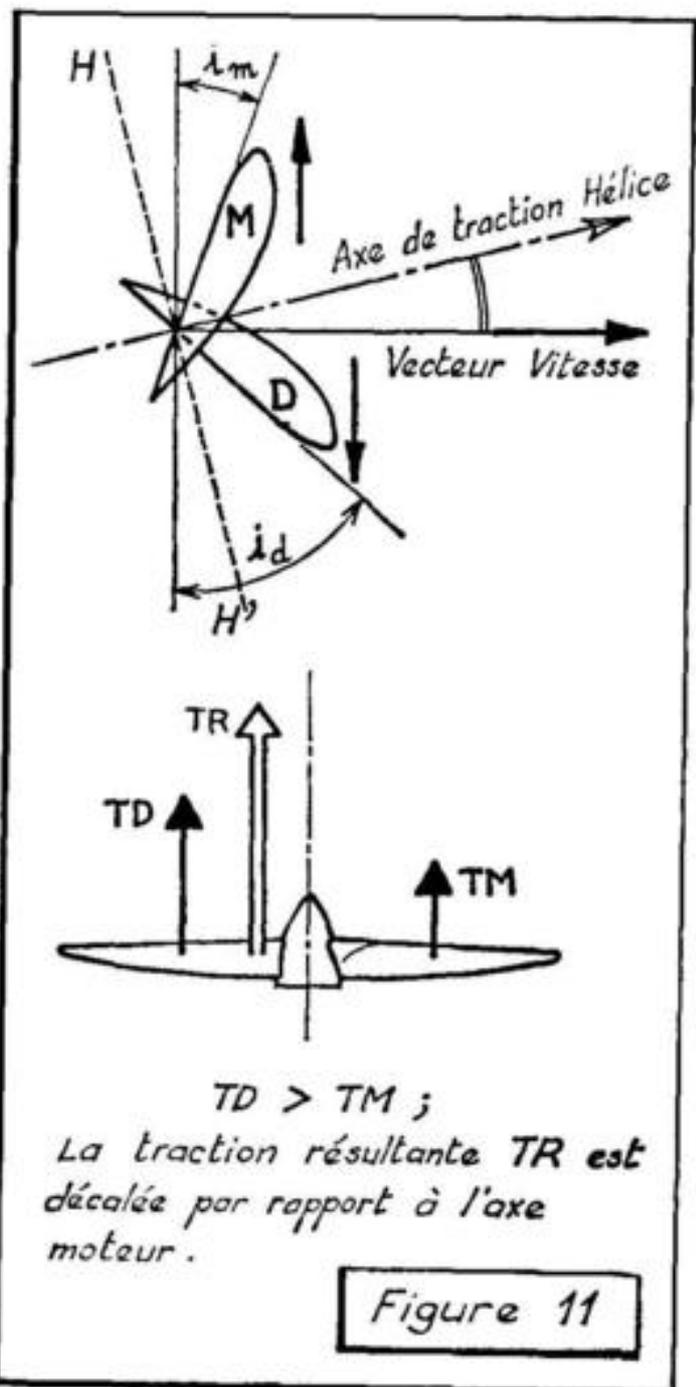


Regardons la figure 9. L'axe de traction hélice est parallèle au vecteur vitesse avion. L'incidence « i m » de la pale montante « M » est égale à l'incidence « i d » de la pale descendante « D ». La traction des hélices passe par les axes des moteurs et la traction des deux moteurs est donc symétrique, par rapport à l'axe avion (figure 10).

$$T_g \times L_1 = T_d \times L_2$$

Quel que soit le moteur tombant en panne la dissymétrie qui prendra naissance sera la même.

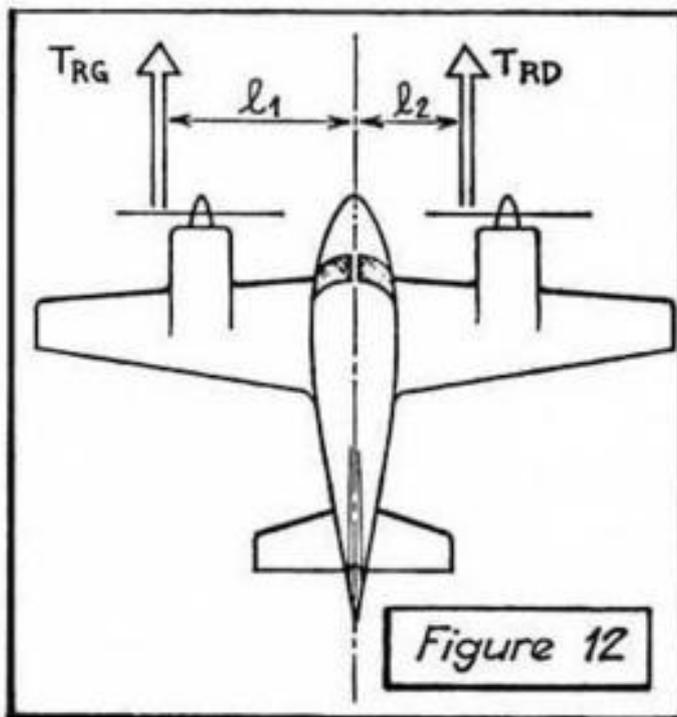
Regardons maintenant la figure 11.



Cette fois l'axe de traction de l'hélice possède une incidence positive par rapport au vecteur vitesse avion (ce qui, notons-le, est le cas général à cause de l'incidence positive de l'avion en vol – incidence d'autant plus grande que la vitesse est faible). Le plan de rotation H-H' n'est plus perpendiculaire au vecteur vitesse avion et l'incidence «  $i_d$  » de la pale descendante « D » est plus grande que l'incidence «  $i_m$  » de la pale montante « M ».

Par voie de conséquence la traction fournie par la pale descendante « TD » est plus grande que celle fournie par la pale montante « TM » et la traction résultante « TR » ne passe plus par l'axe du moteur.

Si nous reprenons le cas de l'avion dont les moteurs tournent vers la gauche, vus de la place pilote, on voit (figure 12) que le moteur gauche donnera un couple plus fort que le moteur droit par rapport à l'axe avion. En effet  $Trg \times L1 > Trd \times L2$ .



En cas de panne du moteur droit la dissymétrie prenant naissance sera plus grande qu'en cas de panne du moteur gauche.

**Le droit est donc le moteur critique** et la règle indiquée à propos du couple de renversement est toujours bonne.

**Nota :** Ce phénomène de traction dissymétrique due à l'angle positif entre l'axe de traction hélice et le vecteur vitesse avion est évoqué dans l'article : « De l'autre côté de la V.M.C. du Dr P.L. Wick Jr. », article que nous reproduisons page 85.

On notera encore que plus la vitesse de vol est faible plus le phénomène de dissymétrie est accentué et la phase décollage et montée initiale (vitesse faible) est donc bien la plus critique.

### c) souffle hélicoïdal

Enfin une troisième explication de l'existence d'un moteur critique est donnée en partant de l'étude de l'influence du souffle hélicoïdal. Prenons toujours le cas d'un bimoteur dont les moteurs tournent vers la gauche, vus de la place pilote (figure 5).

La figure 13 montre que le souffle hélicoïdal du moteur gauche venant frapper l'empennage horizontal à l'intrados a tendance à faire piquer l'avion, tandis que le souffle du moteur droit venant frapper l'empennage horizontal à l'extrados a tendance à faire cabrer.

En vol normal les deux moments (piqueur et cabreur) s'équilibrent.

En cas de panne du moteur droit l'avion aura tendance à partir en piqué, donc à prendre de la vitesse et à partir en virage engagé sur le moteur mort.

En cas de panne du moteur gauche les couples prenant naissance seront moins forts. En particulier la tendance à partir en virage sur le moteur mort sera partiellement combattue par le couple autour de l'axe de roulis dû au souffle frappant l'empennage horizontal droit sur l'extrados.

**Le moteur droit est le moteur critique**

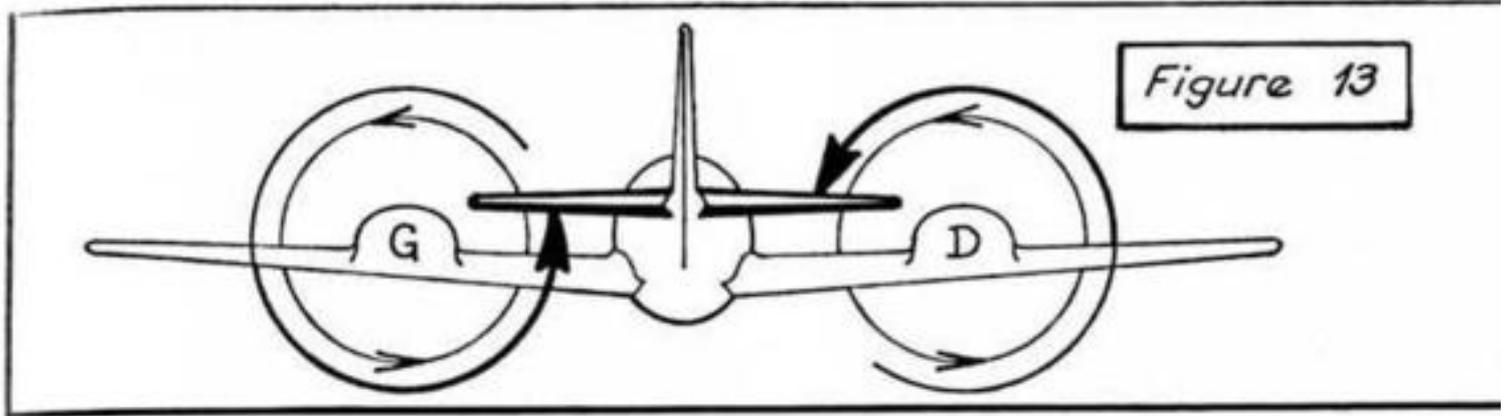


Figure 13

**Remarque :** Il vient immédiatement à l'esprit que pour supprimer le moteur critique, il suffit de faire tourner les moteurs en sens inverse (figure 1 – supra convergent ou supra divergent).

Cette solution fut effectivement employée très rapidement par les constructeurs, puis abandonnée à cause des inconvénients qui y sont liés (les ensembles moteurs et hélices sont différents). Elle a été reprise, par Piper sur les Comanche et Séneca à hélices contrarotatives et par Cessna sur le Crusader.

En fait cette solution semble redevenir à la mode.

En fait, le bilan avantages – inconvénients est difficile à faire. Les avantages sont certains : pas de moteur critique et surtout avion symétrique lors des variations de puissance (décollage, approche, remise de gaz). Mais les inconvénients ne le sont pas moins et le fait de ne plus avoir de moteur critique n'élimine pas les problèmes de contrôle de l'avion, liés à la dissymétrie prenant naissance en cas de panne d'un moteur.

## CAS DU PUSH-PULL

La solution pour éliminer la dissymétrie en cas de panne est de disposer les moteurs sur l'axe de symétrie de l'avion, c'est la configuration dite : Push-Pull.

Le Cessna 337 (offert en différentes versions est la seule réalisation commercialisée de cette formule. Au 31.12.82 près de 2500 exemplaires des différentes versions (train fixe, train rentrant, pressurisé) avaient été construits. Ce qui représente tout de même une belle réussite commerciale. L'appareil était apparu sur le marché en 1963. Sa fabrication a été arrêtée en 1980.

Il sortirait du cadre de notre ouvrage d'entrer dans les détails des avantages et inconvénients de la formule push-pull.

Au titre des avantages, citons les indéniables qualités de vol et facilité de pilotage sur un moteur – roulement au sol compris.

Au titre des inconvénients, citons la difficulté de refroidissement du moteur arrière (problème d'ailleurs résolu sur le Cessna 337); le fait que ce moteur arrière soit invisible du pilote (problème de sécurité lors de la mise en route – résolu par Cessna par la solution bi-poutre).

On évoque aussi parfois le danger pour les occupants d'être « pris en sandwich » entre les deux moteurs en cas de crash.

La visibilité vers l'avant est naturellement moins bonne que sur un bimoteur conventionnel.

Le bilan avantages/inconvénients semble malgré tout en faveur de la formule push-pull, tout au moins pour les appareils de faible tonnage

et si la faveur des pilotes va en majorité aux bimoteurs conventionnels, c'est très probablement uniquement pour des raisons d'habitude (pour ne pas dire de routine) et de psychologie.

## **DEUX MOTEURS ET UNE HELICE PROPULSIVE**

Enfin il nous faut dire un mot du Lear Fan 2100. C'est un biturbopropulseur équipé de deux Pratt et Whitney PT6B de 850 cv (détarés à 650 cv)

montés dans la partie arrière du fuselage derrière l'habitacle. Ces moteurs entraînent une hélice propulsive quadripale par l'intermédiaire d'un réducteur commun, chacun des moteurs ayant son propre embrayage. La cellule est réalisée en matériau composite. C'est donc un appareil assez révolutionnaire, ou pour le moins peu commun qui pose d'ailleurs aux autorités des problèmes de certification.

Il faudra attendre encore quelques années pour connaître l'avenir de cette formule en général et du Lear Fan 2100 en particulier.

### *CESSNA PUSH-PULL SKYMASTER*



## 1.3. DEFINITIONS

### VITESSE MINIMALE DE CONTROLE V.M.C.

La vitesse minimale de contrôle est celle à laquelle, le moteur critique ayant une défaillance soudaine, il est possible de conserver la maîtrise de l'avion en n'utilisant que les commandes principales de vol et de maintenir une trajectoire rectiligne parallèle à la trajectoire initiale. C'est évidemment l'association de la configuration décollage, des puissances maximales, et la proximité du sol qui donne le cas le plus délicat :

- l'avion traîne particulièrement,
- le pilote ne peut se permettre de perdre de l'altitude,
- la vitesse est basse et ne doit pas être diminuée.

*La vitesse minimale de contrôle dépend du temps de réaction du pilote. On a déjà dit que le mouvement de l'avion devient violent après un temps relativement court. C'est pourquoi pour une panne se produisant à*

*une vitesse donnée un pilote agissant avec retard pourra perdre le contrôle de l'avion alors qu'une action immédiate lui aurait permis un contrôle aisé.*

Sur la plupart des bimoteurs légers récents la V.M.C. est indiquée par un trait rouge sur le cadran de l'anémomètre.

### VITESSE DE SECURITE AU DECOLLAGE V.S.D.

La vitesse normale de décollage, dite vitesse de sécurité au décollage, doit, cela est évident, être supérieure à la vitesse minimale de contrôle (V.M.C.) de façon à présenter une certaine marge de sécurité.

#### Conduite au décollage

Le pilote met les gaz et laisse son avion accélérer **roues au sol** (tout au moins les roues du train principal) jusqu'à la V.S.D.

Si une panne intervient avant que cette vitesse soit atteinte, le pilote doit réduire et freiner, il doit interrompre le décollage.

Si la panne survient après avoir atteint la V.S.D. le décollage peut être poursuivi.

**EN BIMOTEUR, NE DÉCOLLEZ  
JAMAIS AVANT D'AVOIR LA V.M.C.**

## AUTRES DEFINITIONS

### Point critique

Au cours d'un décollage, si la panne survient avant que la V.S.D. soit atteinte, le pilote doit réduire et freiner. Si la panne survient une fois la V.S.D. atteinte le décollage doit être poursuivi.

Il existe donc un point séparant les deux consignes : ce point est appelé point critique.

### Distance accélération arrêt

C'est la distance nécessaire pour, partant d'un départ arrêté, atteindre le point critique, à ce moment réduire les moteurs, et freiner jusqu'à l'arrêt complet de l'avion.

### Distance d'envol sur un moteur

C'est la distance comptée à partir du point de départ moteur arrêté, nécessaire pour atteindre une certaine hauteur au-dessus de la surface de décollage, en supposant que le moteur critique cesse brusquement de fonctionner au point critique.

### Longueur minimale de la piste d'envol

C'est évidemment pour un avion donné, la plus longue des deux distances :

Distance accélération arrêt.

Distance d'envol sur un moteur

Des explications plus détaillées sur ces différents paramètres sont don-

nées dans le volume 2 : UTILISATION DES BIMOTEURS (Opérations Aériennes).

**Nota :** Le lecteur féru de mécanique du vol lira, avec intérêt et profit, l'étude intitulée : « CAS DU BIMOTEUR CLASSIQUE AVEC MOTEUR STOPPE ».

Cette étude, que nous reproduisons page 93 est extraite de la remarquable série d'articles publiés dans Aviasport par Jacques Mottez, Ingénieur E.C.P. sous le titre général de COMPRENONS NOTRE VOL.

---

---

## CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR DE LA THEORIE

**1) On ne doit pas décoller avant d'avoir atteint une certaine vitesse (vitesse de sécurité au décollage).**

**2) Le comportement de l'avion peut varier suivant le moteur en panne (moteur critique).**

**3) En cas de panne, contrer d'abord l'écart de cap avec la direction, puis ramener l'inclinaison.**

**4) En vol sur un moteur le zéro de la bille est décalé vers le moteur « vif ».**

---

---



**DEVENEZ MEMBRE DE L'A/C DU CANTAL  
STAGES PERMANENTS :**

**– Pilote Professionnel  
– T.T.**

**Spécial :**

**Hébergement gratuit pour P.P.**

**Documentation : A.C. du Cantal, Aéroport Aurillac 15000 – Tél. : (71) 64-22-00**

## 1.4. PERFORMANCES SUR UN MOTEUR

On entend dire tellement de choses sur les performances sur un moteur des bimoteurs légers qu'il est bon de faire le point exact de ce problème.

Il est même indispensable, pour la sécurité, d'avoir des idées précises.

Le plus simple est de se référer aux exigences des normes qui conditionnent la délivrance du Certificat de Navigabilité.

Nous traiterons ici du cas des avions **équipés de moteurs à pistons** et d'une masse totale au décollage au plus égale à 5,7 tonnes.

Les normes appliquées dans pratiquement tous les pays occidentaux sont les FAR 23 et 25 américaines.

Les normes françaises sont des traductions pratiquement intégrales des normes américaines.

**La FAR 23** est applicable aux avions d'une masse totale au décollage au plus égale à 5,7 tonnes, quel que soit leur type de motorisation.

En ce qui concerne les performances exigées en vol sur un moteur, plusieurs cas sont à considérer :

**A – Avions dont le poids total est inférieur à 2720 kg et la vitesse de décrochage  $V_{so}$  inférieure à 61 kt (113 km/h).**

La norme n'impose aucune vitesse verticale minimale sur un moteur pour ces avions.

Par vitesse de décrochage  $V_{so}$  il faut entendre : vitesse de décrochage à traction nulle (ou gaz réduits à fond), hélices au petit pas, train sorti, volets position atterrissage, et poids total maximum admissible.

Notons que finalement peu d'ap-

pareils entrent dans cette catégorie, car la vitesse de décrochage  $V_{so}$  des bimoteurs légers est généralement supérieure à 113 km/h.

D'autre part même les quelques avions entrant dans cette catégorie répondent aux exigences ci-après qui conditionnent l'appellation de vrai bimoteur.

**B – Avions dont le poids total est supérieur à 2720 kg ou dont la vitesse de décrochage  $V_{so}$  est supérieure à 61 kt (113 km/h).**

A une altitude de 1500 mètres, avec le moteur critique arrêté, la vitesse ascensionnelle stabilisée doit être au minimum de :

$V_z$  (pieds/minute) =  $0,027 V_{so}^2$  (noeuds)

Cette performance doit être obtenue :

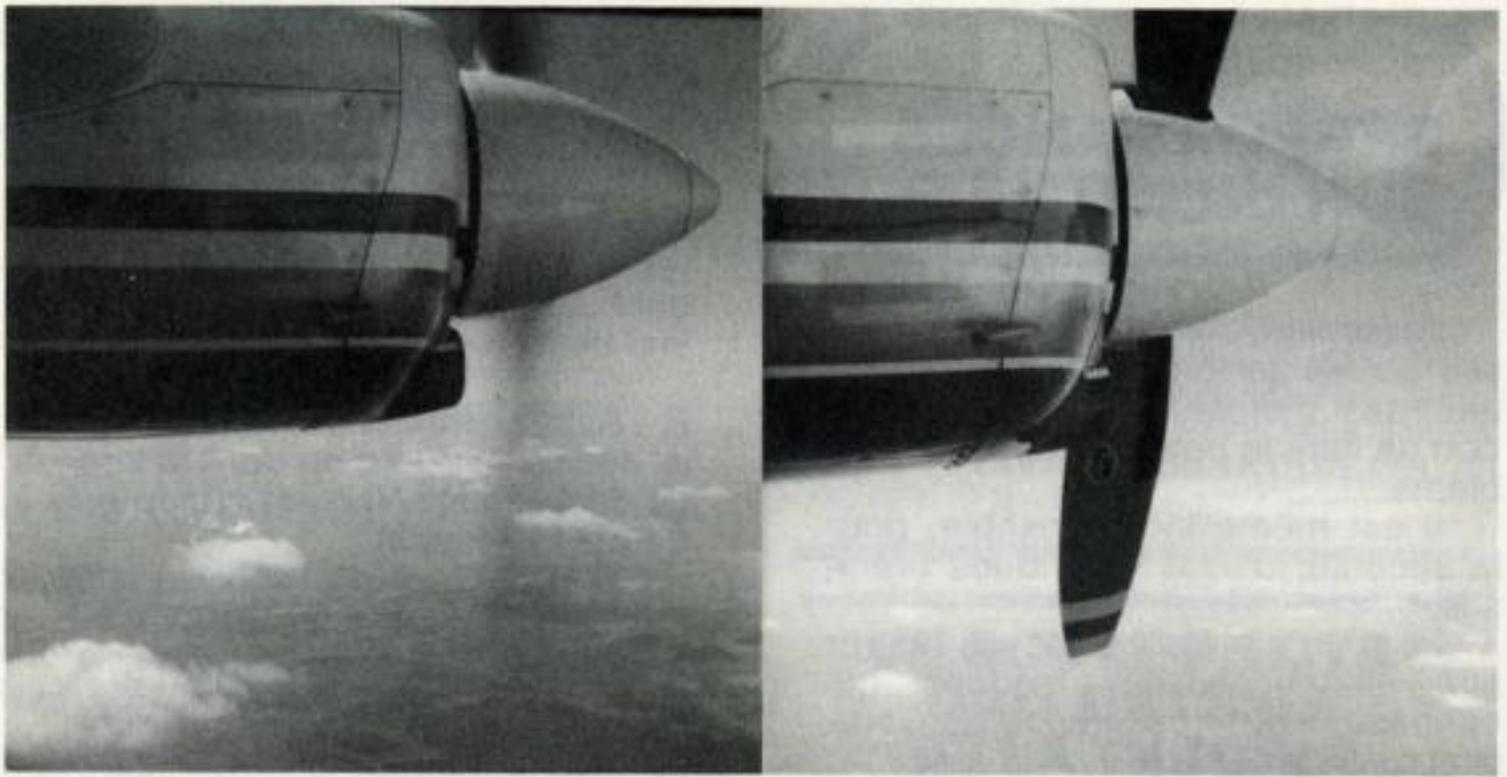
- au poids total
- le moteur restant à la puissance maximale continue
- moteur critique en panne et son hélice en position de trainée minimale
- volets de capot du moteur en marche à la position déterminée lors des essais de refroidissement
- train rentré
- volets hypersustentateurs à la position la plus favorable.

**Exemple :** pour un avion ayant une vitesse de décrochage « tout sorti » de 70 kt (130 km/h), la  $V_z$  minimale doit être de 132 pieds/min. (0,66 m/sec.).

**C – Avions transportant plus de 10 occupants (équipage compris) et classés en transport public de passagers.**

En plus des performances réglementaires déjà évoquées, la S-FAR 23 (S pour spécial) requiert :

- le choix d'une vitesse de décision  $V_1$  (voir le volume 2) telle que  $V_1 \geq 1,10 V_{s1}$  ( $V_{s1}$  étant la vitesse de décrochage



### PARTENAVIA P 68

tout réduit associée à la configuration choisie pour le décollage : masse de décollage, position des volets hypersustentateurs) et  $V1 \geq 1,10 VMC$  (VMC étant la vitesse minimale de contrôle).

Cette vitesse  $V1$  doit permettre l'accélération arrêt en fonction de la piste utilisée, la panne survenant à  $V1$ . Toutefois, on admet que l'avion peut sortir de la piste à une vitesse de 35 kt (65 km/h). Cette « tolérance » anti-sécurité étant faite pour permettre à certaines compagnies (n'oublions pas qu'il s'agit d'appareils classés transport public) l'utilisation de terrain à piste courte.

- une **pente** de montée à 1500 mètres avec le moteur critique arrêté de 1,2% ou  $0,02 V_{so}$  (°) (la plus grande des deux valeurs) en standard de température ou 0,6% ou  $0,01 V_{so}$  (°) (la plus grande des deux valeurs) en conditions de température standard + 22°C.

Ceci à la masse maximale.

**Exemple :** pour un avion ayant une  $V_{so}$  de 70 kt (130 km/h), la pente requise correspond à une  $V_z$  de 100 ft/m (0,5 m/sec.) en condition standard.

**En d'autres termes, en pratique on demande au moins aux bimoteurs légers d'avoir, sur un moteur, un plafond pratique de 1500 m, train rentré.**

Il faut retenir de cela qu'un avion répondant « tangent » à la norme, n'aura pas, près du sol, train sorti et volets décollage, une vitesse ascensionnelle bien « épaisse » sur un moteur.

Si les conditions ne sont pas « standard » (température élevée, terrain un peu haut), si l'avion est surchargé, ou simplement si le pilote ne respecte pas avec précision la vitesse optimale sur un moteur, cela risque de ne pas monter du tout.

On n'insistera jamais assez sur le fait que la panne de moteur sur un bimoteur certifié en FAR 23 doit être traitée avec sérieux, en particulier la

panne au décollage, d'autant que sur beaucoup d'appareils les performances requises sont juste satisfaites.

**La FAR 25** est applicable aux avions de TRANSPORT. Il n'est pas fait mention d'une limite inférieure quelconque concernant la masse maximale au décollage.

La FAR 25 est donc applicable aux avions de moins de 5,7 tonnes lorsque ceux-ci sont destinés au transport de passagers payants.

Naturellement certains avions légers qui effectuent du transport de passagers payants ont reçu leur certificat de navigabilité avant la mise en application de la FAR 25. Actuellement on peut admettre que la FAR 25 est appliquée si l'avion peut transporter plus de 10 passagers payants.

En ce qui concerne les vitesses ascensionnelles minimales exigées avec un moteur hors de service, quatre phases du vol sont à prendre en considération :

- Le décollage
- La montée initiale
- Le vol à 1500 mètres d'altitude
- L'approche (cas de la remise des gaz)

### Phase décollage.

En configuration décollage : train sorti, volets décollage, le moteur critique étant en moulinet ou en drapeau, le moteur restant à la puissance maximale décollage, l'avion, au poids total maximal admissible, doit avoir une vitesse ascensionnelle au moins égale à :  
50/pieds-minute, soit 0,25 mètre-seconde

L'avion étant à  $V_2$  ( $V_2 \geq 1,2 V_{S1}$ ) et ceci pour toutes les altitudes densités de décollage pour lesquelles l'avion est homologué.

### Montée initiale.

En configuration montée initiale (soit comme précédemment mais train rentré) la vitesse ascensionnelle doit être au moins égale à :

$$V_z \text{ (pieds-minute)} \geq 0,046$$

$$V_{S1}^2 \text{ (noeuds)}.$$

$V_{S1}$  = Vitesse de décrochage dans la configuration considérée exprimée en noeuds.

Cette vitesse ascensionnelle devant être tenue entre 35 pieds (10 mètres) et 400 pieds (120 mètres), au-dessus du terrain de décollage.

**Nota :** Ordre de grandeur de l'exigence de norme pour un avion décrochant à 70 kt (130 km/h) :

$$V_z = 1,15 \text{ m/sec.}$$

### Vol à 1500 mètres.

Les exigences sont exactement les mêmes que pour les avions de plus de 2720 kg en FAR 23.

Notons que le poids maximal admissible doit être interprété comme étant celui au décollage moins la consommation de carburant nécessaire pour monter à 1500 mètres.

### Approche

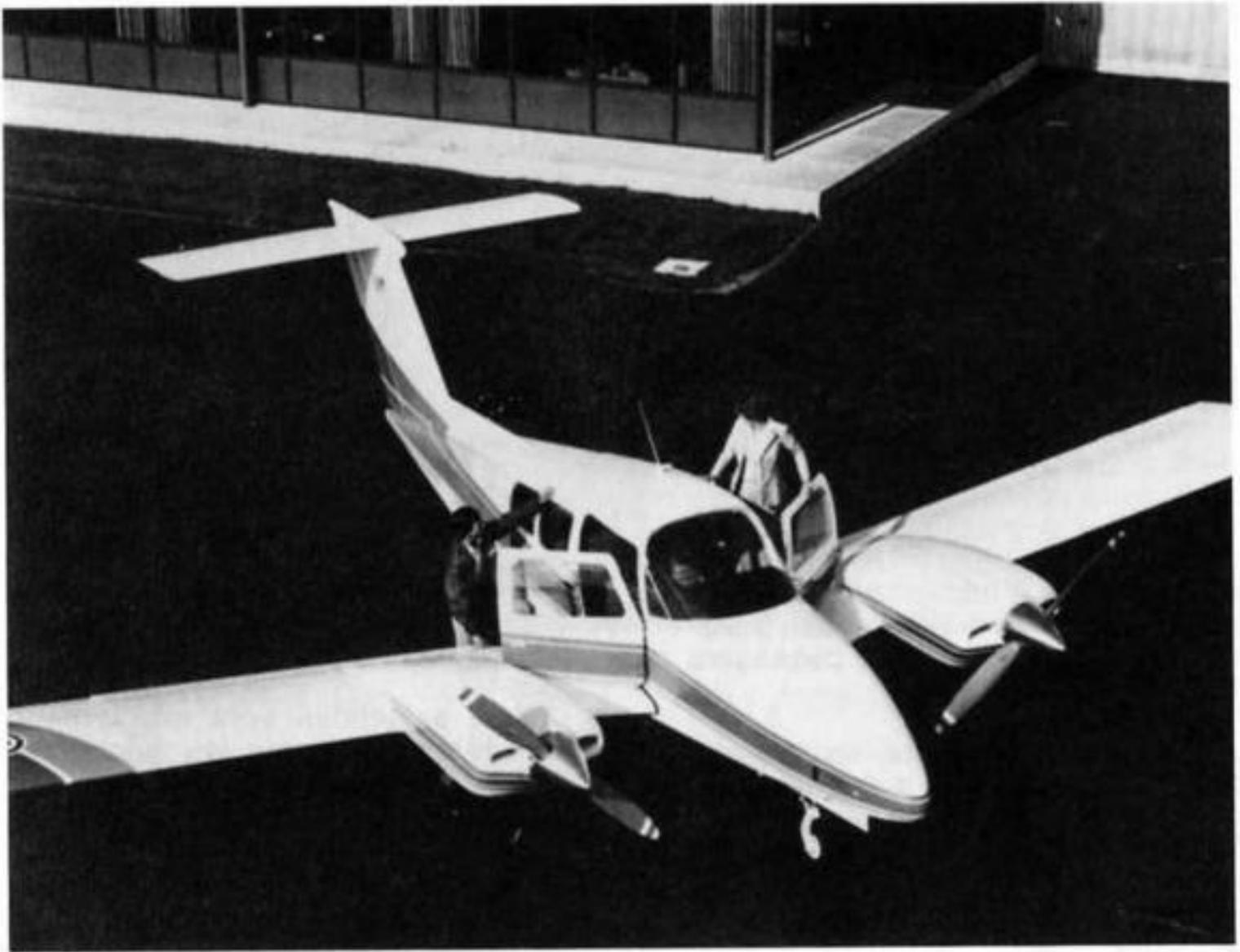
En configuration train sorti, volets à la position approche, moteur mort hélice en drapeau, moteur en fonctionnement à la puissance maximale décollage, avion au poids total maximal autorisé pour l'atterrissage, la vitesse ascensionnelle doit être au moins égale à :

$$V_z \text{ (pieds-minute)} \geq 0,053 \quad V_{S0}^2 \text{ (noeuds)}.$$

Ceci pour toutes les altitudes densités d'atterrissage homologuées.

#### Nota :

- Le braquage des volets sera tel que  $V_{S1} \leq 1,10 V_{S0}$ .
- La vitesse sur trajectoire sera au moins égale à  $1,5 V_{S1}$ .



### BEECHCRAFT DUCHESS

- $V_{so}$  – vitesse de décrochage en configuration atterrissage (avec les pleins volets) exprimée en noeuds.
- $V_{s1}$  – vitesse de décrochage dans la configuration considérée (volets à la position choisie pour l'approche) exprimée en noeuds.

Ordre de grandeur de l'exigence de la norme pour un avion ayant une vitesse de décrochage de 70 kt (130 km/h).

$V_z = 1,30$  m/sec.

Dans le domaine des vitesses ascensionnelles sur un moteur la FAR 25 donne donc beaucoup plus de garanties que la FAR 23.

Mais mal gré tout, comme on peut le constater, les exigences en valeur absolue sont assez faibles et l'on ne saurait trop insister sur la nécessité, pour des raisons de sécurité, de respecter **scrupuleusement** les consignes de chargement (respect du poids maximal autorisé) et

les vitesses recommandées en cas de panne (vitesses optimales sur un moteur en fonction de la configuration), et de bien tenir compte des conditions de décollage (altitude densité du terrain).

---

---

## CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR :

- Ne jamais décoller en surcharge.
  - En cas de panne au décollage – une fois en vol – ne pas hésiter à rentrer le train.
- 
-

## QUELQUES CHIFFRES

Pour les curieux voici d'autres chiffres, commentaires ou remarques.

Le tableau ci-après est assez instructif. Il donne pour un certain nombre d'appareils : 1) Le poids total PT; 2) La charge au m<sup>2</sup> P/S; 3) La vitesse de décrochage V<sub>so</sub>; 4) Calculée suivant la norme, la vitesse ascensionnelle que l'avion doit présenter à 1500 m; 5) Le plafond pratique annoncé sur 1 moteur Z1; 6) La vitesse ascensionnelle au sol sur 1 moteur V2; 7) La charge au cheval sur 1 moteur kg/cv.

	1 PT	2 P/S	3 V <sub>so</sub>	4 V 1500 m	5 Z1	6 V1	7 kg/cv
Twin Comanche B	1632	98,7	111	0,49	2160	1,32	10,2
Piper Aztec C	2180	113,2	110	0,48	2260	1,80	8,7
Cessna 310 K	2359	145	125	0,62	2088	1,68	9,08
Cessna 320	2358	145	125	0,62	5852	2,53	8,20
Cessna 337	1905	102	101	0,39	3100	2,3 *	9,08
Travel Air	1905	113	113	0,49	2500	1	10,6
Morava L 200	1950	113	110	0,48	2500	1,5	9,25
Grand Commander	3850	162	132	0,69	3500	1,21	10,1
Turbo-Commander	3855	162	132	0,69	?	3,25	7,8
SFERMA-Marquis	2725	117	118	0,55	6000	5	6
Beechcraft Baron	2213	119	122	0,59	2315	1,6	8,52
F 20 Pegaso	2300	155	116	0,55	2250	2,5	8,1
Seneca	1814	94,7	108	0,47	2010	1,1	9,00
Partenavia P 68	1860	100	91	0,33	2850	1,8	9,30

(\*) Sur le moteur arrière.



### AEROCOMMANDER JET PROP

**Nota :** Si d'autres appareils très répandus ne figurent pas sur ce tableau, c'est parce que nous n'avons pas assez de renseignements valables pour tirer des conclusions.

Pour incomplet qu'il soit, ce tableau permet de voir que, lorsque la charge au cheval sur un moteur dépasse 10 kg, cela ne monte plus beaucoup, et il y a de fortes chances que, train sorti, il ne reste plus rien.

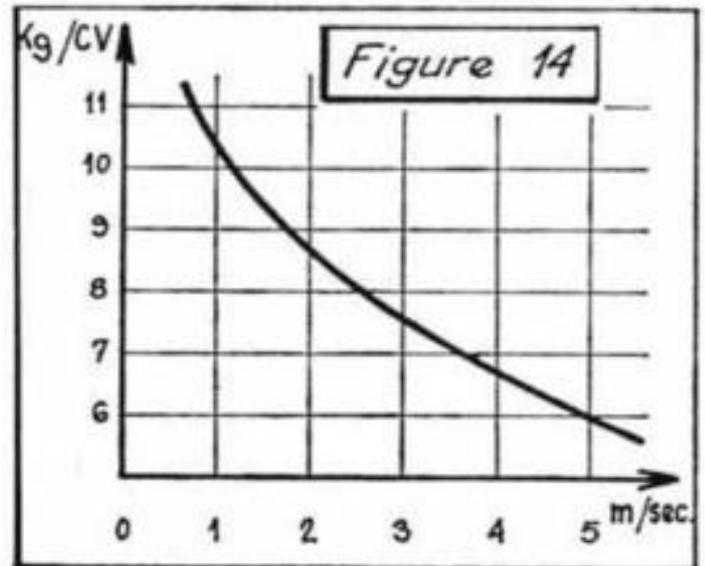
On voit l'avantage et la sécurité apportés par le turbopropulseur (voyez les vitesses ascensionnelles du Turbo-Commander et du SFERMA Marquis).

Les moteurs à compresseur (Cessna 320) augmentent le plafond sur un moteur parce qu'ils conservent la puissance avec l'altitude, mais ils ne jouent pas sur la vitesse ascensionnelle au sol.

Cette vitesse ascensionnelle au sol dépend essentiellement de la charge au cheval sur un moteur, comme le montre la figure 14.

On voit aussi que la panne de moteur au décollage est toujours un cas très délicat, non seulement à cause des problèmes de contrôle de l'avion, mais aussi parce que la vitesse ascensionnelle restante est toujours faible.

**Nota :** On sait que Monsieur Jacques Le-



carne donne comme paramètre essentiel de la vitesse ascensionnelle la charge à l'envergure  $\left(\frac{M}{b}\right)$  (voir sa lettre au début de l'ouvrage).

Il est encore plus précis de dire que à charges au cheval égales, l'avion ayant la plus faible charge à l'envergure est celui qui aura la meilleure vitesse ascensionnelle.

De même, de toute évidence, de deux avions ayant la même charge à l'envergure, celui le plus motorisé (plus faible charge au cheval) montera le mieux.

---

# PERFORMANCES ET SECURITE

---

Lors d'une panne de moteur au décollage, cas le plus critique, la sécurité tient à trois facteurs :

- 1 – les qualités de vol de l'avion
- 2 – sa vitesse ascensionnelle restante sur un moteur
- 3 – le savoir-faire du pilote

ceci en admettant que l'avion ne soit pas en surcharge. Dans ce cas de figure (panne au décollage ou en montée initiale) le point clef est : **ne pas perdre le contrôle de l'avion**, ne pas le laisser partir en virage engagé, ne pas l'amener au décrochage. La performance (possibilité de continuer le vol) ne vient qu'en second lieu, tant il est vrai qu'il vaut mieux se « crasher » en contrôlant l'avion que s'écraser après un décrochage. Donc même près du sol, surtout près du sol, il est essentiel de contrôler l'appareil même au prix d'un vario négatif, d'où l'importance primordiale des qualités de vol (facilité de ce contrôle).

Naturellement si les qualités de vol sont bonnes et qu'en plus l'appareil conserve un vario positif c'est encore mieux et compte tenu des faibles vitesses ascensionnelles restantes que présentent tous les bimoteurs à pistons en monomoteur 0,30 m/sec. de plus c'est presque « le confort » au lieu du « tangent ».

Le savoir-faire du pilote ne vient qu'en troisième position car il est évident que si l'avion est incapable de monter sur un moteur le meilleur pilote n'y pourra rien. Toutefois même s'il ne vient qu'en troisième position, le savoir-faire du pilote (formation,

entraînement) ne doit pas être négligé. En monomoteur le pilotage de l'avion est « pointu » et compte tenu des faibles performances des meilleures machines, la vitesse donnant la meilleure vitesse ascensionnelle doit être tenue avec une grande précision.

Le savoir-faire du pilote en plus de l'habileté manuelle inclut la connaissance des vitesses à afficher (ce n'est pas au moment de la panne qu'il aura le temps de consulter le manuel de vol) et le respect des consignes de chargement (poids et centrage).

**Si votre sécurité et celle de vos passagers est pour vous un point clef, choisissez un appareil aux bonnes qualités de vol, donnez votre préférence à celui conservant une pente acceptable de montée sur un moteur, veillez à votre entraînement personnel et ne décollez jamais en surcharge.**

Les tableaux ci-après donnent pour des appareils très répandus, ou caractéristiques, les vitesses ascensionnelles sur deux et un moteur avec le pourcentage que représente la vitesse ascensionnelle monomoteur par rapport à celle bimoteur. Il est capital que le pilote soit conscient que lorsqu'il perd la moitié de la puissance installée il perd aussi au moins 75% de sa vitesse ascensionnelle. La dernière colonne donne la pente de montée en monomoteur. C'est là un paramètre essentiel. Car naturellement à vitesse ascension-

nelle égale sur un moteur l'appareil le plus sûr est celui qui offre la meilleure pente de montée.

Remarquons aussi que, dans l'ensemble, la plus grande motorisation des biturbopropulseurs leur confère de meilleures performances (vz et pente) sur un moteur – avantage déterminant pour la sécurité.

Une pente de montée de 2% signifie que vous gagnez 20 mètres de hauteur par kilomètre parcouru, ce qui vous donne une idée de ce qui vous attend en cas de panne au décollage si vous êtes obligé de faire un tour de piste en vous « hissant » à 200 mètres.

### **Ce que vous devez retenir si la sécurité est votre premier souci :**

- **choisissez soigneusement votre avion**

- **ne négligez pas votre entraînement**

- **ne décollez jamais en surcharge**

- **soyez attentif à l'altitude densité du terrain de décollage (les performances ascensionnelles de base sont données en atmosphère standard au niveau de la mer)**

mais tout de même ne tremblez pas à chaque décollage.

Il y a seulement 1,6 défaillances moteurs par 100 000 heures de vol et près de 70% des pannes se produisent en croisière et en approche. En fait près de 50% en croisière ce qui n'est pas étonnant car c'est tout de même la phase du vol où l'on passe le plus de temps.



## BIMOTEURS A PISTONS

Constructeur	Type	P	Puissance installée	T.C.	Charge au CV	Vitesse ascensionnelle			Pente % sur 1 M
						2 M	1 M	%	
Piper	Twin Comanche	-	320	-	5,10	7,3	1,3	18	ND
Beechcraft	Duchess	-	360	-	4,91	6,2	1,1	18	2,5
Piper	Seminole	-	360	-	4,79	6,7	1,0	15	2,5
Partenavia	P 68 C	-	400	-	4,97	7,5	1,3	17	3
Cessna	Skymaster	-	420	-	5,00	4,7	1,5	32	3
Piper	Seneca III	-	440	o	4,89	7,0	1,1	16	2,5
Piper	Aztec F	-	500	-	4,71	7,0	1,1	16	2,5
Cessna	Crusader	-	500	o	4,67	7,4	1,1	15	2
Bechcraft	Baron B 55	-	520	-	4,44	8,4	1,9	23	4
Cessna	310	-	570	-	4,37	8,3	1,8	22	3,5
Aerostar	602 P	o	580	o	4,69	8,7	1,5	17	2,5
Cessna	340 A	o	620	o	4,38	8,2	1,6	20	3
Beechcraft	Baron 58 P	o	650	o	4,32	7,4	1,1	15	2
Cessna	402 C	-	650	o	4,78	7,2	1,5	21	3
Piper	Chieftain	-	700	o	4,53	5,6	1,1	20	2
Cessna	421	o	750	o	450	9,7	1,7	18	8
Cessna	Titan	-	750	o	5,08	7,8	1,1	14	2

## BITURBO-PROPULSEURS

Constructeur	Type	P	Puissance installée	Charge au CV	Vitesse ascensionnelle			pente % sur 1 M
					2 M	sur 1 M	%	
Partenavia	Spartacus	-	660	3,93	10,4	3,5	34	7
Cessna	Conquest I	o	900	4,33	9,3	1,8	19	3
Sferma	Marquis	-	900	3,05	16,0	5,0	31	ND
Piper	Cheyenne I A	o	1000	3,94	8,7	2,2	25	4
Reims-Cessna	Caravan II	-	1000	4,24	9,1	2,0	22	3,5
Piper	T 1040	-	1000	4,08	8,0	1,6	20	3
Beechcraft	King Air C 90 A	o	1100	3,97	15,6	3,1	20	6
Cessna	Conquest II	o	1270	3,51	12,1	3,6	30	6
Lear	Fan 2100	o	1300	2,56	19,2	ND	ND	ND
Mitsubishi	Solitaire	o	1330	3,57	11,2	2,4	21	3
Piper	Cheyenne II A	o	1440	3,52	11,9	3,1	26	5
Gulfstream	Commander 1000	o	1640	3,09	14,0	4,6	33	7,5
Beechcraft	Super King Air 200	o	1700	3,33	12,2	3,7	30	6
British Aerospace	Jetstream 31	o	1800	3,66	11,0	2,6	24	5
Fairchild	300	o	1800	3,33	13,0	3,7	28	5,5
Piper	Cheyenne IV	o	2000	2,71	17,0	4,9	29	ND
Beechcraft	Super King Air 300	o	2100	3,02	14,1	4,2	30	7

0 dans colonne P = pressurisé; dans colonne TC = turbocompressés (pour les moteurs à pistons. ND = non déterminé



## 2. LE PILOTAGE DES BIMOTEURS

### 2.1. VOL SUR DEUX MOTEURS

#### MISE EN ROUTE

Nous supposons la visite pré-vol effectuée et le pilote installé au poste de pilotage.

Lorsqu'un seul moteur possède une génératrice, c'est celui-là qui sera mis en route le premier.

La raison en est évidente : lorsque le moteur tournera, et sera suffisamment chaud, le régime pourra être éventuellement augmenté et la génératrice débitera, fournissant le courant nécessaire à la mise en route du second moteur si la batterie est un peu faible.

Dans le cas où les deux moteurs possèdent une génératrice (ce qui est le cas des bimoteurs I.F.R. ayant des instruments de P.S.V. électriques) on met généralement en route en premier le moteur opposé à la porte d'entrée. Ceci donne encore quelques minutes pour ouvrir cette porte, échanger quelques mots avec les personnes à terre... et se faire apporter le document oublié !

Lorsque l'avion a une porte et une génératrice de chaque côté il est préférable de mettre en route, en premier, le moteur le moins visible pour le pilote. Cela permettra à ce dernier de mieux entendre la réponse à son : « Personne devant, contact » et de mieux contrôler auditivement le démarrage du moteur.

Dans le cas où l'énergie électrique est fournie non pas par des génératrices mais par des alternateurs, la mise en route des moteurs se fait alternateurs coupés. Ceci pour éviter de faire sauter le fusible d'induction. Dans le cas (presque général) où le démarrage est effectué sur la batterie de bord, il est conseillé de démarrer en premier le moteur relié à la batterie par la ligne électrique la plus courte (ceci pour disposer du maximum d'énergie afin d'actionner le démarreur).

#### ROULEMENT

Le bimoteur, avion de voyage par excellence, est souvent utilisé sur de grands aérodromes, sur lesquels le roulage pour rejoindre la piste, ou pour rejoindre le parking après l'atterrissage, est assez long.

Il est donc essentiel de rouler en utilisant une procédure rationnelle.

Pour piloter l'avion pendant le roulage, le pilote de bimoteur a plus de possibilités que sur un monomoteur puisqu'il dispose :

- des gouvernes principales;
- des freins;
- de la possibilité de jouer sur les moteurs (traction dissymétrique).

## USAGE DES FREINS

Le roulement commence naturellement, comme sur n'importe quel avion, par un essai systématique des freins.

En dehors de cela, ceux-ci seront utilisés **le moins possible**, seulement pour effectuer une correction finale et lorsque le moteur situé du côté de la correction aura été complètement réduit.

Les freins seront utilisés sans brutalité et de façon progressive.

## ROULEMENT EN LIGNE DROITE

Les moteurs seront réglés à une puissance telle que le roulement s'effectue à vitesse raisonnable **et constante**.

Si l'avion a tendance à embarquer (vent de travers par exemple) cette tendance pourra être annulée en affichant des puissances dissymétriques sur les moteurs.

Sur les avions à train tricycle et roulette avant conjuguée, le contrôle est généralement assuré par action sur le palonnier.

Sur les avions à train classique, l'action des ailerons ne sera pas négligée.

En cas de nécessité de jouer sur la puissance des moteurs pour assurer le contrôle en direction, on devra le faire en « croisant les manettes ». Autrement dit plutôt que de créer le moment nécessaire au contrôle en agissant sur un seul moteur, on agira sur les deux différemment, ainsi la traction sera maintenue constante

et la vitesse de roulement également.

Il existe une limitation au roulement par vent de travers.

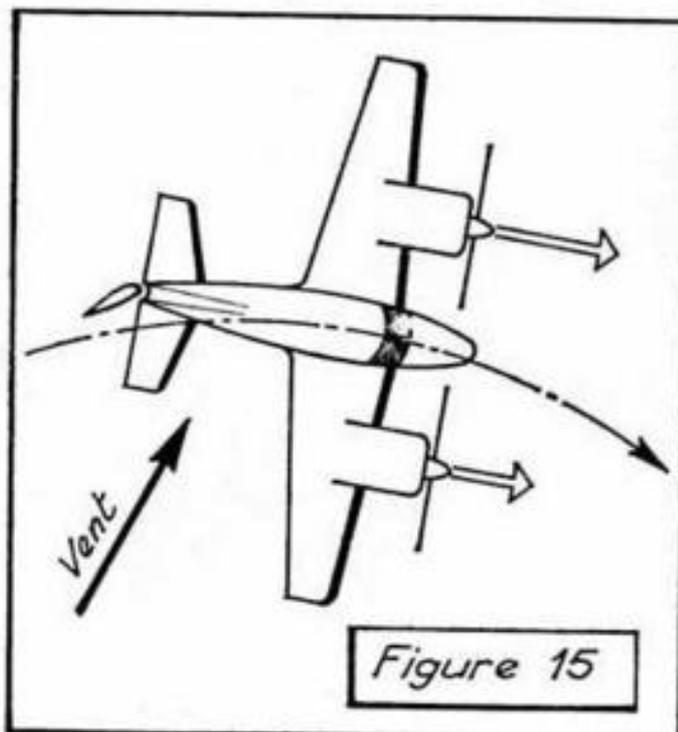
En effet, surtout avec un train classique, si le vent est très fort, une forte dissymétrie de traction peut-être nécessaire. Si la puissance totale appliquée est forte, le roulement peut être trop rapide et l'usage des freins peut devenir indispensable; mais comme par ailleurs les freins ne résistent pas longtemps à ce régime...

## ROULEMENT EN EVOLUTION (VIRAGE)

Un bimoteur présente généralement plus d'inertie qu'un monomoteur, cela va amener d'une part, à amorcer le mouvement d'évolution avec plus d'énergie, d'autre part, à le contrer plus tôt pour arrêter l'avion dans la bonne direction.

En virage, l'avion va avoir tendance à se freiner; si l'on veut maintenir la vitesse de roulement constante, il faudra donc augmenter légèrement la traction.

Au début du mouvement, on augmentera donc la puissance du mo-



teur extérieur, puis, on agira en « croisant les manettes » (toujours pour tenir la nouvelle puissance appliquée constante).

Naturellement si l'on roule trop vite, ce qui est souvent le cas, on amorcera le virage en réduisant le moteur intérieur.

Attention aux virages amorcés en partant du vent arrière et où l'action du vent rend l'avion « survireur » comme le montre la figure 15. Cet effet étant surtout marqué sur les avions à train classique.

Notons que sur les avions tricycles, à roulette avant conjuguée, les virages s'effectuent, la plupart du temps, très facilement même en maintenant la puissance symétrique.

## DECOLLAGE

L'avion étant prêt pour le décollage (et à ce sujet notons qu'un bimoteur léger est un appareil suffisamment compliqué pour que l'usage de la check-list soit une règle absolue) on s'alignera en **extrémité de piste** et bien au milieu. Insistons sur ce dernier point, car en cas de baisse de puissance d'un moteur, lors du roulement, l'avion aura tendance à embarquer et il est bon d'avoir le maximum de garde de chaque côté.

Lors du roulement, la tenue de l'axe doit être assurée à l'aide des moteurs et des gouvernes. **Les freins ne doivent pas être utilisés** (car on se pénalise alors en longueur de roulement), sauf en cas de nécessité absolue, par exemple en cas de décollage manqué, et dans ce cas seulement après réduction totale de la puissance.

Au tout début du roulement, la tenue de l'axe ne peut être assurée que par la roulette, si elle est conjuguée au palonnier, et surtout par l'application dissymétrique de la puissance.

**Les gaz seront donc mis progressivement** (ce qui ne veut pas dire len-

tement) pour justement pouvoir doser la dissymétrie de puissance qui peut être nécessaire. En cas de décollage par fort vent de travers, la mise de puissance dissymétrique devient presque obligatoire.

Dans certains cas cette dissymétrie peut être importante et l'on concevra qu'alors la longueur de roulement soit sensiblement augmentée.

De toute façon, dès que l'avion est en vol, il n'y a aucune raison pour que la puissance appliquée soit dissymétrique. Ce qui signifie que l'on doit dans tous les cas être pleins gaz et à puissance symétrique au moment où les roues quittent le sol et même un peu avant.

Toujours dans le cas de décollage par vent de côté, les ailerons sont utilisés lors du roulement en mettant le « manche dans le vent ».

On bénéficie ainsi de l'effet de lacet inverse qui aide à la tenue de l'axe, et les caractéristiques de roulement de l'avion sont meilleures.

Enfin, on décollera légèrement incliné sur le côté du vent, ce qui est également favorable.

**Depuis le moment où le pilote commence la mise des gaz, pendant tout le décollage et la montée initiale, sa main droite ne devra jamais quitter les manettes des gaz.**

Il y a à cela deux raisons :

D'une part, il sera prêt à toute éventualité en cas de panne de moteur (nous verrons un peu plus loin la procédure en cas de panne au décollage), d'autre part, il préviendra le retour en arrière des manettes, ce qui est un cas assez fréquent.

Nous avons vu au chapitre « Etude théorique du vol des bimoteurs » ce qu'étaient les : vitesse minimale de contrôle, et vitesse de sécurité au décollage; il nous suffira donc de dire maintenant que l'avion doit être maintenu au sol jusqu'à obtention de V.S.D. (vitesse de sécurité au décollage).

Sur un avion à train tricycle cela veut dire que la roulette avant sera « soulagée » voire « soulevée » du sol, mais que l'on n'affichera pas l'assiette permettant le décollage avant d'avoir atteint la V.S.D.

Sur un avion à train normal, cela veut dire qu'il sera peut-être nécessaire de pousser sur le manche pour empêcher l'avion de décoller prématurément.

En tout cas, si par hasard l'avion est décollé prématurément (avant obtention de la V.S.D.), il doit être maintenu au voisinage immédiat du sol (palier) et **train sorti**, jusqu'à obtention de ladite V.S.D.

C'est pratiquement le seul cas où le palier est nécessaire avec un bimoteur, et il correspond à une faute initiale. Si le décollage est effectué à V.S.D., il faut généralement commencer la montée immédiatement pour rester dans les limites autorisées avec le train et les volets sortis. Il reste un mot à dire sur le « circuit

des yeux » le plus logique durant la phase décollage.

Pour simplifier nous décomposerons cette phase, seulement en deux parties :

**1) Mise en puissance, jusqu'à obtention des pleines puissances symétriques;** l'attention du pilote, donc son contrôle, donc ses yeux, doivent être concentrés sur la **piste (tenue de l'axe) et les instruments moteurs.**

**2) Dès que les moteurs sont à pleines puissances symétriques : l'anémomètre pour surveiller l'atteinte de la V.S.D.** devient essentiel, sans pour cela négliger la piste (axe) et les instruments moteurs.

*Les défauts les plus courants rencontrés chez les pilotes de monomoteurs, lors de leur transformation sur bimoteurs sont : l'usage immodéré des freins lors du roulement et de la phase initiale du décollage, l'oubli de l'aide que peut apporter l'usage dissymétrique des moteurs, la tendance à abandonner les manettes de gaz dès que la puissance maximale est affichée.*

---

---

## **CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR**

- 1) Lors du roulement et du décollage utiliser les freins seulement en cas de nécessité absolue;**
  - 2) penser à utiliser les moteurs et les gouvernes;**
  - 3) ne pas décoller avant d'être sûr d'avoir atteint la vitesse de sécurité au décollage (rafales de vent).**
- 
- 

# **MEFIEZ-VOUS COMME DE LA PESTE DES DECOLLAGES EN SURCHARGE**

## MONTEE

Une fois en vol, le bimoteur est donc un avion comme un autre... tant que les deux moteurs fonctionnent correctement, et il y a peu de chose à dire.

Rappelons que, durant la montée initiale, le pilote doit conserver la main sur les manettes des gaz.

## CROISIERE

Les puissances affichées doivent être symétriques, même pression d'admission et même nombre de tours. Pour ce réglage, l'oreille joue un grand rôle car il faut quelquefois décaler légèrement les aiguilles des compte-tours, et donc les manettes d'hélices, pour obtenir le « ronronnement » synchronisé des moteurs.

Rappelons que, plus encore que sur un monomoteur, la synthèse des indications des différents instruments permet une correction rapide et logique des défauts éventuellement constatés.

Il faut donc s'attacher non seulement à regarder les instruments, **mais à les lire et à les analyser.**

CESSNA CHANCELLOR

La rapidité de compréhension de la lecture des instruments facilite le pilotage et augmente sa souplesse. Elle permet d'apporter un remède, plus préventif que curatif si une anomalie se présente.

Le « circuit des yeux », nécessaire pour la surveillance des instruments, peut s'effectuer en regardant chaque instrument entre deux observations de l'horizon (artificiel en P.S.V., et naturel en vol à vue) :

**Horizon – Anémomètre – Horizon – Cap – Horizon – Altimètre – Horizon – Instruments moteurs, etc.**

Naturellement en V.F.R. la fréquence du balayage sera moindre qu'en I.F.R. En V.F.R., le pilote doit regarder à l'extérieur et de temps en temps son tableau de bord, alors qu'en I.F.R. il doit regarder son tableau de bord et de temps en temps à l'extérieur, pour contrôler l'évolution des conditions présentes.

## APPROCHE ET ATERRISSAGE

**Avec un bimoteur, l'approche « tout réduit » est une exception, et l'on fait connaissance, même en vol à vue, avec la né-**



**cessité des pré-affichages, qui facilitent grandement cette phase du vol.**

**Il est indispensable pour le pilote de connaître les puissances (pression d'admission et nombre de tours) qui correspondent aux deux cas de vol suivants :**

**1) Palier :** train sorti, volets décollage, à la vitesse de sécurité pour le dernier virage (cas du vent arrière et du dernier virage);

**2) Approche :** train sorti, volets atterrissage, à la vitesse normale d'approche avec un taux de chute voisin de 500 pieds/minute (2,5 m/sec) (cas de l'approche finale).

Il sera ensuite facile de « jouer » autour de ces pré-affichages pour obtenir de légères variations du taux de chute à vitesse constante.

Une fois le dernier virage effectué, la vitesse d'approche doit donc être

stabilisée le plus rapidement possible, avec le braquage de volets choisi pour l'atterrissage (en fonction du vent et de la turbulence) pour pouvoir déterminer les corrections à apporter aux taux de chute.

Si, par suite d'une fausse manœuvre, l'avion se trouve dans l'axe d'approche finale à une altitude inférieure à celle correspondant à un taux de descente au moins égal à 500 pieds/minute (2,5 m/sec.) et que l'on veuille utiliser la totalité des volets pour l'atterrissage, on se mettra en palier et l'on attendra d'intercepter le plan de descente correct avant de sortir complètement la totalité des volets.

Précisons encore que, en aucun cas, lors de la présentation, les moteurs ne doivent être réglés dissymétriquement.

**En cas de présentation par vent de travers,** le problème est de se maintenir sur l'axe de la piste lors de l'ap-

proche finale. Il suffira de « craber », c'est-à-dire d'annuler la dérive par un écart de cap.

Cette méthode qui est la seule utilisable en I.F.R. pour se maintenir sur l'axe du « localizer », est préférable à celle consistant à annuler la dérive par une « glissade » dans le vent.

Pourtant cette dernière méthode sera celle utilisée lors de la phase finale de l'approche, puisque l'atterrissage devra s'effectuer le plan des roues parallèle à la piste (ce qui n'est pas le cas lorsqu'on annule la dérive par un écart de cap).

Au cours de l'arrondi vent de travers, l'inclinaison devra être augmentée au fur et à mesure de la diminution de vitesse, pour maintenir l'axe.

**La réduction des gaz commencera quelques instants avant le début de l'arrondi, et s'effectuera progressivement, pour être complètement terminée au plus tard quand les roues toucheront le sol.**

Une réduction brutale, alors que l'avion est à quelques mètres du sol amènera généralement un atterrissage dur à cause de la diminution brutale de portance provoquée par la suppression du souffle des hélices sur la voilure.

Après l'atterrissage, on mettra de plus en plus d'aileron « dans le vent »

au fur et à mesure de la diminution de vitesse (pour profiter de l'effet de lacet inverse) tout en contrôlant la direction au palonnier.

Par très fort vent de travers on peut être obligé pour tenir l'axe, d'utiliser la puissance dissymétrique des moteurs. Cela a naturellement pour effet d'allonger la longueur du roulement. Il y a donc lieu dans ce cas de prévoir une présentation « courte » pour ne pas risquer de déborder de la piste. Les freins seront utilisés seulement en cas de nécessité et lorsqu'ils les moteurs seront réduits à fond.

Une fois posé le pilote doit donc utiliser dans l'ordre :

- ses gouvernes principales;
- les moteurs;
- les freins.

## **REMISE DES GAZ SUR DEUX MOTEURS**

La procédure n'offre aucune difficulté, elle consiste à :

- Remettre plein gaz
- Mettre les volets en position de collage
- Assurer un vario positif (ou au minimum un palier stabilisé jusqu'à l'obtention de V.S.D.)
- Rentrer complètement les volets à la vitesse recommandée et à l'altitude de sécurité.

---

---

## **CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR**

- 1) le préaffichage de base correspondant au vent arrière et à l'approche finale;
  - 2) En finale prendre la vitesse d'approche avec le braquage choisi pour les volets;
  - 3) Corriger le taux de chute, annuler la dérive;
  - 4) Conserver une puissance symétrique;
  - 5) Ne pas réduire brutalement les gaz, surtout près du sol.
- 
-



BEECHCRAFT

## 2.2. VOL SUR UN MOTEUR

### PANNE DE MOTEUR AU DECOLLAGE

Dans l'exposé qui suit, nous supposons naturellement que le pilote applique une procédure correcte et nous étudierons l'attitude qu'il doit adopter en fonction des circonstances.

#### Panne avant d'atteindre la V.S.D.

**Quelle que soit la longueur de piste restante, il faut IMPERATIVEMENT interrompre le décollage.**

Pour cela le pilote doit : réduire totalement la puissance, maintenir l'avion au sol, maintenir la trajectoire, freiner.

#### Panne une fois la V.S.D. atteinte

Si l'on est encore au sol, ou si l'on vient juste de décoller, mais que l'on a encore deux kilomètres de piste devant soi, il faut se reposer et appliquer la procédure précédente.

Si l'on ne peut pas s'arrêter « dans les limites de l'épure » on doit poursuivre le décollage.

Comme les bimoteurs légers (et les autres) ont une vitesse ascensionnelle faible sur un moteur, il faut à tout prix réduire la traînée et pour cela **immédiatement et sans hésitation** commander la rentrée du train (une fois en l'air tout de même !)

Puis en supposant que les moteurs se trouvent à pleine puissance : pas-

ser en drapeau l'hélice du moteur en panne. Pour cela procéder dans l'ordre suivant :

● Réduire la pression d'admission du moteur « mort ».

---

**Le moteur mort est celui correspondant à la jambe morte.**

---

En réduisant en premier lieu la pression d'admission, on met toutes les chances de son côté. En effet :

Si l'on se trompe de moteur, on s'en apercevra immédiatement, on pourra remettre la puissance, et la malencontreuse réduction initiale aura, au moins, eu pour effet de diminuer la dissymétrie de traction et donc d'aider à conserver le contrôle de l'appareil.

Une panne se traduisant rarement par l'arrêt brutal du moteur, mais commençant souvent par un beau « ratatouillage », le fait de réduire le moteur défaillant ne peut que lui faire du bien, et qui sait, le ramener à de meilleurs sentiments !

Mais si ce miracle ne se produit pas, on doit après la réduction de la pression d'admission :

● commander la mise en drapeau;  
● prendre la vitesse optimale de montée sur un moteur;

● mettre les volets à la position recommandée (cette manœuvre doit s'effectuer à la vitesse recommandée, celle-ci ayant été obtenue au besoin au cours d'un palier stabilisé effectué à l'altitude de sécurité - voir 3.4.3.);

● enfin : couper les contacts, la génératrice, l'essence et fermer les volets de capot moteur mort.

---

*Mais la précipitation et le « cafouillage » sont beaucoup plus dangereux qu'une action un peu lente réfléchie. Un accident consécutif à une panne après le décollage a fait plusieurs morts... 3 minutes après la dite panne. Le pilote a eu le temps de signaler ses ennuis par radio et pourtant l'enquête, à l'examen de la position des différentes manettes, a établi que le pilote s'était incontestablement « mélangé ».*

---

**Nota :** Les dernières manœuvres décrites qui demandent du temps et de l'attention doivent se faire en dernier lieu, à tête reposée pour ne pas risquer de fausses manœuvres (comme couper le contact du moteur vif). De toute façon, l'influence de ces manœuvres sur les performances et qualités de vol de l'avion est faible.

Toutes ces manœuvres devant naturellement s'effectuer en beaucoup moins de temps qu'il n'en faut pour les décrire.

Inutile de préciser que la panne au décollage est immédiatement suivie d'un tour de piste basse altitude et d'un atterrissage sur un moteur, la remise des gaz sur un moteur étant une manœuvre délicate à éviter dans toute la mesure du possible. D'autant que si elle est consécutive à une

présentation après panne au décollage elle sera exécutée à pleine charge et que cette manœuvre est toujours très « chère ».

---

---

## **CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR**

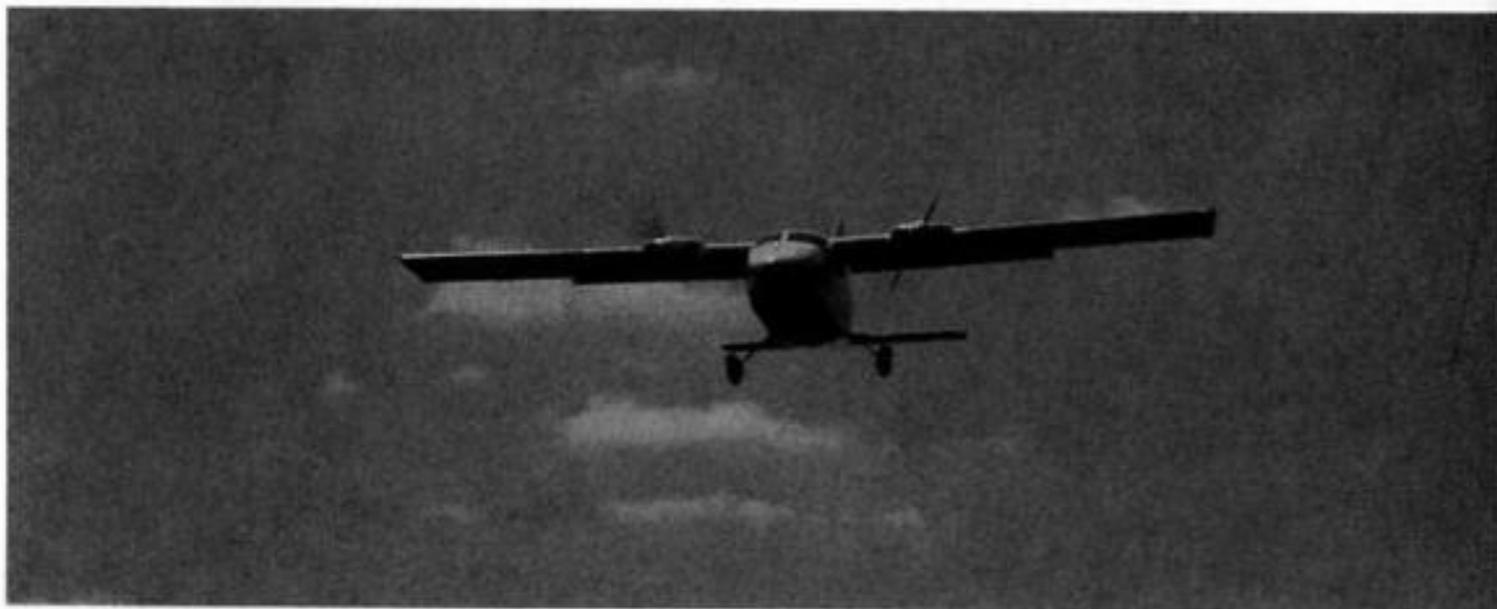
- 1) Ne jamais décoller avant d'avoir atteint la V.S.D. En cas de panne avant cette vitesse, interrompre le décollage;**
- 2) Le moteur mort est celui qui correspond à la jambe morte;**
- 3) Lors de la mise en drapeau procéder dans l'ordre suivant : réduire les gaz, passer l'hélice en drapeau, couper les contacts, la génératrice, et l'essence.**

**PIED MORT = MOTEUR MORT**

---

---

*PARTENAVIA P 68 EN APPROCHE MONOMOTEUR*



## TOUR DE PISTE SUR UN MOTEUR

Sauf impossibilité (obstacles naturels) le tour de piste basse altitude sur un moteur sera effectué en virant du côté favorable, **c'est à dire sur le moteur en fonctionnement.**

Le virage en montant suivant le décollage sera naturellement effectué à inclinaison modérée. Pour fixer les idées : virage standard IFR au taux 1, c'est-à-dire « grosso modo » avec une inclinaison égale à 10% de la vitesse en km/h ou 15% de la vitesse en noeuds.

A la suite de ce virage, et donc en position vent arrière, on restera parallèle à la piste, un autre virage « standard » devant amener « dans l'axe ».

Naturellement on tiendra compte du vent éventuel, et au lieu de rester exactement parallèle à la piste on s'en éloignera un peu si le vent a tendance à « écarter » l'avion dans son dernier virage.

Il y a lieu de noter que par fort vent de travers il est préférable de se présenter à l'atterrissage moteur « vif » au vent, et cela même au prix d'une légère composante de vent arrière,

afin de faciliter le contrôle en direction.

En effet l'avion tend :

- d'une part à virer vers le vent;
- d'autre part à virer vers le moteur mort, et il n'y a donc pas lieu d'additionner ces deux tendances, mais au contraire agir pour qu'elles se compensent si faire se peut.

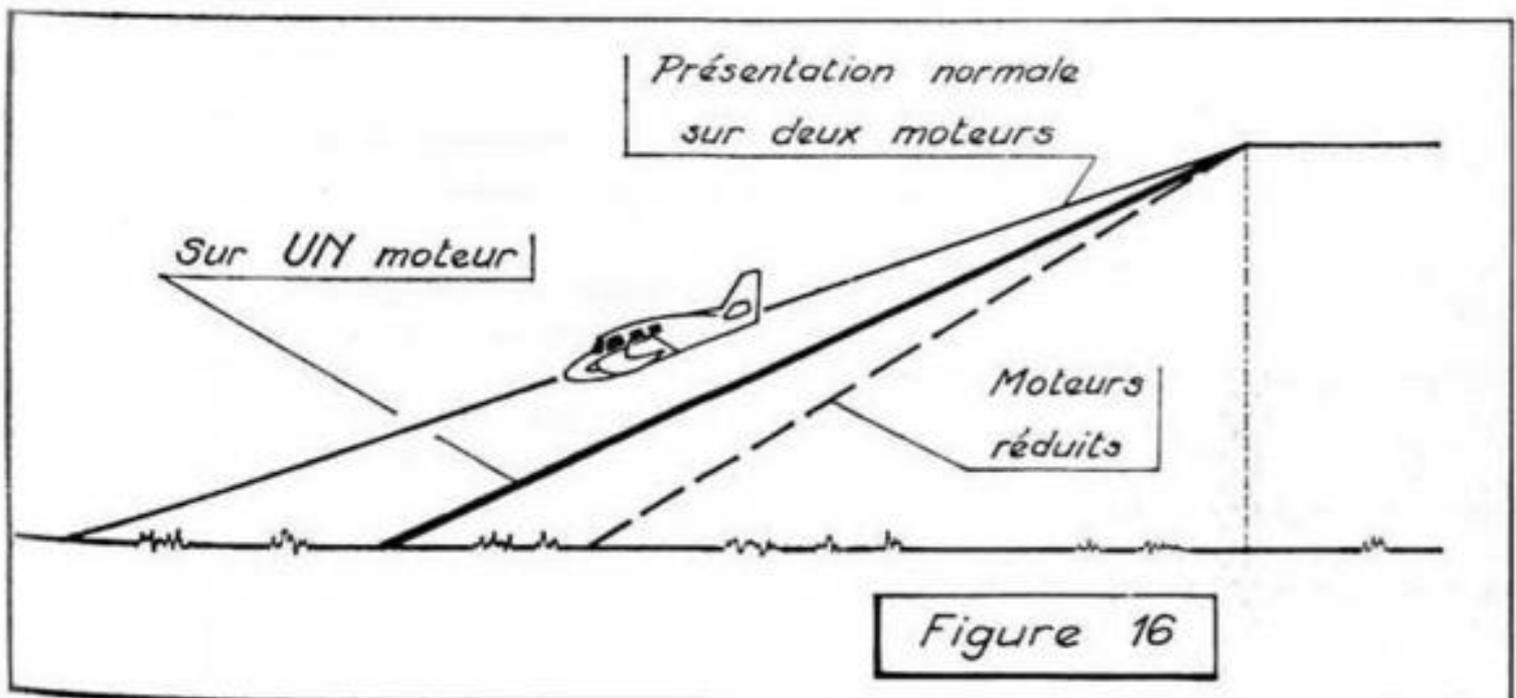
Si cela est impossible on peut aller jusqu'à envisager un déroutement sur un terrain voisin ayant une piste bien orientée par rapport au vent.

## APPROCHE ET ATERRISSAGE SUR UN MOTEUR

L'approche sur un moteur doit se faire à une pente intermédiaire entre celle « **tout réduit** » et celle « **normale** » sur deux moteurs (donc précisons bien à une pente supérieure à celle sur deux moteurs) (figure 16).

Le moteur vif sera donc réglé avec une puissance **supérieure** à celle du préaffichage de l'approche sur deux moteurs.

Il est vivement recommandé de choisir une vitesse de présentation égale ou légèrement supérieure à la vitesse optimale de montée sur un moteur.



Le train et les volets seront abaissés en finale seulement quand on sera sûr d'avoir le terrain, toutefois assez tôt pour avoir le temps d'effectuer les vérifications habituelles. En général on évitera d'utiliser les pleins volets. Les buts de cette procédure sont évidents :

– La pente intermédiaire d'approche est choisie de façon à pouvoir la faire varier dans les deux sens sans avoir de trop grandes variations de puissance à effectuer (efforts parasites dans le palonnier et écart de cap à contrôler) même dans le cas de remise des gaz.

– La vitesse d'approche est choisie de façon à ne pas avoir à effectuer de palier d'accélération dans le cas où une remise des gaz serait nécessaire.

– On évite l'utilisation des pleins volets pour ne pas se trouver dans le cas le plus défavorable s'il y avait nécessité de remise des gaz.

– Le train et les volets ne sont abaissés que lorsqu'on est sûr d'avoir la piste, pour la même raison. Nous avons d'ailleurs précisé plusieurs fois que train sorti, sur un moteur... cela risquait de ne pas monter du tout.

Lors de l'approche sur un moteur, les compensateurs sont naturellement réglés pour annuler les efforts. En finale, ils seront à zéro.

L'atterrissage proprement dit effectué moteur vif complètement réduit, est un atterrissage normal ne présentant en général, pas de difficulté particulière.

**Nota.** – L'avion étant plus « fin » avec un moteur en drapeau, on veillera à afficher strictement la vitesse de présentation, tout excès de vitesse se traduisant par un atterrissage assez long. En courte finale il vaut mieux être un peu court et avoir à se rallonger sur le moteur restant, que d'être long, car on aurait alors tendance à « vouloir le sol » et donc à prendre une pente et une vitesse excessives.

On sait que l'on ne doit JAMAIS tenter de remettre en route un moteur qui a été arrêté à la suite d'un incendie.

Mais on peut être amené à stopper un moteur simplement à la suite du constat de fonctionnement anormal, pour éviter de le détériorer. (Par exemple pression d'huile trop basse ou température trop élevée des cylindres).

Dans ce cas certains instructeurs préconisent une remise en route du moteur au moment de l'approche si celle-ci doit s'effectuer dans des conditions particulièrement délicates, pour ne pas courir au devant d'une remise des gaz monomoteur en mauvaises conditions météorologiques. Au pilote de juger.

---

---

## CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR

- 1) Adopter une pente plus forte que la pente normale;
  - 2) sortir le train et les volets seulement quand on est sûr d'avoir la piste;
  - 3) respecter strictement la vitesse d'approche;
  - 4) éviter de se présenter « long ».
- 
- 

## REMISE DES GAZ SUR UN MOTEUR

Il faut dès l'abord insister sur le fait que cette manoeuvre est très délicate et doit être évitée dans toute la mesure du possible.

La vitesse doit naturellement être supérieure à la minimale de contrôle, et souvent les consignes donnent une vitesse assez importante voisine de

la vitesse optimale de montée sur un moteur.

Si les manoeuvres ne sont pas exécutées avec précision, ou si la remise des gaz est effectuée tardivement en partant d'une vitesse faible, permettant le contrôle de l'avion mais inférieure à la vitesse optimale en montée sur un moteur, on risque une perte d'altitude sensible entre le moment où la remise des gaz est décidée et le moment où l'avion commence à remonter, il y a donc une altitude limite en dessous de laquelle la remise des gaz sur un moteur est impossible. Cette perte d'altitude est d'autant plus importante, et donc l'altitude limite est d'autant plus haute, que la vitesse de présentation est basse et loin de la vitesse optimale de montée sur un moteur.

**Pour cette raison, la vitesse de présentation sur un moteur doit être assez élevée et très proche, un peu supérieure si possible, à la vitesse optimale de montée sur un moteur.**

Enfin, la remise des gaz provoquera des couples importants (en lacet en particulier) que l'on devra contrôler, et nécessitera des variations importantes de réglage des compensateurs.

**La procédure de remise des gaz sur un moteur sera :**

- Remise de la pleine puissance sur le moteur vif.
- Volets position décollage.
- Rentrée immédiate du train.
- Volets à la position la plus favorable pour la montée.
- Vitesse optimale de montée sur un moteur (généralement indiquée par un trait bleu sur l'anémomètre).

## **VOL PROLONGE ET EVOLUTION SUR UN MOTEUR**

Il y a peu de chose à ajouter à ce qui a été dit au chapitre « Etude théori-

que du vol des bimoteurs », paragraphe 1.2 « vol sur un moteur ».

On volera légèrement incliné sur le moteur vif, la bille ne sera pas au milieu, mais décalée vers le moteur vif. Lors des virages, il faudra tenir compte de ce décalage du « zéro » de la bille : les virages sur le moteur vif devront avoir l'apparence de virages légèrement glissés, et les virages sur le moteur mort l'apparence de virages dérapés.

On comprendra que si l'on effectue les virages « bille au milieu » le virage sur le moteur vif sera dérapé et le virage sur le moteur mort, glissé.

Certains voient dans ce problème des virages glissés ou dérapés, la raison du danger du virage sur le moteur mort et le fait que l'on recommande toujours de virer à plus faible inclinaison sur ce moteur. Cette explication est fautive et il s'agit simplement d'un problème d'efficacité des gouvernes transversales.

Si l'on se reporte aux figures 3 et 4 on voit que la direction est braquée vers le moteur vif ainsi d'ailleurs que les ailerons. En virage sur ce moteur on dispose donc d'un très grand débattement des gouvernes pour redresser le virage, ce qui vient s'ajouter au fait que l'avion a naturellement tendance à virer sur le moteur mort (voir la description de la panne de moteur). Au contraire, lors du virage sur le moteur mort tout concourt à l'augmentation de l'inclinaison (l'aile extérieure a une portance beaucoup plus grande, parce qu'elle est soufflée par l'hélice du moteur vif et parce qu'elle va plus vite que l'aile intérieure) et si on laisse le virage « s'engager » ou si l'on prend d'emblée une inclinaison trop grande, les gouvernes transversales (déjà braquées en sens inverse), peuvent être insuffisantes pour redresser le virage.

C'est pourquoi il existe une vitesse (bien supérieure à la vitesse minimale de contrôle) en dessous de laquelle



## REIMS-CESSNA CARAVAN II

le il est interdit de virer sur un moteur, et particulièrement sur le moteur mort.

C'est également la raison pour laquelle on recommande de virer à moins grande inclinaison sur le moteur mort que sur le moteur vif.

Toutes ces considérations sont naturellement valables dans le tour de piste sur un moteur.

---

### **ROULEMENT SUR UN MOTEUR**

La plupart du temps cette manœuvre est délicate, quand elle n'est pas impossible.

Il n'y a pas de méthode unique et chaque avion est un cas particulier. Avec certains avions, il faut rouler lentement de façon à appliquer une puissance minimale donc un couple dissymétrique minimum qui sera

contré par l'usage des freins (mais attention les freins chauffent vite et perdent rapidement leur efficacité).

Avec d'autres avions on aura au contraire intérêt à rouler un peu vite, donnant ainsi de l'efficacité à la gouverne de direction qui permettra de contrôler la dissymétrie de traction sans faire appel (ou peu) aux freins.

Le vent traversier, favorable ou défavorable, intervient aussi.

En général on peut virer seulement sur le moteur mort. Dans le cas de nécessité de virer sur le moteur vif la solution consiste... à virer de 270° sur moteur mort.

Finalement, sauf pour les appareils avec lesquels le roulage au sol sur un moteur ne poserait aucun problème de contrôle, le mieux est d'éviter cette manœuvre et de stopper dès la piste dégagée.

# LES QUALIFICATIONS DE TYPE SUR BIMOTEUR

Nous publions ci-dessous, dans leur intégralité, les textes officiels relatifs aux modalités d'obtention de ces qualifications.

## Décision relative à l'obtention des qualifications de type sur avion de moins de 5,7 tonnes (1).

Le Ministre des Transports,

Vu l'arrêté du 7 avril 1952 modifié relatif aux brevets, licences et qualifications des navigants de l'Aéronautique Civile et notamment l'article 8,

Décide :

**Article 1er :** – En application du dernier alinéa de l'article 8 de l'arrêté du 7 avril 1952 susvisé, les pilotes n'ayant effectué de vols que sur avion monomoteur ne peuvent obtenir la première qualification de type

sur avion bimoteur de masse maximale autorisée inférieure à 5,7 tonnes que s'ils justifient :

– avoir suivi l'instruction dont le programme, défini en annexe à la présente décision, comporte au moins dix séances d'instruction en vol, chaque séance devant avoir une durée minimale d'une heure. A l'occasion de chaque séance, l'instructeur signe le carnet de vol du candidat en faisant précéder sa signature du numéro qui lui est propre (exemple : séance de qualification type n° 4, 1 h 15, I.P.P. n°... signature).

– avoir satisfait à un test de qualification faisant l'objet d'une fiche de notation.

Le système de notation utilisé est le suivant :

tableau 1

NOTE	SIGNIFICATION
A	Candidat du niveau standard ou au-dessus du niveau standard.
B	Candidat au-dessous du niveau standard, mais sécurité assurée.
C	Sécurité non assurée.

(1) Texte modifié compte tenu de la décision ministérielle du 12 octobre 1970.

Une seule note C au cours du test entraîne automatiquement l'élimination et un réentraînement.

Trois notes B ou plus entraînent l'élimination et un réentraînement.

La fiche de test sera transmise au Service de la Formation Aéronautique (division P.N.P.) pour être jointe au dossier du candidat en même temps que le feuillet du carnet à souches.

**Article 2** – Les organismes désirant dispenser l'instruction prévue à l'article 1er ci-dessus doivent obtenir l'agrément du S.F.A. A cet effet, ils lui communiquent le ou les types d'avions utilisés ainsi que les références par les instructeurs chargés de cette instruction (heures de vol totales, heures de vol sur bimoteurs). Les avions doivent permettre d'effectuer avec une totale sécurité tous les exercices prévus au programme d'instruction en vol fixé en annexe 1.

**Article 3** – Les programmes des qualifications de type sur d'autres

avions bimoteurs de moins de 5,7 tonnes qu'un pilote désire obtenir par la suite peuvent comporter un nombre d'heures d'instruction en vol inférieur à celui prévu par le programme de l'annexe 1. Toutefois, le nombre doit être suffisant pour contrôler la conduite de l'avion dans toutes les phases critiques du vol, en particulier dans le cas de panne sur un moteur (vol asymétrique).

L'aptitude à ces qualifications de type est certifiée par la simple remise par l'instructeur d'un feuillet du carnet à souches.

**Article 4** – Le Secrétaire Général à l'Aviation Civile est chargé de l'exécution de la présente décision, qui entrera en application à sa date de publication au Journal Officiel de la République Française.

Fait à Paris, le 1er juillet 1970.  
Pour le Ministre et par délégation,  
Le Secrétaire Général  
à l'Aviation Civile,  
Jacques BOITREAU.

## Annexe I

### PROGRAMME DE QUALIFICATION DE TYPE BIMOTEUR

(Voir page 61)

## Annexe II VOL DE QUALIFICATION

### Vol de qualification

Il se compose des exercices sui-

vants, affectés chacun d'une note A, B ou C (voir décision ministérielle) :

– Régimes de vol (montée, palier, descente).

– Tours de piste standards.

– Remises de gaz en configuration atterrissage.

– Vol asymétrique en croisière : procédure de mise en drapeau, et de dévirage.

– Utilisation du système de sortie manuel du train et des volets.

– Panne au décollage et atterrissage sur un moteur.

tableau 2

EXERCICE	NOTE OBTENUE
1 – Régimes de vol (montée, palier, descente)	
2 – Tours de piste standards	
3 – Remises de gaz en configuration atterrissage	
4 – Vol asymétrique en croisière : procédure de mise en drapeau et de dévirage	
5 – Utilisation du système de sortie manuelle	
6 – Panne au décollage et atterrissage sur un moteur	
Appréciation générale :	
Appréciation finale de l'instructeur :	
A....., le.....	
Signature de l'Instructeur,	

## Circulaire d'application

1. La décision ministérielle du 1er juillet 1970 a fixé les conditions exigées pour l'obtention de la première qualification de type sur avion bimoteur de masse maximale autorisée inférieure à 5,7 tonnes. Des modifications y ont été apportées par une décision ministérielle du 12 octobre 1970, modifications qui ont eu principalement pour but d'aménager certains exercices de progression de l'instruction en vol dont l'exécution en conditions réelles pouvait poser des problèmes de sécurité.

Cette réglementation est dès maintenant applicable, dans les conditions précisées par la présente circulaire.

2. Aux termes de l'article 1er de la décision précitée, la progression de l'instruction en vol comporte dix séances d'instruction, dont chacune doit avoir une durée minimale d'une heure.

Pour permettre une plus grande souplesse de travail dans la répartition des heures de vol, les instructeurs peuvent prévoir pour certaines séances une durée de moins d'une heure et pour d'autres, au contraire, une durée supérieure à une heure. Cet aménagement sera fonction du degré d'assimilation des candidats. En tout état de cause, l'instruction en vol doit comprendre au minimum dix heures de vol.

3. Les demandes d'agrément visées à l'article 2 de la décision sont adressées au Service de la Formation Aéronautique (division P.N.P.), soit par les écoles ou centres, soit par les instructeurs particuliers; elles doivent être accompagnées des renseignements concernant le ou les avions utilisés (type et caractéristiques) et des références du ou des instructeurs chargés de dispenser l'instruction en vol. Ces derniers doivent justifier bien évidemment d'une

certaine expérience en matière de pilotage d'avion bimoteur. Dans le cas où cette expérience serait jugée insuffisante, l'agrément pourrait être refusé.

4. Le paragraphe 1 de l'annexe : « connaissance de l'avion utilisé » précise que le candidat à une première qualification de type bimoteur doit avoir une connaissance suffisante de l'avion, notamment en ce qui concerne le centrage et les limitations dans les différentes phases du vol ainsi que les procédures de sécurité.

Il va de soi que l'énumération ci-dessus n'est pas limitative. C'est ainsi qu'il est nécessaire que les candidats connaissant tous les circuits, seule garantie d'une utilisation rationnelle des possibilités de la machine.

Les instructeurs n'hésiteront pas à organiser des cours au sol.

La sanction de ces connaissances donne lieu à une interrogation écrite ou orale, le choix de la forme de l'épreuve étant laissé à l'initiative de l'instructeur. Le questionnaire à réponses multiples est vivement recommandé.

5. Les exercices en vol figurant dans la progression de l'instruction en vol seront exécutés, dans certains cas, compte tenu des directives ci-après :

- Des exercices peuvent être effectués en conditions réelles ou simulées. Dans ce cas, le choix du mode d'exécution appartient à l'instructeur qui décidera en fonction des performances de l'appareil utilisé (possibilités réelles et non théoriques) et des conditions extérieures (température, vent, etc.) ainsi que de la nécessité d'obtenir une sécurité indiscutable.

- L'accélération-arrêt (exercice n° 2) ne doit être entreprise que sur une piste dont la longueur est importante par rapport aux performances de

l'avion et dont la largeur est suffisante pour permettre à l'instructeur de rattrapper les fausses manœuvres éventuelles du stagiaire. La vitesse à laquelle un moteur sera stoppé sera choisie par l'instructeur de façon à garantir la sécurité dans tous les cas.

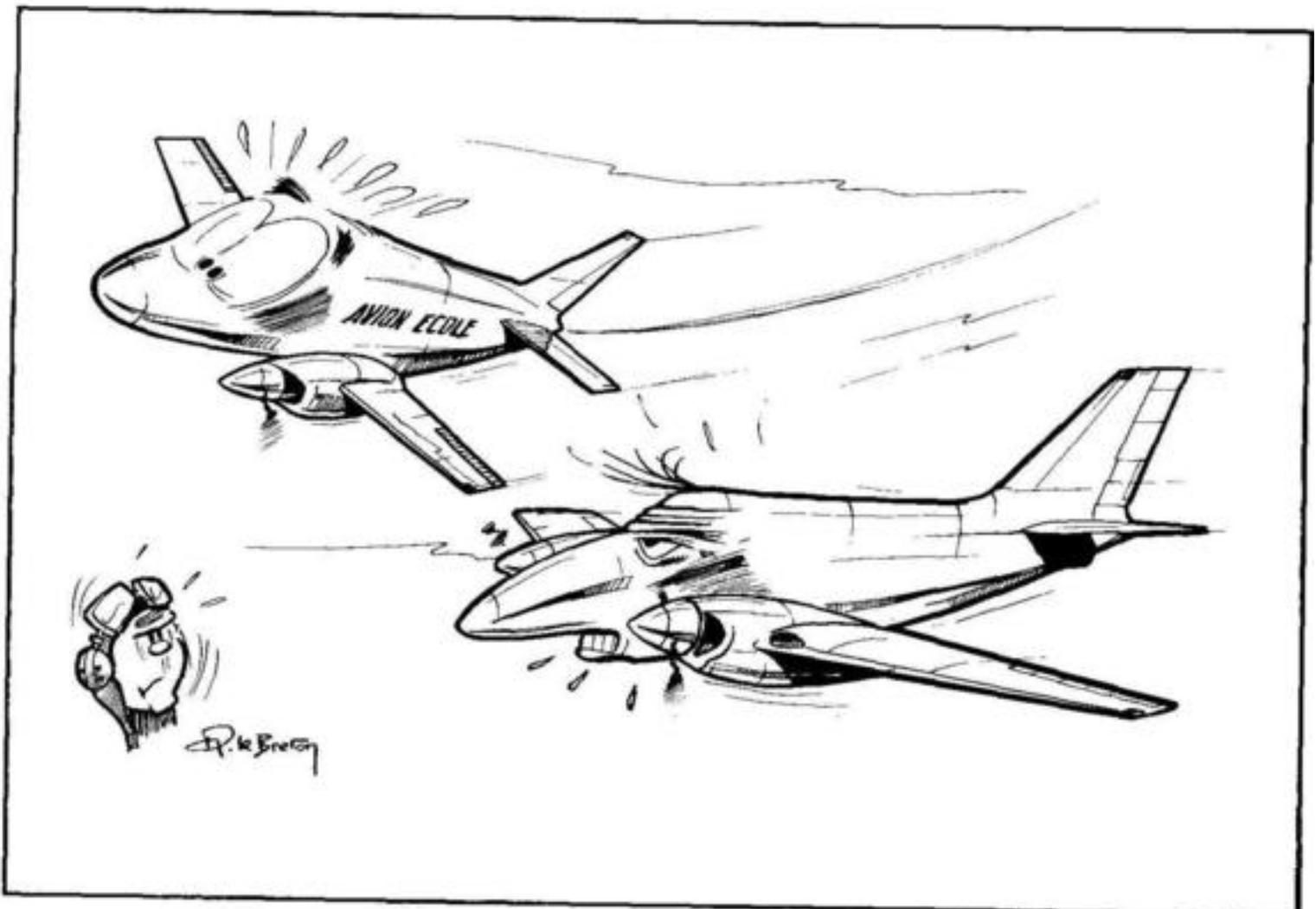
- La mise en drapeau d'un moteur ne pourra être faite qu'avec une marge suffisante d'altitude.

- Le tour de piste basse altitude-panne simulée (exercice n°7) doit s'effectuer avec une hauteur de sécurité suffisante, à définir pour chaque type d'avion.

6. Outre les renseignements, prévus à l'article 1er de la décision du 1er juillet 1970, que l'instructeur doit porter sur le carnet de vol du candidat, un dossier de première qualification de type bimoteur doit être constitué par l'instructeur et archivé

par ses soins. Ce dossier doit comprendre le compte rendu de l'épreuve portant sur les connaissances de l'avion utilisé, le relevé des exercices en vol exécutés par le candidat (faisant apparaître notamment les fautes et les insuffisances constatées chez ce dernier) et enfin un double du test de qualification.

7. La première qualification de type sur bimoteur ne peut être apposée sur la licence que par les soins du Service de la Formation Aéronautique (Division P.N.P., section des licences) auquel est transmise la fiche du test de qualification accompagnée du feuillet du carnet à souches de l'instructeur. Sur cette fiche, l'instructeur certifiera que le candidat a suivi l'instruction en vol définie par la décision du 1er juillet 1970, et qu'à ce titre il a effectué au moins dix heures de vol.





CESSNA CRUSADER

## LES COMMENTAIRES DE P. BONNEAU

La « décision » (puisque tel est le terme exact et officiel) du Ministre des Transports concernant les conditions à remplir par les pilotes n'ayant effectué que des vols sur avions monomoteurs et désirant obtenir une **première** qualification de type sur avion bimoteur, vient incontestablement à son heure.

En effet, le parc « bimoteurs légers » de notre aviation générale a évolué rapidement au cours des dix dernières années.

Il y a dix ans, le nombre des bimoteurs légers en service en France était symbolique, et ces appareils étaient, pour la quasi totalité, pilotés par des professionnels « qualifiés », c'est-à-dire ayant effectué un stage de spécialisation bimoteur, soit dans l'Armée de l'Air, soit dans l'Aéronavale.

Mais aujourd'hui, notre parc compte plus de 600 bimoteurs légers modernes, et un certain nombre d'incidents ou d'accidents récents montrent que les utilisateurs de ces machines n'ont pas tous la compétence nécessaire à la sécurité.

Comme ils ont pourtant l'indispensable « qualification » (coup de tampon sur la licence) cela prouve que beaucoup de qualifications ont été accordées, avec légèreté, par des instructeurs non qualifiés (cette fois au sens propre du terme).

C'est ce qui nous avait fait écrire, en introduction à une série d'articles, concernant le pilotage et l'utilisation des bimoteurs légers, publiée en 1966 dans Aviasport :

« Il n'existe pas de « programme officiel » pour les tests donnant droit aux qualifications sur bimoteurs, et

chaque pilote examinateur est donc livré à son libre arbitre. Disons qu'en notre sens, c'est une bien grande responsabilité que de délivrer une qualification de bimoteur à un pilote sans s'être assuré qu'il possède le minimum indispensable de connaissances théoriques et pratiques ».

Ainsi donc nous avons maintenant ce « programme officiel »; et de plus la procédure retenue pour l'instruction du pilote et la délivrance de la qualification engage à fond la responsabilité de l'instructeur qui doit d'une part, signer le carnet de vol du candidat après chaque séance d'instruction, d'autre part, remplir une attestation certifiant la compétence du postulant.

Si l'on ajoute à cela que la compétence de l'instructeur lui-même est garantie par son agrément par le S.F.A. (article 2 de la décision), on devrait raisonnablement être assuré du sérieux des qualifications qui seront dorénavant délivrées.

Le programme est très complet et il n'y a vraiment rien à y ajouter.

Rien non plus, d'ailleurs à y retrancher, si l'on veut avoir fait le tour complet des problèmes posés.

Disons simplement qu'il faudra plutôt quinze heures que dix pour le réaliser complètement. Il est vrai que la circulaire d'application précise bien que « en tout état de cause l'instruction en vol doit comprendre au minimum dix heures de vol » (paragraphe 2).

Les instructeurs devront attacher une grande importance aux indispensables connaissances théoriques que doit posséder un pilote de bimoteur digne de ce nom.

Bien que la circulaire d'application (en son paragraphe 4) attire l'attention sur ce point, nous pensons qu'il n'est pas assez insisté sur l'importance des limitations dans les différentes phases du vol.

Les bimoteurs légers modernes



### CESSNA CORSAIR

sont des machines complexes, dont l'utilisation rationnelle nécessite de bonnes connaissances de ce qu'en aviation commerciale on appelle les « Opérations Aériennes ».

C'est pourquoi nous avons ajouté à la seconde édition de ce petit livre un chapitre spécialement consacré aux problèmes posés par l'utilisation des bimoteurs légers.

#### **Pour ou contre les « pannes réelles » :**

Dernière réflexion inspirée par la lecture du programme proposé : nulle part nous n'avons trouvé la **nécessité** d'effectuer **des pannes réelles**. On parle juste, lors de l'exercice n°4, de vol sur un moteur avec mise en drapeau, évolution, et remise en marche du moteur stoppé.

On parle trop de « panne simulée » et de « moteur en traction nulle ».

Il faut dire qu'à l'origine les pannes réelles étaient prévues au programme de l'instruction, mais qu'à la suite de certaines objections, le législateur a modifié son texte (le 12 octobre 1970), n'imposant plus que des pannes simulées.

C'est à notre sens une erreur. Le texte d'origine était peut-être excessif en imposant trop de pannes réelles, et certains exercices difficiles (tel la remise des gaz sur un moteur en configuration approche) mais c'est tomber dans un autre excès que de ne plus en imposer aucune. Et c'est bien là le seul reproche que l'on puisse faire au programme proposé, qui est par ailleurs très complet.

L'instruction avec pannes réelles n'est pas dangereuse si ces pannes sont provoquées dans des conditions « intelligentes » : avion peu chargé pour assurer une vitesse ascensionnelle confortable sur un moteur. Météo appropriée : temps cal-

me, visibilité correcte. Vitesse correcte au moment de la panne (« vitesse lente » ne veut pas dire V.M.C.; on peut prendre une marge. « Au décollage » ne veut pas dire à ras du sol, mais **en configuration décollage**; on peut attendre 100 mètres et V.M.C. + 20%).

Mais nous pensons qu'un pilote « qualifié » sans avoir vu la panne réelle et son hélice en drapeau serait un pilote « handicapé ».

Il pensera obligatoirement : « Si on ne me l'a pas fait faire, c'est que cela doit être **cher**; et si elle m'arrive un jour au décollage j'ai peu de chance de m'en sortir »... et il ne s'en sortira pas !

Dans ce problème de panne (en particulier au décollage) intervient un autre facteur : le matériel, l'avion utilisé. Il est certain qu'il y a des avions avec lesquels il vaut mieux s'abstenir...

Le législateur le sait bien – voir la dernière phrase de l'article 2 : « Les avions doivent permettre d'effectuer avec une totale sécurité tous les exercices prévus au programme d'instruction en vol fixé en Annexe I ».

C'est logique. C'est la moindre des choses.

Un dernier mot à propos des pannes réelles ou simulées. Lorsqu'il s'agit de ce dernier cas, on trouve souvent dans le texte du programme : « paramètres pour traction nulle ». De quoi s'agit-il ?

Il s'agit d'afficher la pression d'admission et le nombre de tours qui mettent le moteur en « transparence », c'est-à-dire : **à une puissance telle qu'il ne produira aucune traction et aucune trainée, exactement comme s'il était en drapeau. Tout le problème consiste à déterminer cette puissance.**

En fait, le réglage transparent est en réalité toujours très approximatif.

Une méthode consiste à :

– mettre un moteur en drapeau, afficher la vitesse et la configuration associée pour lesquelles on désire trouver les paramètres de transparence.

Par tâtonnements successifs, rechercher la combinaison qui donne **le vol rectiligne symétrique** (tabs au neutre et bille au milieu) et en descente, bien sûr, puisque dans ce cas la puissance est nulle des deux côtés (dans ce cas, et dans ce cas seulement, il y a transparence réelle). De toutes façons, avec une méthode ou l'autre on trouve des paramètres qui, utilisés pour simuler des pannes, ne donnent que des résultats approximatifs.

En effet la transparence n'est valable que pour une vitesse précise et une configuration précise.

Changer la vitesse, en l'augmentant par exemple, et l'hélice, de « transparente » va devenir « freinante ».

Pour conclure, nous disons que, dans la formation rationnelle d'un pilote de bimoteur, l'éducation des réflexes en cas de panne d'un moteur est un des points clefs. Personne, pensons-nous, ne songe à le nier.

Cette éducation nécessite de nombreux exercices de panne.

Qu'une partie de ces exercices puissent s'effectuer en se contentant de pannes simulées est certain, mais ce serait une grave erreur psychologique que d'éliminer complètement les pannes réelles.

Aux ennemis de la panne réelle au décollage dans la formation des pilotes de bimoteur, on pourrait poser la question suivante :

Vous seriez tranquille, vous, lors de décollage, passager « passif » d'un avion dont le pilote n'aurait jamais pratiqué « grandeur nature » la panne au décollage ?



PIPER SEMINOLE

# PROGRESSION TYPE

Pour obtenir leur première qualification bimoteur, les pilotes privés ou professionnels, doivent justifier avoir suivi une instruction programmée dispensée par un instructeur spécialement agréé

Nous avons donné (voir page 51), dans leur intégralité, les textes officiels relatifs aux modalités d'obtention de cette première qualification (décision ministérielle du 1er juillet 1970 et circulaire d'application).

Le programme d'instruction prévu est le suivant :

## PROGRAMME DE QUALIFICATION DE TYPE BIMOTEUR

### 1°) CONNAISSANCES DE L'AVION UTILISÉ :

La progression en vol ne doit être abordée que lorsque le candidat possède une connaissance suffisante de l'avion, notamment en ce qui concerne le chargement et le centrage, **et les limitations dans les différentes phases du vol ainsi que les procédures de sécurité.**

Une interrogation écrite ou orale sanctionne ces connaissances.

### 2°) PROGRESSION DE L'INSTRUCTION EN VOL :

#### 1. (01 h 00)

- procédure de démarrage des moteurs
- Roulage-décollage
- Régimes de vol (montée, palier, descente) en ligne droite et en virage

- Pré-affichages
  - Atterrissage, procédure d'arrêt des moteurs.
- 

#### 2. (01 h 00)

- Accélération arrêt : description par l'instructeur des manœuvres à effectuer conformément au manuel de vol; simulation de l'exercice dans des conditions de sécurité acceptables
  - Montée normale
  - Changements de configuration en vol en palier
    - a) de croisière
    - b) d'attente à atterrissage
  - Pré-affichages
  - Recherche de la vitesse minimale et décrochages aux différentes configurations
  - Tours de piste standard (1 000 fts)
- 

#### 3. (01 h 00)

- Montée à vitesse ascensionnelle maximale conforme au manuel de l'avion
  - Remise de gaz en configuration « Atterrissage »
  - Panne sur un moteur (paramètres pour traction nulle) en configuration croisière
  - Tours de piste standard (1 000 fts) avec vent traversier.
- 

#### 4. (01 h 00)

- Vol sur un moteur, mise en drapeau : évolution en palier, en montée, en descente et en virage. Remise en marche du moteur stoppé.
  - Tour de piste sur un moteur (panne réelle ou simulée) à 1 000 fts.
-

5. (01 h 00)  
– Virages à grande inclinaison –  
Sorties de positions anormales  
– Tours de piste standard (1 000  
fts)  
– Tours de piste sur un moteur (la  
panne réelle ou simulée  
interviendra en vent arrière).
- 

6. (01 h 00)  
– Régime de vol en croisière – Re-  
cherche du régime économi-  
que (rayon d'action maximum)  
– Utilisation du système manuel  
de sortie de train et éventuel-  
lement des volets  
– Panne simulée (paramètres  
pour traction nulle) en finale  
– Tour de piste standard (1 000  
fts).
- 

7. (01 h 00)  
– Panne simulée au décollage  
suivant les possibilités de l'ap-  
pareil  
– Remise des gaz sur un moteur  
(panne simulée) en confi-  
guration approche  
– Tour de piste basse altitude  
(panne simulée)  
Les trois exercices devant être exé-  
cutés dans des conditions accepta-  
bles de sécurité.
- 

8. (01 h 00)  
– Prise de terrain en « U » (1 000  
feets moteurs traction nulle)  
– Panne simulée 2 000 feets verti-  
cale (moteur traction nulle).
- 

9. (01 h 00)  
– Révision générale – Approche  
tout sorti, tout réduit 1 500 fts  
dans l'axe  
– Atterrissages courts – Atterris-  
sages sans volets.
- 

10. (01 h 00)  
– Révision générale  
– Tours de piste « standard » sur  
d'autres aérodromes (au moins  
2) que celui ayant servi à l'en-  
traînement du candidat.
- 

11. **Vol de qualification** (voir page  
162)
- 

**NOTA :** Il est laissé à l'apprécia-  
tion de l'instructeur, compte tenu des  
conditions météo, du trafic, etc. l'or-  
dre dans lequel les exercices pour-  
ront être effectués.

---

## COMMENTAIRES

---

Cette progression type permet d'amener un pilote correctement entraîné sur monomoteur moderne à un niveau de connaissances pratiques permettant de lui délivrer « raisonnablement » une qualification bimoteur.

Nous entendons par monomoteurs modernes ceux équipés d'un train rentrant, d'une hélice à pas variable et de volets d'intrados. En effet, tous les bimoteurs d'affaires étant munis de ces dispositifs, il est nécessaire d'être bien familiarisé avec leur procédure d'emploi.

Il est évident qu'en cas contraire, à la transformation bimoteur, s'ajouterait une transformation sur avion moderne.

Cette transformation « avion moderne » peut fort bien se faire, on s'en doute, sur bimoteur, mais elle allonge alors de quelques heures la prise en mains machine.

### TEST AVION MODERNE

Certains instructeurs, avant d'accepter un élève en transformation bimoteur, lui font passer un test sur monomoteur moderne pour s'assurer qu'il a une bonne connaissance des procédures correctes d'utilisation.

En effet, le fait pour un pilote privé, d'être titulaire de la qualification B, n'est pas un critère permettant d'être sûr qu'il utilise méthodiquement et rationnellement les dispositifs précités (hélice, train, volets).

Il est évident qu'au cas où ce test « avion moderne » n'est pas satisfaisant, l'élève devra être perfectionné sur ce type d'avion avant d'aborder la transformation bimoteur proprement dite.

Répetons que ce perfectionne-

ment peu fort bien s'effectuer directement sur bimoteur, au cours de la prise en mains machine. Il est simplement logique de l'effectuer avant d'aborder l'étude des cas de vol avec puissance dissymétrique.

Si le test avion moderne a lieu, l'instructeur devra s'assurer en particulier que le pilote exécute correctement :

- les vérifications moteur et hélice lors du point fixe;

- les manœuvres permettant de passer de la configuration décollage à la configuration montée (après décollage : freiner les roues, rentrer le train, rentrer les volets à l'altitude de sécurité, régler les pressions d'admission, puis les hélices, tout cela naturellement en respectant les vitesses de procédures);

- les manœuvres permettant de passer de la configuration croisière à la configuration atterrissage (branche vent arrière : réduction de la vitesse, sortie du train et des volets décollage, affichage de la puissance permettant de tenir le palier à vitesse correcte dans cette configuration Dernier virage. Finale pleins volets puissance d'approche, compensateurs réglés);

- une remise des gaz partant de la configuration atterrissage.

### TEST THÉORIQUE

**Avant** de commencer l'étude de cas de vol avec puissance dissymétrique, l'élève devra avoir assimilé l'essentiel de la théorie du vol des bimoteurs.

Il est en particulier indispensable qu'il sache ce qu'est la vitesse de sécurité au décollage et qu'il soit pénétré de la nécessité absolue de la respecter.

Il devra aussi avoir assimilé le mécanisme du comportement de l'avion en cas de panne de moteur et connaître l'équilibre des forces en



### *PARTENAVIA P 68 TRAIN RENTRANT*

jeu, en vol sur un moteur.

On insistera sur le fait que la bille doit être décalée du côté du moteur vif.

L'acquisition de ces quelques connaissances indispensables ne représente que quelques heures de travail personnel.

Naturellement les éléments propres à l'avion utilisé pour l'instruction doivent également être connus. La progression officielle prévoit d'ailleurs une interrogation écrite ou orale sur ces connaissances.

---

## **CONSEILS PRATIQUES**

---

Nous donnons ici quelques conseils concernant l'étude du vol à

puissance dissymétrique, cette étude constituant, évidemment, l'essentiel de la transformation du pilote de monomoteur en pilote de bimoteur.

### **VOL A PUISSANCE DISSYMETRIQUE**

#### **En croisière**

L'instructeur stoppera un moteur, réglera l'avion (compensateur) et fera faire de la tenue machine en ligne droite et en virage, sur le moteur vif et le moteur mort.

Lors des virages, on s'efforcera de maintenir la vitesse et l'altitude constantes et l'on montrera la difficulté de regagner la vitesse ou l'altitude perdues.

En ligne droite et à puissance

constante sur un moteur, on effectuera des variations de vitesse et l'on montrera son influence sur l'efficacité des commandes, le réglage des compensateurs et sur la vitesse ascensionnelle. De même à vitesse constante, on montrera l'influence des variations de puissance sur le réglage des compensateurs.

On verra aussi l'influence de la configuration (train et volets) sur la vitesse ascensionnelle.

Le vol lent et le décrochage sur un moteur seront également étudiés.

Au fur et à mesure de la diminution de vitesse, il sera nécessaire de réduire la puissance du moteur vif, pour garder le contrôle de la direction et de l'inclinaison. Au moment de l'abattée, le moteur vif sera réduit complètement.

Les décrochages sur un moteur sont à exécuter avec beaucoup de prudence, l'appareil pouvant avoir un comportement dangereux (départ en tonneau ou en autorotation).

Puis partant du vol de croisière, plusieurs arrêts de moteur seront effectués avec :

- Contrôle de la machine;
- Procédure de mise en drapeau;
- Procédure de remise en route.

On montrera aussi le comportement en cas de panne de moteur, alors que l'avion est en virage.

Pour cela on simulera la panne, en réduisant seulement le moteur à fond. Réduire le moteur intérieur au virage et dans une autre démonstration le moteur extérieur.

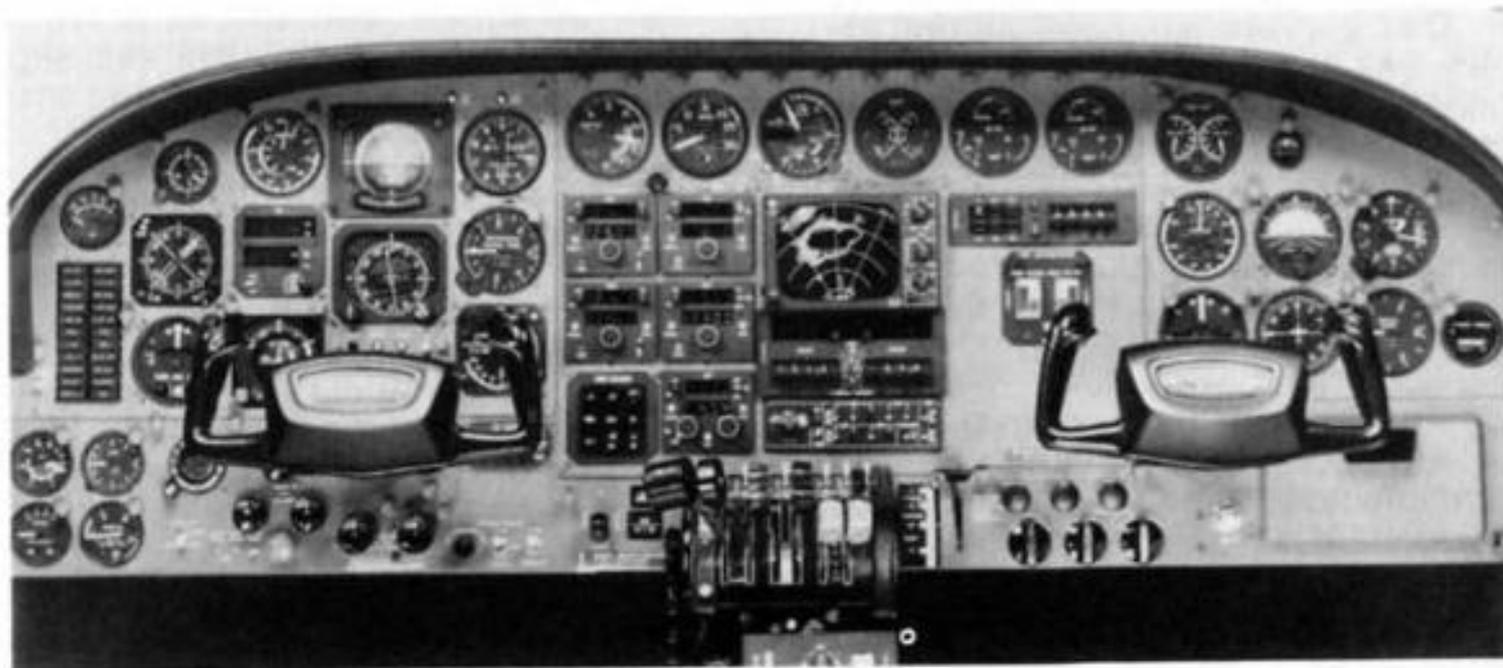
### **Etude de la vitesse minimale de contrôle (V.M.C.)**

Des pannes de moteur seront simulées (à une altitude de sécurité) à des vitesses avion de plus en plus lentes. Le but étant de montrer au pilote le contrôle de plus en plus délicat de la machine et la nécessité d'une amplitude de plus en plus grande aux gouvernes.

On arrivera ainsi à une parfaite compréhension de l'existence de la vitesse minimale de contrôle.

Au cours de ces simulacres de pannes à des vitesses de plus en plus faibles, on se contentera de

**TABLEAU DE BORD DE CESSNA**





### **EMBRAER BANDEIRANTE**

réduire rapidement un moteur (sans prévenir l'élève du moteur qui sera réduit) sans passer en drapeau. On pourra ainsi multiplier les pannes, et l'élève doit arriver à une parfaite maîtrise.

A chaque panne, on lui demandera de détecter le moteur mort et de l'annoncer rapidement.

Des pannes simulées seront effectuées en partant de la vitesse minimale de contrôle, l'avion étant en configuration décollage.

Au moins deux de ces pannes simulées comprendront une procédure complète. L'instructeur réduisant le moteur et laissant le soin à l'élève de :

- contrôler la machine;
- annoncer le moteur mort;
- le passer en drapeau;

et d'effectuer toutes les manœuvres permettant la poursuite du vol :

- rentrée du train et des volets;
- prise de la vitesse optimale de montée sur un moteur.

Ces manœuvres sont effectuées en altitude, même si l'avion descend sur un moteur.

Les effectuer immédiatement après un décollage est un risque inutile ou, tout au moins, trop grand sur des avions qui ont tous des performances sur un moteur... modestes.

### **Tours de piste et atterrissage sur un moteur**

Ces exercices sont effectués seulement avec un moteur « transparent » c'est-à-dire réglé à une puissance telle qu'il ne donne aucune traînée, ni traction. Ce réglage garde la sécurité, le moteur étant prêt à reprendre en cas de nécessité. Les tours de piste seront effectués en virant sur le moteur vif et sur le moteur mort.

On peut admettre comme ordre de grandeur trois tours de piste de chaque cas, ce qui représente six

approches et atterrissages sur un moteur.

On rappellera la nécessité d'adopter une pente de présentation intermédiaire, entre la pente normale sur deux moteurs et la pente tout réduit (paragraphe 2.2. et figure 16) et l'intérêt de garder au maximum une puissance constante pour éviter les variations de couple amenant des efforts parasites dans le palonnier.

Enfin, on effectuera quelques remises des gaz sur un moteur (toujours le moteur mort étant en réalité seulement réglé « transparent »).

Le but est de montrer les couples amenés par les variations de puissance et les variations de réglage des compensateurs que cela va nécessiter. On notera aussi la perte d'altitude au cours de cette manœuvre et la nécessité d'une vitesse d'approche « confortable ».

### Notes sur la conduite moteur :

Il est certain que des arrêts complets, fréquents, avec mise en drapeau et remise en route en vol (cas des avions utilisés en école ou en vols de démonstration) fatiguent les moteurs, et peuvent à la limite, leur provoquer certains dommages. C'est aussi une des raisons qui font que des instructeurs hésitent à faire des pannes réelles en école.

Voici quelques recommandations

concernant la conduite des moteurs dans ces circonstances (école et démonstration) :

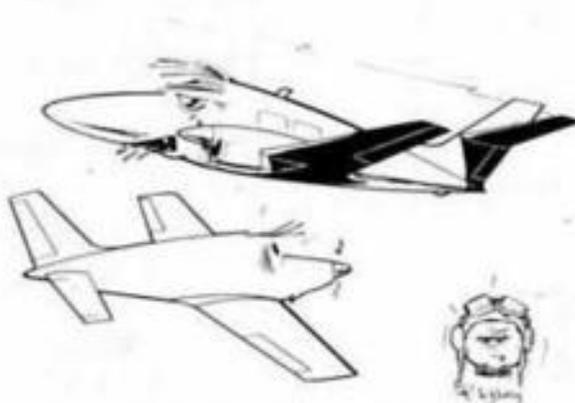
- éviter les arrêts moteur et mises en drapeau par temps très froid (hiver);

- arrêter le moteur par la manette de l'étouffoir (mixture), laisser le nombre de tours chuter puis fermer les gaz lentement;

- limiter au minimum le temps de vol moteur stoppé. Fermer les volets de refroidissement (s'il en existe);

- si l'arrêt du moteur est vraiment une pratique courante, il est indispensable de disposer d'un système de dévirage de l'hélice. La pression d'huile qui ramène le petit pas est produite par un accumulateur. Ainsi, l'hélice, ramenée au petit pas, entraîne le moteur par effet de moulinet et permet la remise en route progressive et sûre, sans l'usage du démarreur (l'auteur va jusqu'à penser que les avions non munis de ce dispositif devraient être interdits en école pour la délivrance d'une **première qualification bimoteur**);

- après la remise en route, afficher un régime (nombre de tours) de croisière pour réchauffer le moteur, tout en maintenant une basse pression d'admission (environ 15 pouces), observer la pression d'huile, puis augmenter progressivement la pression d'admission, au fur et à mesure (quelques minutes) du réchauffement du moteur.



---

# LE TEST F.A.A.

---

Aux Etats-Unis la « Federal Aviation Agency » publie un « Flight Test Guide » pour les bimoteurs. Nous pensons rendre service en le résumant brièvement ici.

Le programme est divisé en trois parties :

- Test oral sur l'utilisation des bimoteurs.
- Test en vol sur les techniques de base du pilotage.
- Test en vol sur les techniques de vol sur un moteur.

Ce programme est commun aux pilotes privés et professionnels, ce qui est pure logique.

Pour prétendre à une qualification de type nouvelle, le pilote doit, en plus de satisfaire au test, avoir effectué au moins cinq décollages et atterrissages solo sur l'appareil.

## TEST ORAL

Il porte sur les matières suivantes :

**Documents avions** : le pilote doit connaître les documents techniques afférents à l'avion, leurs signification et but.

**Entretien – inspection** : le pilote doit avoir une connaissance des opérations périodiques d'entretien de l'avion.

**Performances et utilisation** : le pilote doit montrer des connaissances suffisantes des performances de l'avion dans les différentes conditions d'utilisation. Ces connaissances comprennent les réglages moteurs, les vitesses caractéristiques

(maximales, de manoeuvre, de braquage des volets, minimales de contrôle et sécurité au décollage, etc.).

Le pilote doit savoir utiliser le « Manuel de vol de l'avion » pour déterminer l'effet des paramètres influant sur les performances de l'avion (température, altitude, vent, nature de la piste, poids au décollage). Il doit enfin faire preuve d'une certaine connaissance des différents éléments de son avion (circuit électrique, hydraulique, commandes de train, de volets, circuit d'alimentation moteur, dégivrage, etc...).

**Chargement de l'avion** : le pilote doit être capable de déterminer si l'avion reste dans les limites de poids et centrage autorisés en fonction d'un chargement donné.

**Visite prévol** : le pilote doit être capable d'effectuer la visite prévol de l'appareil.

Comme on le voit, le test oral ne fait appel à aucune notion théorique, mais a seulement pour but de s'assurer que le postulant connaît l'avion qu'il a l'intention d'utiliser.

## TEST EN VOL

### (Technique de base du pilotage)

Il porte sur les points suivants :

- 1) Opérations prévol.
- 2) Roulement au sol.
- 3) Décollages et atterrissages normaux.
- 4) Décollages et atterrissages vent

de travers.

- 5) Remise des gaz.
- 6) Vol lent.
- 7) Approche du décrochage et décrochage.
- 8) Virages (inclinaison 45°).

## TEST EN VOL

### (Technique du vol sur un moteur)

Le test porte sur les points suivants :

- 1) Procédure de mise en drapeau.
- 2) Panne à la vitesse minimale de contrôle.
- 3) Vitesse de meilleur taux de montée sur un moteur (tolérance de pilotage 5 m.p.h.).
- 4) Effet de la configuration sur les performances sur un moteur.
- 5) Evolution avec un moteur stoppé

(virage à 30° d'inclinaison, tolérance sur l'altitude de 100 pieds).

- 6) Approche et atterrissage sur un moteur (le test peut être fait avec le moteur réglé « transparent »).
- 7) Connaissance des procédures de secours (sortie de train et volets en secours).
- 8) Accélération – arrêt.

Ce test est donc très sérieux : ajoutons qu'il autorise le pilotage de l'avion seulement en V.F.R.

Pour être autorisé I.F.R. le pilote doit subir une épreuve supplémentaire comportant en I.M.C. :

- Sortie de positions inusuelles.
- Décrochages
- Approche aux instruments
- Evolution en vol sur un moteur

## PILATUS-BRITTEN NORMAN





PIPER SEQUOYA

**Nous avons jugé intéressant de terminer ce volume consacré au pilotage des bimoteurs légers par la reproduction de trois articles publiés dans Aviasport.**

**Le premier, intitulé Formation et Sécurité a été publié en Juin 1982 à la suite de la prise de connaissance d'un rapport du National Transportation Safety Board analysant plusieurs centaines d'accidents de bimoteurs légers consécutifs à des défaillances de moteur. Il nous montre l'importance de la formation et de l'entraînement du pilote pour la sécurité.**

**Le second, intitulé « de l'autre côté de la V.M.C. », n'est pas très technique, mais il donne une « saine philosophie » de l'utilisation des bimoteurs légers, et est intéressant à ce titre. La traduction assez littérale de R. sirretta est elle-même parfois savoureuse.**

**Le troisième intitulé lui « L'attaque oblique », cas du bimoteur classique avec un moteur stoppé, est au contraire très technique, et nous le publions à l'intention des « fêrus » de mécanique du vol.**



BEECHCRAFT KING AIR 100

# Formation et sécurité

Article de Pierre Bonneau  
publié dans Aviasport de Juin 82

*Le fait de savoir si le bimoteur est plus sûr ou non que le monomoteur est encore assez controversé.*

*Certains pilotes, surtout parmi les professionnels, considèrent que voler de nuit ou en IFR en monomoteur tient de la roulette russe. D'autres soutiennent que les moteurs sont devenus très sûrs et ne s'arrêtent pratiquement plus et que les vrais problèmes résident au niveau des équipements. D'où les monomoteurs avec deux alternateurs, deux pompes à vide et les appareils de la nouvelle génération : Piper « Malibu », Beechcraft « Lighting » et Gulfstream « Peregrine » pour citer tous les types de moteurs (à pistons, turbopropulseurs et réacteurs). En fait il semble que dans l'état actuel des choses la formule bimoteurs classiques amène un surcroît de sécurité ... à conditions que le pilote soit à la hauteur de sa tâche, c'est-à-dire bien formé et suffisamment entraîné !*

*En France les services officiels (DGAC/SFACT), émus par quelques accidents où le pilote semblait bien en cause, se sont interrogés sur l'opportunité de revoir les conditions de délivrance de la première qualification bimoteurs. Rien n'a encore été décidé.*

*Aux Etats-Unis on a analysé les causes et conséquences de quelque 500 accidents survenus à des bimoteurs légers. Il semble bien que dans tous les cas on retombe sur l'éternel axiome « la sécurité, pour ce qui concerne la conduite d'un aéronef, dépend de la qualité de la formation de base et de l'entraînement du pilote ».*

*Il est inutile de modifier les textes actuels, il faut seulement veiller à la qualité des instructeurs. En France une autorisation spéciale nominative est nécessaire pour dispenser l'instruction sur bimoteur. Les autorisations sont délivrées sur titres sans aucun contrôle. Elles ont été distribuées avec beaucoup trop de libéralité. C'est une grave erreur. Les centres de formation d'instructeurs (Carcassonne et Grenoble) devraient contrôler le savoir-faire des instructeurs (sur le plan pilotage) avant la délivrance des autorisations.*

*Quoi qu'il en soit le texte ci-dessous qui reprend en grande partie un article publié dans Aviasport à la suite de la lecture du rapport des autorités américaines peut amener à d'utiles réflexions.*

Le parc mondial des avions légers (ceux dont, par définition – il en faut bien une – la masse maximale est inférieure à 5 700 kg) est de l'ordre de grandeur de 200 000 appareils, en excluant les pays de l'Est pour lesquels on ne possède aucun renseignement fiable. Sur ces 200 000 machines on compte environ 30 000 bimoteurs légers, soit 15%

Depuis plus de 20 ans la production des bimoteurs légers se situe entre 13,9 et 21,1% avec une moyenne de 17% de la production totale.

Les ordres de grandeur cités sont donc confirmés et sûrs.

Pourquoi a-t-on été amené à faire des avions bimoteurs ? En ce qui concerne les avions légers, essentiellement pour une raison de sécurité : en cas de panne d'un moteur on perdait seulement 50% de la puissance installée. Si l'avion pouvait continuer à voler avec les 50% restants effectivement, en théorie on gagnait la partie.

En réalité les statistiques américaines portant sur 5 ans (de 1972 à 1976) montrent que le pourcentage d'accidents mortels consécutifs à une défaillance d'un moteur est quatre fois supérieure sur bimoteur léger que sur monomoteur.

Naturellement on a cherché à savoir pourquoi. La réalité était si contraire à la théorie de base et le N.T.S.B. (National Transportation Safety Board) a analysé soigneusement les rapports des 477 accidents de bimoteurs légers consécutifs à une panne de moteur, accidents ayant fait 289 morts et 374 blessés, en 30 millions d'heures de vol.

Ces chiffres ont ressorti que les bimoteurs légers sont victimes de 1,6 défaillance moteur toutes les 100 000 heures de vol. Les statistiques montrent que les monomoteurs, de leur côté, sont victimes de 3,51 défaillances moteur toutes les 100 000 heures de vol.

Ainsi donc les moteurs des monomoteurs s'arrêtent deux fois plus souvent que ceux des bimoteurs. Pourquoi ? Mystère; mais ce sont les chiffres ! Ils font un sort à la fameuse boutade : « Avoir deux moteurs c'est multiplier par deux les chances de panne ».

Avançons, avec toute la prudence nécessaire, une hypothèse : les bimoteurs seraient, dans l'ensemble, mieux entretenus que les monomoteurs.

En revanche le taux d'accidents mortels en cas de panne de moteur est de 0,41 pour 100 000 heures de bimoteurs et seulement 0,23 pour 100 000 heures de monomoteurs. En d'autres termes, à nombre de pannes égal, le taux des accidents mortels est quatre fois supérieur en bimoteur.

Conclusion claire : On a deux fois moins de chance de tomber en panne sur un bimoteur (indépendamment du nombre de moteurs), mais une fois la panne arrivée on a quatre fois plus de chance de se tuer qu'en monomoteur.

Le taux de risque de panne moindre constaté est difficile à expliquer, mais on a cherché à comprendre le pourquoi du plus grand nombre d'accidents mortels.

---

## performances

---

Lorsqu'un bimoteur perd un moteur il voit sa puissance disponible diminuer de 50%, mais cela se traduit en fait par une diminution de vitesse ascensionnelle (en configuration lisse) de 80 à 85% dans le cas des bimoteurs légers à moteurs à pistons. Autrement dit, « ça ne monte plus beaucoup... » disons entre 200 et 350 pieds/minute (1 à 1,75 m/sec.) en atmosphère standard à la masse maximale autorisée.

Il fait chaud, on est un peu en surcharge; dans le cas de panne au décollage, c'est à coup sûr un avion qui descend que le pilote a entre les mains.

Notons qu'en cas de panne avec un monomoteur, ça descend aussi, et même plus vite...

Le problème du bimoteur en cas de panne est de ne pas perdre le contrôle de l'appareil (voir plus loin les paragraphes « qualités de vol » et « formation et entraînement du pilote »). La phase la plus délicate est celle du décollage, parce que l'on est à vitesse lente (proche de la V.M.C. : Vitesse Minimale de Contrôle) et avec beaucoup de traînée (train, volets). Mais c'est en croisière que la panne a le plus de chance de se produire, parce que c'est cette phase du vol qui dure le plus longtemps; et en fait les statistiques le montrent : 50% des pannes se produisent en croisière, 25% au décollage et autant à l'atterrissage.

### BEECHCRAFT 18... SUR UN MOTEUR



---

## QUALITES DE VOL

---

La V.M.C. est celle où sans avoir à employer une adresse, une rapidité ou une force exceptionnelle le pilote peut maintenir le contrôle directionnel de l'avion.

Encore une fois le décollage est une phase critique, la croisière une phase en général « paisible » et la remise des gaz une phase délicate qui ne devrait être que rarissime et correspond en général à une erreur d'appréciation du pilote, à une mauvaise conduite de l'approche. Or les statistiques nous montrent que les accidents mortels à la suite de la panne d'un moteur se produisent pour 18% lors de la phase décollage, 25% lors de la phase croisière et 57% lors de la phase atterrissage / remise des gaz.

On voit apparaître ici la mauvaise formation et le manque d'entraînement des pilotes qui, même lors d'une panne en croisière, trouvent le moyen de perdre le contrôle de l'avion; 50% de pannes en croisière se traduisent par un décrochage : c'est proprement ahurissant !

Pourtant lors de la dernière décennie les qualités de vols des bimoteurs ont fait des progrès spectaculaires : les V.M.C. sont de plus en plus basses et les avions de plus en plus faciles à contrôler. Certains sont absolument extraordinaires, tels les Partenavia P 68 et Cessna 303 Crusader . Mais, les avions étant ce qu'ils sont, il faut bien admettre que certains pilotes qualifiés « bimoteurs », même parmi ceux dits « expérimentés » font preuve de lacunes dangereuses dans leur formation et d'un entraînement aux pannes voisin de zéro.

### CESSNA CRUSADER SUR UN MOTEUR



---

## FORMATION DE PILOTES

---

Même aux U.S.A. les accidents de bimoteurs légers, à la suite d'une panne de moteur, ne sont pas seulement le fait de pilotes inexpérimentés. Presque la moitié des accidents concerne des pilotes ayant plus de 3 000 heures de vol et 27% des pilotes ayant plus de 5 000 heures ! Il faut donc bien se pencher sur leur formation. Aux U.S.A la qualification bimoteur peut être obtenue après 7 heures de vol, test compris. Sur ce total il n'y a pas plus de 2 heures de vol pour l'étude des procédures en cas de panne.

D'un autre point de vue, l'expérience exigée des instructeurs ne semble pas très importante.

Dans aucun cas il ne semble précisé que l'instruction doit comporter des pannes réelles. Les exercices à effectuer sont laissés à l'appréciation de l'instructeur en vol.

En France on est un peu plus exigeant et l'instruction doit comporter un minimum de dix heures de vol pour l'obtention de la première qualification. Mais il n'est pas non plus très insisté sur les exercices avec un moteur réellement stoppé : panne et mise en drapeau à la V.M.C., basse vitesse et évolution sur un moteur, atterrissage complet en monomoteur.

Répétons pourtant que, dans la formation rationnelle d'un pilote de bimoteur, l'éducation des réflexes en cas de panne d'un moteur est un des points clefs. Personne, pensons-nous, ne songe à le nier.

Cette éducation nécessite de nombreux exercices de panne. Qu'une partie de ces exercices puissent s'effectuer en se contentant de pannes simulées est certain, mais ce serait une grave erreur psychologique que d'éliminer complètement les pannes réelles.

Pour ma part je n'hésite pas à réaffirmer qu'il est inadmissible de délivrer des qualifications bimoteurs à des pilotes n'ayant pas effectué des exercices en monomoteur réel et que cet entraînement ne présente pas de risque particulier s'il est dispensé par des instructeurs réellement qualifiés.

A voir les résultats de l'étude du N.T.S.B., je pense qu'il faut aussi que la formation comprenne un nombre suffisant d'atterrissages réels sur un moteur, la sécurité étant assurée s'ils sont effectués sur une piste assez longue pour encaisser les erreurs d'appréciation du pilote. Faut-il rappeler que sur un moteur la pente d'approche est choisie de façon à pouvoir la faire varier dans les deux sens sans avoir de trop grandes variations de puissance à effectuer (efforts parasites dans le palonnier et écart de cap à contrôler) même dans le cas de remise des gaz.

En règle générale il vaut mieux être un peu court et avoir à se rallonger sur le moteur restant, que d'être long, car on aurait alors tendance à « vouloir le sol » et donc à prendre une pente et une vitesse excessives.

Si l'on est vraiment long c'est la remise des gaz monomoteur obligatoire, exercice toujours très délicat.

Mais n'insistons pas, il ne s'agit pas ici d'un cours de pilotage, mais de considérations générales sur la sécurité.

## ENTRAINEMENT DES PILOTES

---

Une bonne formation de base c'est bien, c'est nécessaire, c'est indispensable, mais ce n'est pas suffisant : il faut rester entraîné. Et là la réglementation n'a aucune exigence.

Un pilote qualifié bimoteur, même n'ayant pas volé sur ce type d'avion depuis quelques années, peut partir aux commandes d'un tel appareil si sa licence est en règle. Le seul petit « garde fou » est la condition d'expérience récente : « trois décollages et trois atterrissages complets dans les trois derniers mois pour être autorisé à transporter des passagers ». Ce qui est manifestement très insuffisant pour être « décontracté » en cas de panne.

Le pilote conscient doit se soumettre volontairement, au moins une fois par an, à une séance d'entraînement avec un instructeur qualifié. Séance qui devra comprendre au moins : une panne complète avec mise en drapeau à VMC + 15%, un peu de maniabilité, un atterrissage complet sur un moteur.

## CONCLUSIONS

---

Les bimoteurs légers apportent une incontestable sécurité par rapports aux monomoteurs. Mais il faut insister sur le fait que pour profiter de ce supplément de sécurité le pilote aux commandes doit connaître parfaitement sa machine, avoir été bien formé et être correctement entraîné en particulier aux procédures de panne sur un moteur. Si l'une de ces trois conditions n'est pas remplie, le bimoteur n'est qu'une fausse sécurité.

La parfaite connaissance de la machine comprend une étude attentive du manuel de vol, en particulier une bonne connaissance des performances sur un moteur, et un respect des masses maximales fonction des conditions extérieures (pression, température, vent, nature et longueur de la piste).

En ce qui concerne la formation, un coup de tampon sur une licence n'est pas un gage de bonne formation. Dans votre intérêt, choisissez soigneusement votre école et votre instructeur.



## PIPER NAVAJO

Méfiez-vous des qualifications « au rabais ». Souvent celles qui sont « pas chères » sont aussi « pas vraies ».

Comme critère, prenez le fait que vous devez avoir effectué des panes réelles, avec mise en drapeau, en configuration décollage, au voisinage de la V.M.C. Vous devrez aussi avoir effectué quelques remises des gaz monomoteur, ne serait-ce que pour en apprécier le côté délicat.

Ces exercices ne sont aucunement dangereux s'ils sont effectués en altitude et avec un avion léger (deux personnes à bord et 2 heures de carburant seulement). Vous devez aussi avoir évolué sur un moteur (virage sur le moteur vif et le moteur mort).

Eviter de faire ces exercices en partant d'un terrain « juste » en longueur. En école, une piste de longueur égale à 1,5 fois la distance d'accélération-arrêt me semble raisonnable. Il n'y a aucun risque à prendre mais il faut « savoir faire », pour ne pas un jour risquer sa vie et celles de ses passagers.

Je n'hésite pas à dire que je me méfierais beaucoup de la compétence d'un instructeur qui refuserait d'exécuter ces manoeuvres. Il y a naturellement certains types d'appareils à éviter en école (par exemple, une obligation : des hélices à pas variable avec mise en drapeau. Un dispositif de dévirage est utile; un alternateur sur chaque moteur quasi-indispensable).

Bien sûr les textes officiels n'exigent pas tout cela, et vous pouvez en toute régularité obtenir une qualification bimoteur sans vous soumettre à ce programme. Pour la sécurité, le principal est que vous soyez conscient de vos capacités réelles. Si vous avez une qualification au rabais, utilisez-la seulement au bistrot pour épater les copains et les filles. Ne prenez pas de risque en vol; il n'est même pas sûr que vos copains aient le temps d'aller vous voir à l'hôpital.

Mais pensez tout de même qu'un moteur de bimoteur ne s'arrête que 1,6 fois par 100 000 heures de vol et que « ça », c'est quand même rassurant.

---

## PERFORMANCES SUR UN MOTEUR

---

On entend dire tellement de choses sur les performances sur un moteur des bimoteurs légers qu'il est bon de faire le point exact de ce problème.

Il est même indispensable, pour la sécurité, d'avoir des idées précises. Le plus simple est de se référer aux exigences des normes qui conditionnent la délivrance du Certificat de Navigabilité.

Il faut bien reconnaître que pour un non-spécialiste (Ingénieurs spécialisés de la D.G.A.C., du Bureau Véritas, du C.E.V., pilotes d'essais), l'étude, l'analyse, en fait la connaissance réelle de ces normes, n'est pas chose facile.

En matière de navigabilité, les normes ce sont les LOIS.

Mais les lois peuvent, et même doivent être interprétées, d'où la nécessité (et la fortune) des avocats !

Pour ce qui concerne les « critères », les « normes », les « LOIS » conditionnant la délivrance des Certificats de Navigabilité des aéronefs civils, la France, comme la plupart des pays occidentaux, travaille, applique, purement et simplement les normes américaines.

Aucune fantaisie, aucune variante, reste... l'interprétation.

Interprétation qui, fort heureusement, ne peut pratiquement pas jouer dans le domaine des performances, car il s'agit ici d'exigences chiffrées, donc mathématiques.

Les exigences des normes varient suivant qu'il s'agit de multimoteurs très légers (moins de 2,720 tonnes), légers (moins de 5,700 tonnes), motorisés à l'aide de moteurs à pistons, de turbo propulseurs ou de réacteurs.

Intervient aussi le nombre de personnes transportées (+ ou - 10), la vitesse de décrochage (+ ou - 113 km/h), et l'utilisation envisagée (travail aérien, transport public).

On conçoit déjà qu'un avion déterminé puisse être « homologué » dans une catégorie et... pas dans une autre.

On conçoit aussi que les règlements puissent évoluer. C'est normal pour améliorer la sécurité.

On comprendra que l'on ne puisse vouer « au pilon » tous les avions qui, volant depuis de nombreuses années, parfois à la satisfaction générale, ne répondent pas aux dernières normes.

Enfin il faut savoir que s'écoulent en moyenne, cinq ans entre la conception d'un avion léger (réellement nouveau) et sa commercialisation.

En cinq ans, la réglementation peut évoluer et un prototype effectuant son premier vol ne répond pas à la réglementation « du jour », mais à celle d'il y a cinq ans. Car c'est la réglementation en vigueur lors de la demande de certification qui est applicable.

Et donc, par prudence, quand un constructeur trace son avant-projet sur la planche à dessin, il fait le jour même sa demande de certification.

Ceci en gros, pour faire comprendre deux points :

1) l'avion commercialisé ne répond pas obligatoirement à la réglementation applicable au moment de sa commercialisation,

2) beaucoup d'avions volent, et même volent bien, tout en répondant à des lois datant de... plus de vingt ans.

Revenons à nos bimoteurs légers et à leurs performances sur un moteur.

Nous nous limiterons aux exigences applicables aux bimoteurs de moins de 5,700 tonnes, transportant moins de 10 personnes, et équipés soit de moteurs à pistons, soit de turbopro-

pulseurs, à l'exclusion des réacteurs. La norme applicable à ces appareils est la F.A.R. 23, (Federal Aviation Rule 23).

Elle distingue quatre types d'appareil

– 1 – Ceux à moteurs à pistons, d'une masse au décollage inférieure à 5,700 tonnes,

– 2 – Ceux à moteurs à pistons, d'une masse au décollage inférieure à 2,720 tonnes,

– 3 – Ceux à moteurs à pistons, d'une masse au décollage inférieure à 2,720 tonnes et d'une vitesse de décrochage inférieure à 61 kts (113 km/h),

– 4 – Ceux équipés de turbopropulseurs, d'une masse au décollage inférieure à 5,700 tonnes.

Voici, cas par cas, les exigences des normes en vigueur au 30.06.84.

### **1/ AVIONS A MOTEURS A PISTONS DONT LA MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE EST SUPÉRIEURE A 2,720 TONNES ET INFÉRIEURE A 5,700 TONNES**

Ces appareils doivent être capables de maintenir un taux de montée stabilisé d'au moins  $0,027 V_{so}^2$  à une altitude de 1500 m, avec :

(1) le moteur critique en panne et son hélice dans la position de traînée minimale;

(2) le moteur restant à pas plus que la puissance maximale continue;

(3) le train d'atterrissage rentré;

(4) les volets d'ailes dans la position la plus favorable;

(5) les volets de capots dans la position utilisée pour les essais de refroidissement.

Cette exigence s'applique de la façon suivante :

$V_z$  (pieds/minute) =  $0,027 V_{so}^2$  (2) (nœuds)

**Exemple :** pour un avion ayant une

vitesse de décrochage « tout sorti » de 70 kt (130 km/h), la  $V_z$  minimale doit être de 132 pieds/m (0,66 m/sec.).

### **2/ AVIONS A MOTEURS A PISTONS DONT LA MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE EST INFÉRIEURE A 2,720 TONNES ET LA VITESSE DE DÉCROCHAGE $V_{so}$ SUPÉRIEURE A 61 Kts (113 km/h)**

Par vitesse de décrochage  $V_{so}$ , il faut entendre : vitesse de décrochage à traction nulle (ou gaz réduits à fond), hélices au petit pas, train sorti, volets position atterrissage, et poids maximum admissible.

Ces appareils doivent être capables de maintenir un taux de montée stabilisé de  $0,027 V_{so}^2$ , au moins, à une altitude de 5000 ft (1500 m) avec :

(1) le moteur critique en panne et son hélice dans la position de traînée minimale;

(2) le moteur restant à pas plus que la puissance maximale continue;

(3) le train d'atterrissage rentré;

(4) les volets d'ailes dans la position la plus favorable;

(5) les volets de capots dans la position utilisée pour les essais de refroidissement.

On retrouve donc ici, exactement les mêmes exigences que pour les appareils d'une masse maximale comprise entre 2,720 et 5,700 tonnes.

### **3/ AVIONS A MOTEURS A PISTONS DONT LA MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE EST INFÉRIEURE A 2,720 TONNES ET LA VITESSE DE DÉCROCHAGE INFÉRIEURE A 61 kts (113 km/h)**

Pour les avions ayant une vitesse de décrochage de 61 kts, ou moins, le taux de montée stabilisé à 5000 ft (1500 m), doit être déterminé avec :

- (1) le moteur critique en panne et son hélice dans la position de traînée minimale;
- (2) le moteur restant à pas plus que la puissance maximale continue;
- (3) le train d'atterrissage rentré;
- (4) les volets d'ailes dans la position la plus favorable;
- (5) les volets de capots dans la position utilisée pour les essais de refroidissement.

En fait, la norme n'impose donc aucune vitesse verticale minimale sur un moteur pour ces avions, mais la mesure doit avoir été effectuée et figurer dans le manuel de vol.

Notons que finalement peu d'appareils entrent dans cette catégorie, car la vitesse de décrochage  $V_{so}$  des bimoteurs légers est généralement supérieure à 113 km/h.

#### **4/ AVIONS ÉQUIPÉS DE TURBOPROPULSEURS ET DONT LA MASSE MAXIMALE AU DÉCOLLAGE EST INFÉRIEURE A 5,700 TONNES**

La température extérieure ayant une influence non négligeable sur la puissance délivrée par les turbopropulseurs, la norme a deux exigences de performances :

une en atmosphère standard, et une en atmosphère chaude.

Les biturbopropulseurs doivent être capables de maintenir :

– une pente de montée à 1500 mètres de :

1,2% ou 0,02  $V_{so}$  (2) (la plus grande des deux valeurs), en standard de température,

et de 0,6% ou 0,01  $V_{so}$  (2) (la plus grande des deux valeurs), en conditions de température standard + 22° C.

Le taux de montée doit varier linéairement entre ces deux températures. Naturellement, on retrouve les cinq

exigences classiques concernant le moteur critique (en panne et hélice en drapeau), le moteur restant à la puissance maximale continue, le train rentré, les volets à la position la plus favorable, les volets de capots à la position utilisée pour les essais de refroidissement.

On voit qu'en pratique, on demande seulement aux bimoteurs légers d'avoir, sur un moteur, un plafond pratique de 1500 m, train rentré.

Il faut retenir de cela qu'un avion répondant « tangent » à la norme, n'aura pas, près du sol, train sorti et volets décollage, une vitesse ascensionnelle bien « épaisse » sur un moteur.

Si les conditions ne sont pas « standard » (température élevée, terrain un peu haut), si l'avion est surchargé, ou simplement si le pilote ne respecte pas avec précision la vitesse optimale sur un moteur, cela risque de ne pas monter du tout.

On n'insistera jamais assez sur le fait que la panne de moteur sur un bimoteur certifié en FAR 23 doit être traitée avec sérieux, en particulier la panne au décollage, d'autant que sur beaucoup d'appareils, les performances requises sont juste satisfaites.

On notera aussi que la FAR 23 n'a aucune exigence concernant la remise des gaz en monomoteur.

---



---

### **CE QUE LE PILOTE DOIT RETENIR :**

- Ne jamais décoller en surcharge.
  - En cas de panne au décollage – une fois en vol – ne pas hésiter à rentrer le train.
  - Éviter d'avoir à effectuer une remise des gaz en monomoteur.
- 
-

## L'AUTRE COTE DE LA VMC

par le Dr. Robert L. Wick Jr.

Cet article traduit par Sirretta a été extrait du numéro de novembre 1966 de la revue « PILOT », magazine officiel de l'A.O.P.A. américaine.

Réduire ou accroître la puissance pour le vol sur un moteur avec un bimoteur est une question élémentaire.

Ça prend de la puissance pour conserver un avion en vol !

On peut rendre ce tribut aux pilotes de ce pays, c'est qu'ils n'acceptent pas le vieux dicton de l'aviation « essayé donc vrai » comme indiscutable. De nombreux constructeurs d'avions admettent volontiers que de nombreux perfectionnements significatifs en aéronautique ont été amenés justement par des problèmes soulevés ou par des suggestions offertes par des pilotes privés.

Mais la résurrection d'une vieille théorie qui propose la réduction de puissance sur le moteur restant en cas de panne d'un groupe d'un bimoteur donne encore lieu parfois à de chaudes discussions.

Dans mon opinion, n'importe qui essaie cette méthode d'opération dans ce cas commet une erreur fatale et il est tout à fait probable qu'il terminera fatalement... mort.

Pour comprendre les déficiences de cette méthode il faut avant tout comprendre les particularités du tempérament des avions bimoteurs.

Quand les deux engins d'un bimo-

teur tournent ensemble; rond et régulièrement, les principes et la conduite du vol ne sont pas différents de ceux d'un monomoteur. N'importe quel pilote d'un monomoteur n'aurait pas plus de difficultés avec un bimoteur qu'il n'en aurait pour passer d'un Cessna 150 à un Comanche ou un Bonanza... autant que les deux moteurs tournent ensemble et régulièrement.

Quand l'un des deux moteurs s'arrête c'est toutefois une autre histoire.

Beaucoup de bimoteurs ne volent pas très bien sur un seul moteur et il y en a même quelques-uns qui ne conserveraient pas leur altitude même quand partiellement chargés. Même les avions aux meilleures performances peuvent être mis dans des situations où ils cessent de « voler ».

Deux moteurs ne garantissent pas toujours que le vol peut être continué si l'un des moteurs quitte. En fait, il a été même suggéré que deux moteurs peuvent être une tendance à ennuis puisqu'ils multiplient par deux la probabilité d'une panne d'un moteur.

Pour la plupart d'entre nous, toutefois, le vol de nuit ou vol aux instruments est plus rassurant sur un bimoteur puisque l'abandon de l'un

d'eux ne signifie pas la terminaison immédiate du vol et un atterrissage forcé difficile et dangereux. Cela veut dire que nous devons nous diriger vers le plus proche terrain et y atterrir.

Il y a annuellement à peu près deux fois autant d'accidents survenant aux monomoteurs par suite de panne de moteur que d'accidents arrivant à des bimoteurs par suite de panne d'un moteur. Quelques plaisantins ont suggéré que pour diminuer les accidents nous devrions interdire les monomoteurs, mais actuellement ils oublient qu'il y aurait alors beaucoup plus d'accidents de bimoteurs par suite de la panne d'un groupe, surtout si le pilote n'avait pas pratiqué fréquemment en vue de cet incident de vol.

Pour la plupart des bimoteurs légers, il y a une vitesse au-dessous de laquelle il est impossible de maintenir le contrôle de direction si l'un des moteurs abandonne, alors que tous deux sont à pleine puissance au cours d'un décollage. Cette vitesse est connue comme V.M.C. ou vitesse minimum de contrôle. En dessous de cette vitesse, il n'y a pas assez d'écoulement d'air sur les surfaces du gouvernail pour contrebattre la tendance de l'avion à tourner dans la direction du moteur mort.

Si nous réduisons la puissance sur le moteur vif il y a une moindre tendance à tourner vers le moteur mort et nous devrions pouvoir contrôler l'avion même à plus faible vitesse, mais il y a d'autres inconvénients comme nous le verrons. Cela forme la base de discussion pour la proposition que nous devrions réduire le moteur vif pour garder le contrôle en cas de perte soudaine de la puissance d'un moteur. Si nous poursuivons ce raisonnement jusqu'au bout à sa conclusion logique, c'est-à-dire si nous réduisons totalement ou stoppons le moteur vif, cela éliminera to-

talement le problème de la V.M.C. Naturellement c'est exact. Toutefois, il y a un pépin. Il n'est pas de bimoteurs légers qui aient les caractéristiques de vol des planeurs de performances et une rencontre avec la planète devient imminente.

L'une des lois les plus inflexibles sous laquelle nous vivons aujourd'hui n'a pas été émise par le C.E.V. Elle a été développée par ce vieux Newton. C'est la loi de gravité. Librement traduite et appliquée aux avions, elle dit que pour voler on doit disposer de puissance. Seule la puissance fait monter et maintient un avion en vol, et un défaut de cette puissance le fait obligatoirement descendre.

Nous utilisons toute la puissance disponible pour le décollage et toute ou presque pour grimper. C'est le cas avec n'importe quel avion, grand, gros, petit, mono ou multimoteur. Quand nous perdons un engin sur un bimoteur, nous ne perdons pas seulement 50% de la puissance, mais plutôt 60% et mieux. Cela non seulement parce qu'un moteur est mort, mais parce que ce moteur arrêté est la cause d'une notable augmentation de la traînée.

En plus nous volons alors avec une inclinaison et une bonne quantité de gouvernail vers le moteur vif pour conserver la ligne droite. Cela produit une traînée supplémentaire qui doit être contrebattue.

Le résultat est qu'il ne nous reste plus que 40% ou moins encore de la puissance normale de notre avion pour surmonter nos ennuis.

Un des avantages d'un bimoteur est que si l'un des moteurs nous abandonne au décollage ou en montée il sera généralement possible de continuer le vol, tourner autour du terrain et revenir atterrir. Cela requiert d'ailleurs une certaine technique et une attention soutenue et prudente à pas mal de choses, mais la

chose la plus importante est que cela exige toute la puissance restante.

Si nous réduisons le moteur vif, comme certains le préconisent, nous diminuons nos chances d'atteindre une altitude décente et de contourner le terrain. Quels que soient les dégagements des approches d'un aéroport, dans la plupart il y a toujours quelques obstacles tels que collines, barrières, arbres ou autre chose dans le voisinage sans compter d'autres avions. Nous devons les éviter si nous ne voulons pas « plier le piège ». Moins nous utilisons de puissance et plus nos chances d'entrer en relations directes avec ces obstacles augmentent.

Afin de mieux comprendre les performances des bimoteurs légers, un bref regard avec les conditions de navigabilité requises s'impose. Pour être certifiées, les machines doivent remplir certaines exigences et avoir certaines qualités de manœuvrabilité en vol.

Une des premières surprises toutefois est le fait qu'il n'y a pas d'exigences légales pour qu'un bimoteur très léger (moins de 2 720 kg en charge) puisse maintenir son vol sur un moteur. Les machines pesant plus de 2 720 kg doivent pouvoir continuer à monter sur un seul moteur. Toutefois, le bimoteur Champion Lancer et le Grumman Widgeon avec hélices à pas fixe, pour ne citer que ces deux

cas-là, entameront immédiatement une descente jusqu'au niveau zéro si l'un des moteurs se tait. (1)

Dans tous les cas naturellement nous parlons de machines en charge complète. Si l'avion n'est que légèrement chargé, il volera mieux et montera plus haut que les chiffres spécifiés dans sa notice. Toutefois, la charge maximale est celle spécifiée, car c'est la pire situation dans laquelle nous pouvons nous trouver. Si l'avion se tire d'affaire dans ces conditions, il se tirera d'affaire en tous cas à charge moindre.

La majorité des bimoteurs légers ont maintenant des performances plus ou moins honorables à leur actif. L'un d'eux, par exemple, a un plafond de 4 400 pieds sur un seul moteur, à pleine charge, dans les conditions normales de température et pression. Cela veut dire que si un moteur l'abandonne il peut continuer à monter à 4 400 pieds au-dessus du niveau de la mer, et s'y maintenir. Si toutefois cette machine décolle d'Albuquerque, par exemple, où le terrain est à 5000 pieds d'altitude et qu'un moteur l'abandonne, l'avion retournera au sol indiscutablement, quelle que soit l'habileté de son pilote. Si dans ces circonstances une sécurité totale est désirée, la machine devra être allégée avant décollage. Il y a des cas où c'est impossible et où, s'il veut absolument partir, le pilote doit prendre un risque.

## **PRENEZ L'HABITUDE DE CONNAITRE VOTRE POIDS AU DÉCOLLAGE**

(1)NDLR : On sait qu'aujourd'hui les conditions d'homologation ont changé... mais beaucoup de bimoteurs anciens volent encore.

Naturellement, nous parlons là d'altitude.

Beaucoup de bimoteurs ont maintenant des plafonds sur un moteur de l'ordre de 7 000 à 9 000 pieds. Mais si nous retournons avec une de ces machines à Albuquerque en plein été, où la tendance nous donne sur le terrain une altitude-densité de 10 000 pieds, nous courons un risque. Il est donc dans ce cas évident que le meilleur des bimoteurs légers n'apportera aucune sécurité totale.

La solution est alors ou de s'alléger ou de décoller au matin à la fraîche ou en fin de soirée. Mais même cette précaution peut être inutile si les moteurs sont âgés ou fatigués, si la voilure est sale ou mal entretenue, etc.

Il y a plusieurs choses particulièrement importantes dont le pilote de bimoteurs légers doit se souvenir. La première est la V.M.C. de son avion. Si l'avion est en l'air avec une vitesse indiquée moindre et pleine puissance sur les deux moteurs, il sera impossible de maintenir le contrôle de la direction si l'un des moteurs lâche subitement. Il tournera vers le moteur mort et s'il y a un obstacle dans cette direction, un accident fatal est possible.

La solution à ce problème est de ne jamais laisser la vitesse tomber au-dessous de la V.M.C.

Le seul moment où il y a possibilité de rester sous cette vitesse est la période de décollage car la plupart des bimoteurs légers mettent un certain temps pour atteindre la V.M.C. Toutefois, si la roue de nez est maintenue sur la piste jusqu'à ce que la V.M.C. soit atteinte, on ne peut avoir de perte de contrôle de la direction. D'ailleurs, il est préférable de conserver ce contrôle, effacer la piste et même en sortir, que d'avoir un crash incontrôlable. Si un moteur s'arrête avant d'avoir atteint la V.M.C., la roue de nez sur la piste aidera à maintenir le contrôle de direction.

La technique approuvée est de maintenir la roue de nez sur la piste jusqu'à l'obtention de la V.M.C., lever la roue de nez quand l'avion atteint cette vitesse et décoller. Faire autrement, c'est jouer à une espèce de « roulette russe » avec votre machine. Tôt ou tard, un moteur vous lâchera et une perte de contrôle de direction en résultera sûrement. Après tout si un arrêt soudain est nécessaire, le mieux est de rentrer le train et de faire une glissade sur le ventre. Cela entraîne en général beaucoup moins de dégâts que ce qu'on pourrait croire. Cette technique n'est pas valable pour un avion en vol, décollé de la piste ou hors de contrôle.

Une seconde chose que le pilote de bimoteur doit connaître de son avion est la meilleure vitesse de route à laquelle il obtiendra la vitesse ascensionnelle sur un moteur. Chaque avion grimpera à une meilleure Vz à une certaine vitesse plutôt qu'à une autre. Cela peut être si critique que certaines machines ne monteront plus du tout menées à une vitesse de quelques kilomètres/heure en dessous ou au-dessus de cette vitesse de référence.

Quelques bimoteurs ne monteraient pas du tout et n'ont de ce fait pas une vitesse de référence de meilleure Vz positive sur un moteur, mais ils auront une vitesse à laquelle ils trouveront une vitesse de chute ( $-Vz$ ) minimum. Dans tous les cas il y a donc une vitesse de référence sur un moteur à observer et tenir aussi exactement que possible. Cette vitesse est toujours au-dessus de la V.M.C. et la technique normale est de lever le nez dès que l'avion atteint et dépasse cette V.M.C.

La meilleure vitesse ascensionnelle sur un moteur doit être affichée aussitôt après et aussi rapidement que possible. L'avion est alors moins vulnérable aux difficultés inhérentes à l'arrêt d'un moteur parce qu'il est



### CESSNA GOLDEN EAGLE

alors à la vitesse optimum de meilleure vitesse ascensionnelle sur un moteur. Si un moteur s'arrête, il suffit d'une légère augmentation de pente pour maintenir la vitesse de référence, la tenir jusqu'à ce qu'on soit dégagé des obstacles, retourner au terrain et atterrir.

Après avoir atteint cette « vitesse de référence sur un moteur », l'avion normalement, doit être amené à la vitesse de meilleure montée sur deux moteurs ou à la vitesse de croisière, suivant le programme de vol. Mais ces vitesses ne sont pas d'obligation aussi vitale du point de vue sécurité que celle de référence pour une meilleure  $V_z$  sur un moteur.

Si la V.M.C. peut être un problème, nous pouvons renverser la situation pour nous garder hors d'ennuis. Nous pouvons monter à notre  $V_z$  maximum, ce qui nous donnera la meilleure chance de nous tirer d'affaire avec un moteur fonctionnant

mal ou pas. Actuellement quelques-uns des derniers bimoteurs légers grimperaient jusqu'à 9 500 pieds sur un seul moteur et pourraient y maintenir une vitesse de croisière de 210 km/h, mais seulement si nous les conduisons bien.

Quelques-uns des meilleurs ont deux vitesses dont il faut se souvenir en cas de vol sur un moteur. La plus importante est la meilleure vitesse de route pour la meilleure vitesse ascensionnelle. L'autre est la meilleure vitesse de route pour le meilleur angle de montée. La seconde est trouvée seulement dans un avion aux très bonnes performances et c'est une vitesse légèrement plus faible que la première et qui vous donnera le plus rapidement la meilleure hauteur d'évitement des obstacles autour d'un aéroport. Une fois les obstacles « clairs », la première vitesse doit être maintenue jusqu'à altitude de sécurité.

Combien est critique la V.M.C. ? Une fois encore les règlements (FAR part.23) donnent la réponse. Pour être certifié, un avion doit pouvoir être contrôlé « sans se mettre en altitude dangereuse ou sans nécessiter une habileté exceptionnelle de pilotage, de vigilance ou de force et sans changement de cap de plus de 20° ».

La V.M.C. ne doit pas être plus élevée que 20% au-dessus de la vitesse de décrochage dans la même configuration (30% dans les vieilles machines qui furent certifiées sous les règlements du chapitre 3 de l'ancienne CAR).

Le gouvernail ne doit pas exiger un effort de plus de 68 kg (150 livres) et l'avion ne doit pas être incliné de plus de 5° sur le moteur vif. Tout cela est exigé avant la mise en drapeau de l'hélice sur le moteur mort, ce qui améliore singulièrement la situation. Plusieurs facteurs affectent la V.M.C. et deux, en particulier, doivent être mentionnés. Cette vitesse est déterminée dans le cas où c'est le moteur « critique » qui s'arrête. Dans la plupart des bimoteurs américains c'est le moteur gauche qui est le moteur critique (moteur tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire à droite, vu côté pilote).

La pale descendante de l'hélice développe en général plus de traction que la pale montante et de ce fait, il y a plus grande traction développée du côté droit du disque de l'hélice que du côté gauche, vu de la place pilote.

Le moteur gauche développe dans sa traction maximum plus près de la ligne d'axe de l'avion que le moteur droit. En conséquence, quand le moteur gauche est mort le couple de déséquilibre d'axe produit par la traction du moteur droit est plus important que quand c'est le moteur droit qui s'arrête.

La vitesse requise pour conserver un vol en ligne droite sera donc plus grande quand le moteur gauche s'arrête que si c'est le droit, car il y aura un couple de lacet plus important à obtenir du gouvernail. C'est ce qui fait que le moteur gauche est appelé le moteur « critique ». Ce qui fait justice de l'opinion répandue que le moteur gauche est « critique », parce qu'il est seul à entraîner la pompe hydraulique de servitude et la dynamo.

Les lecteurs qui voleraient sur des bimoteurs anglais se trouveraient en face de la situation inverse car, à cause du sens de rotation à gauche du moteur, c'est alors le droit qui est le moteur « critique ».



CESSNA CORSAIR

Un autre facteur à considérer dans le problème est que l'écoulement de l'air produit par l'hélice a plus d'efficacité sur la gouverne de direction que l'écoulement produit par l'hélice droite. Mais l'intérêt de cela est généralement moins compris et mentionné dans les discussions sur les techniques de contrôle en cas d'arrêt du moteur.

La V.M.C. est aussi considérée comme relativement indépendante de la charge. A pleine charge certains bimoteurs ont une V.M.C. inférieure à leur vitesse de décrochage, donc la V.M.C. n'est plus un problème puisque de toute façon il faut se maintenir à une vitesse supérieure à celle de décrochage.

Il est aussi possible de réduire la V.M.C. en s'inclinant du côté du moteur vif. En règle générale la V.M.C. décroît à peu près de 1% par degré d'inclinaison de ce côté jusqu'à une inclinaison optimum d'environ 5° pour la plupart des bimoteurs.

Une dernière considération : la V.M.C. est très fonction de la quantité de puissance développée. Si le bon moteur développe moins de puissance que normalement, la

V.M.C. sera plus faible que les valeurs données. Au décollage d'un terrain élevé la V.M.C. sera plus faible puisque la puissance des moteurs est affectée par l'altitude. Dans ce cas le problème du décrochage est plus important que celui de la V.M.C. Ceci doit être présent à l'esprit quand on décolle d'un terrain par temps très chaud ou de haute altitude, ou les deux.

La V.M.C. n'est pas davantage un problème que celui du décrochage ou des autres conditions aérodynamiques du vol. Il faut « savoir » et la connaissance comptée avec un bon entraînement et une bonne pratique, fait que la V.M.C. ne cause pas plus de difficultés que le rattrapage d'un décrochage fortuit.

Le bimoteur moderne est d'ailleurs construit de façon à permettre au pilote moyen d'affronter et surmonter une panne d'un moteur sans difficulté en maintenant toute la puissance sur le moteur restant, ce qui lui donnera la meilleure chance d'éviter d'entrer en contact trop brutal avec notre mère Terre.

Traduction R. SIRRETTA

# COMPRENONS NOTRE VOL

## (1) par Jacques MOTTEZ

(1) Article publié dans Aviasport n° 10 d'octobre 1967.

### L'ATTAQUE OBLIQUE

#### CAS DU BIMOTEUR CLASSIQUE AVEC UN MOTEUR STOPPE

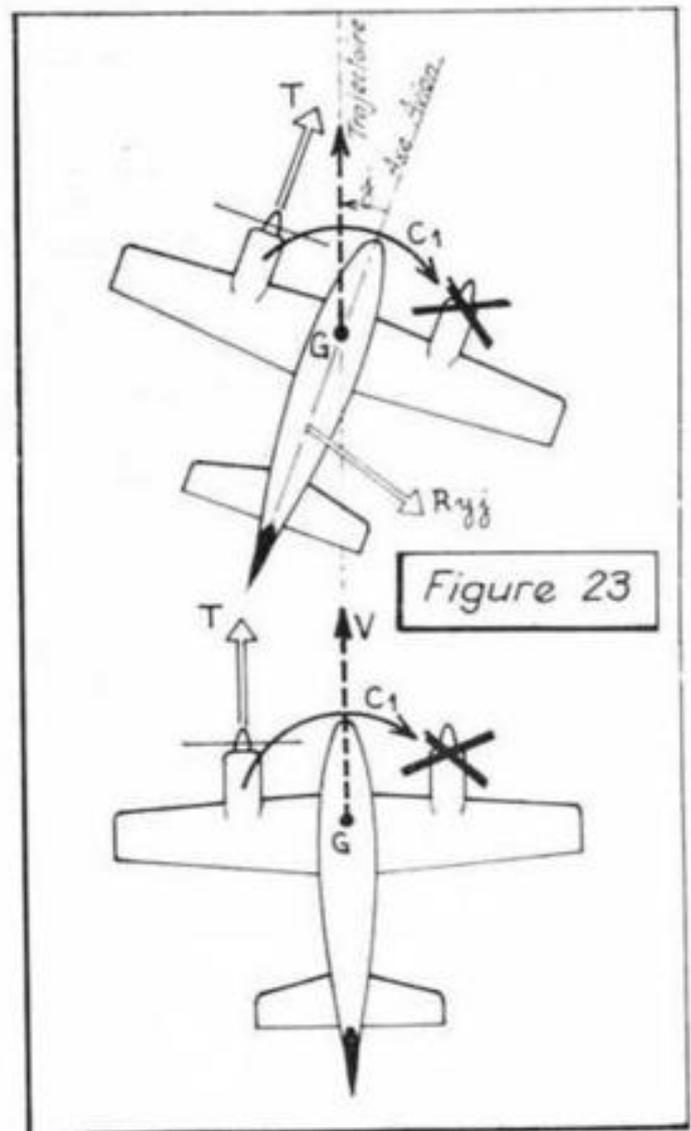
Nous ne reviendrons pas sur ce qui a été dit à l'intention des pilotes, puisque cela est la base actuelle de ce pilotage.

Malheureusement cette base comporte une lacune regrettable qui existe depuis 50 ans que les bimoteurs sont devenus utilitaires.

Que les militaires ou les transporteurs se soucient peu de la commodité et précision du pilotage ou du meilleur rendement des machines, cela les regarde, mais il entre dans le programme de cette revue d'avoir particulièrement pour objectif l'aviation privée, et celle-ci, si elle veut vraiment se développer, se doit d'être à l'avant-garde de la facilité et de sûreté d'emploi.

Reprenons donc le cas signalé par M. Bonneau : le moteur droit s'arrête (fig. 23).

L'avion tiré dissymétriquement par le moteur de gauche pivote instantanément sur lui-même vers la droite autour de son centre  $C_y$  et se met en très forte attaque oblique à gauche  $j$ , car ce dernier lancé en ligne droite



continue dans la même direction (voir Newton).

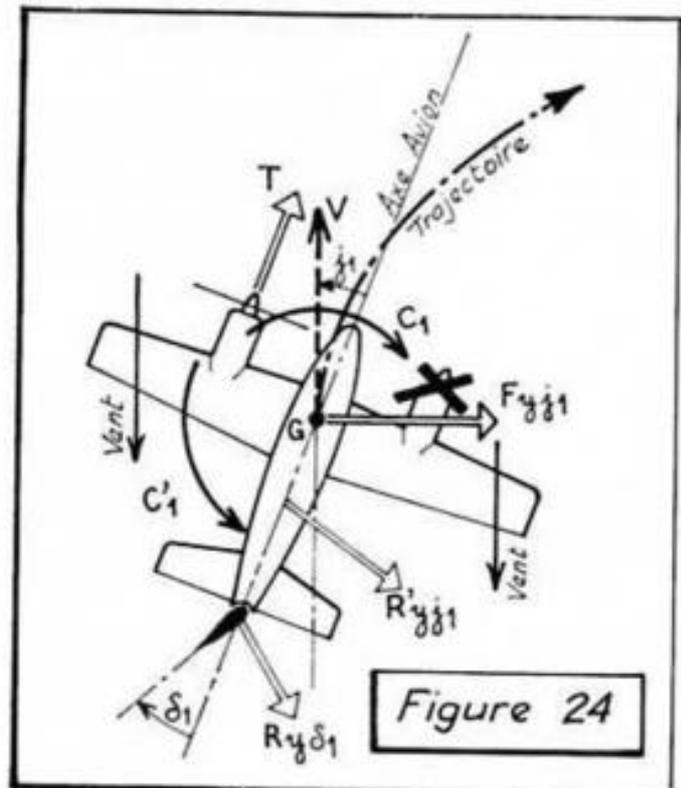
Apparition donc immédiate des trois phénomènes, comme conséquence de l'attaque oblique qui sont : réaction transversale  $R_y$  dirigée vers la droite, qui provoque donc un virage à plat à droite; couple de roulis induit à droite qui vient s'ajouter à celui que donne la disparition du souffle de l'hélice droite sur l'aile, et qui est en général bien moins important que l'effet de l'attaque oblique sur le dièdre; et enfin augmentation de la traînée et diminution de la sustentation due à l'attaque oblique.

Cet ensemble de circonstances fâcheuses consécutives à l'arrêt d'un moteur, Monsieur Bonneau insiste avec juste raison, demande une intervention **immédiate et importante** : en lacet par braquage à gauche du gouvernail de direction; en latéral, à gauche également, pour empêcher l'inclinaison qui conduirait très vite à la spirale engagée; sur le moteur restant pour lui demander plus de puissance si c'est possible, sur l'hélice du moteur mort pour la mettre en drapeau, sur le train pour le rentrer si c'est au décollage, etc., toutes choses indispensables pour perdre le moins d'altitude possible, et même continuer à en gagner un peu, si le sol est encore tout proche.

Le pilote étant supposé bien entraîné, la première phase critique de cette remise en ordre se passe et l'avion se trouve alors dans la situation aérodynamique suivante :

L'avion est en attaque oblique  $j_1$  stabilisé à gauche. La valeur de  $j_1$  n'augmente plus et a même été un peu réduite sur ce qu'elle a pu être à un moment donné parce que le couple  $C_1$  à droite autour du centre de gravité donné par la traction du moteur vif est équilibré par les deux réactions aérodynamiques de même sens  $R_y$  1 sur le gouvernail de direction braqué à gauche par le pilote, et  $R'_{yj_1}$  due à l'attaque oblique à gauche du fuselage (fig. 24).

Ces deux réactions aérodynamiques se décomposent en un couple  $C'_1$  autour du centre de gravité  $G$ , et en une force transversale  $F_{yj_1}$  appliquée en ce même point  $G$ .



Le couple primitif  $C'_1$  que le pilote, par son action sur le gouvernail, amène à être égal au premier mais de signe inverse, couple à gauche. Mais la force  $F_{yj_1}$  qui n'est pas équilibrée par une autre force donne lieu à un virage à plat, relativement lent d'ailleurs. Le braquage du gouvernail de direction est alors  $S_1$ .

De critique qu'était la situation lorsque le moteur est tombé en panne elle est devenue correcte au point de vue sécurité, mais il y a subsistance d'un virage qui, du point de vue navigation, n'est pas du tout désirable. Il faut le faire disparaître, et pour cela deux solutions se présentent au pilote : la **mauvaise** pour laquelle il a sur son tableau de bord tous les instruments voulus, et la **bonne** pour la-

quelle il n'a pas à sa disposition l'instrument idoine. Cruel dilemme !

### LA MAUVAISE SOLUTION : EN ATTAQUE OBLIQUE INVERSE

L'avion est alors ailes horizontales mais il vire doucement à droite. Le pilote le voit; même en I.F.R. il le verrait sur son instrument : sa bille est à gauche, donc il dérrape à gauche, et son indicateur de virage lui indique bien le virage à droite.

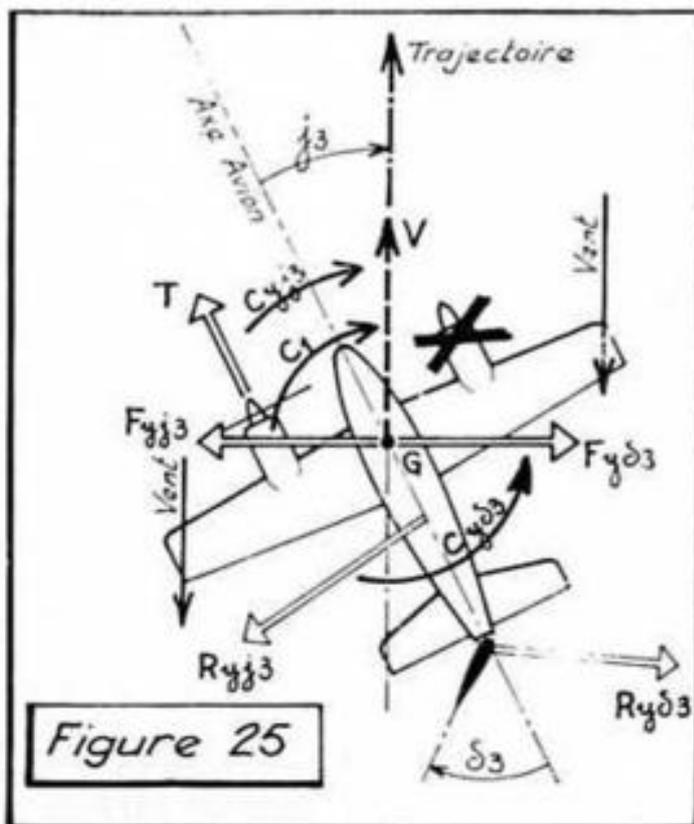
Pour faire rentrer la bille il pousse dessus avec le pied gauche. Effectivement la bille rentre progressivement et en même temps l'aiguille de l'indicateur de virage revient vers le zéro.

En braquant suffisamment le gouvernail de direction à gauche, l'aiguille est à son zéro et la bille aussi; les ailes, et l'horizon artificiel sont horizontaux eux aussi.

Tout est donc parfait, rien n'empêche le pilote de s'y mettre, même en I.F.R., ses instruments sont bien conçus pour cela, mais sa position aérodynamique n'est pas la meilleure, la puissance qui lui reste est mal utilisée, gaspillée pourrait-on dire, et dans certains cas il descendra au lieu de pouvoir continuer à monter, même faiblement, ce qui est synonyme d'une fin d'aventure particulièrement pénible.

De plus le pilote sera surpris : pour rattraper l'avion il a été obligé de faire une importante action à gauche du manche, en même temps que pied à gauche, ce qui lui est habituel. Maintenant au contraire la position de son manche et son effort sont à droite : cela lui paraît pour le moins curieux: se sortir d'embarras en agissant dans un sens, et quand tout est revenu en bon ordre, être obligé d'avoir une action inverse au manche. Heureusement pour lui, flettner et tab sont réglables à sa disposition.

Voyons donc la situation aérodynamique de cette circonstance (fig. 25).



Le pilote en agissant sur le pied gauche pour renvoyer au centre la bille qui était à gauche a fait progressivement pivoter l'avion à gauche et il est maintenant **en attaque oblique à droite**; ce qui lui permet d'avoir une trajectoire rectiligne et comme il est ailes horizontales d'avoir bille au zéro car, rappelons-le, la bille classique n'est pas un indicateur d'attaque oblique, mais indique la présence d'une force transversale : du moment que l'avion décrit une ligne droite, c'est qu'il n'y a pas de force transversale (voir Newton), et du moment qu'il est ailes horizontales, la bille sera à zéro.

Mais pourquoi est-il en ligne droite ? Le pilote a donc poussé sur son pied gauche et le gouvernail de direction est passé du braquage  $\delta 1$  précédent (fig. 24) au braquage actuel  $\delta 3$ .

L'avion ayant pivoté sur lui-même se trouve maintenant en attaque oblique  $j3$  à droite. La réaction du fuselage

ge  $F_{y3}$  vient équilibrer, étant dirigée vers la gauche, la force  $F_{y3}$  due au braquage,  $\delta_3$  particulièrement prononcé qu'à le gouvernail de direction et qui est dirigée vers la droite.

Ces deux forces étant alors égales et opposées s'annulent l'une l'autre.

L'avion qui n'est plus soumis à une force transversale suit alors une trajectoire rectiligne.

Mais l'avion est aussi en équilibre dans sa rotation en lacet. En effet, nous avons vu, figure 24, que le braquage  $\delta_1$  suffisait pour combattre le couple de lacet à droite, donné par le moteur vif, étant partiellement aidé par la réaction transversale  $R'_{y1}$  du fuselage vers la droite.

Ici  $\delta_3$  a dû devenir beaucoup plus grand pour créer l'attaque oblique à droite et voir sa réaction  $R_{y3}$  être assez importante pour équilibrer à la fois : le couple à droite  $C_1$  dû au moteur vif,  $C_{y3}$  dû à la réaction du fuselage  $R_{y3}$  qui se décompose en  $F_{y3}$  que nous avons déjà utilisé et ce couple  $C_{y3}$  qui vient s'ajouter à  $C_1$ .

On a donc :

$F_{y3} = F_{y3}$  Il y a équilibre  
et  $C_{y3} = C_1 + C_{y3}$  Il y a équilibre aussi.

L'avion est donc bien alors en ligne droite stable, mais il n'en reste pas moins que sa position et celle de ses gouvernes interviennent toutes pour augmenter sa traînée et risquer ainsi de ne plus permettre le vol horizontal.

En effet : l'avion est en attaque oblique à droite : traînée supplémentaire; son gouvernail de direction est très fortement braqué,  $\delta_3$ , donc sa traînée sera plus forte que lorsqu'il n'avait que  $\delta_1 > \delta_3$ .

Etant en attaque oblique à droite, le roulis induit dû au dièdre tend à le renverser à gauche, le pilote est obligé de contrer cela en mettant man-

che à droite : l'aileron droit se relève, l'aileron gauche s'abaisse. Le roulis induit est contré, mais de ces braquages il résulte aussi une augmentation de traînée qui vient s'ajouter aux deux autres; le pilote a alors ses gouvernes en position croisée, ce qui pourra, malgré lui, le gêner dans sa liberté d'esprit.

C'est à cause de la présence de toutes ces traînées supplémentaires que l'on peut dire que cette solution est la solution mauvaise.

### LA BONNE SOLUTION : EN POSITION INCLINÉE CÔTÉ MOTEUR VIF

Revenons à la situation primitive figure 24. L'avion est en virage à plat, à droite. Nous savons qu'un virage à plat pouvait être contré en s'inclinant en sens inverse. En nous inclinant ainsi du côté du moteur vif (c'est-à-dire ici à gauche), nous faisons apparaître une composante de la pesanteur vers la gauche  $P_y$  qui vient contrebalancer la force transversale à droite due au braquage à gauche  $\delta_2$  du gouvernail de direction  $F_{y2}$  (fig. 26).

Cette réaction  $R_{y2}$  du gouvernail de direction sera en outre suffisante pour équilibrer à elle seule le couple du lacet  $C_1$  du moteur, ce qui implique  $\delta_2 < \delta_3$  mais par contre disparition totale de l'attaque oblique  $j_2 = 0$ .

En l'absence d'attaque oblique, il n'y aura pas de roulis induit et le manche sera à nouveau au milieu très sensiblement : au couple de roulis près résultant de l'absence du souffle de l'hélice du moteur mort, ce qui sera toujours faible.

L'avion, malgré son moteur stoppé, suivra donc une ligne droite, **sans attaque oblique**, c'est-à-dire dans les meilleures conditions de faible traînée; en effet, faisons-en le bilan :

Pas d'attaque oblique, pas de traînée supplémentaire,  $j_2 = 0$ .

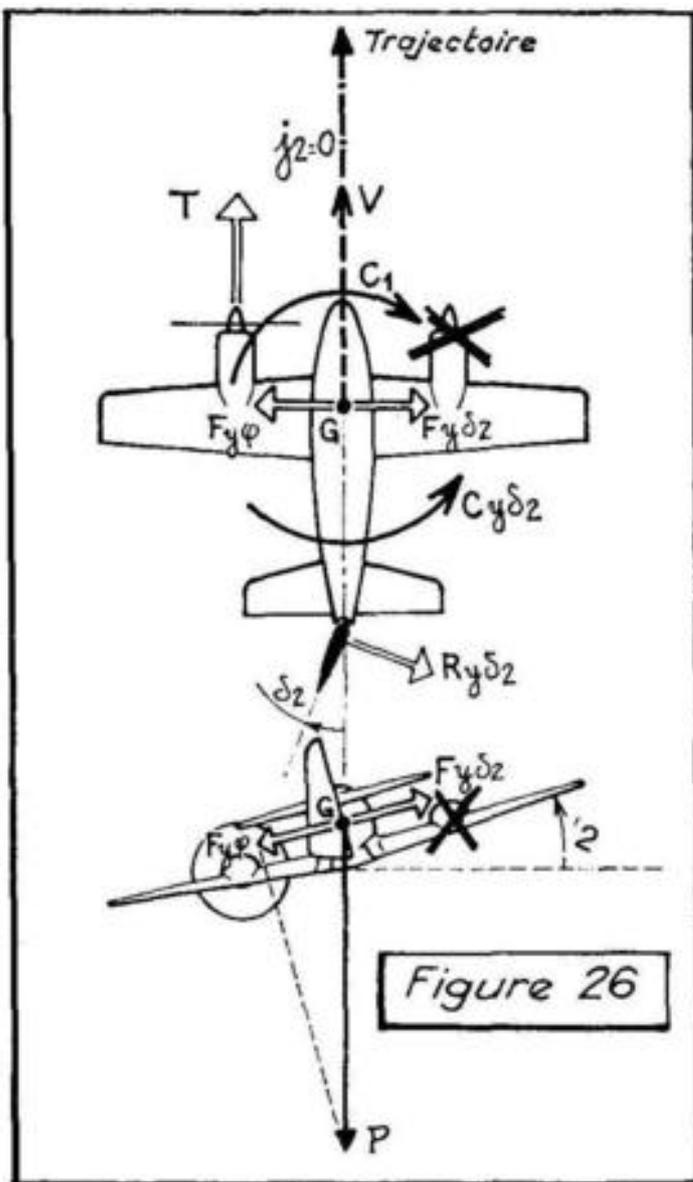


Figure 26

Braquage de direction 2 3, donc moindre traînée que précédemment. Pas d'attaque oblique, donc pas de nécessité de braquage des ailerons donc moindre traînée.

Toutes choses qui, à elles seules, pourront permettre à l'avion de conserver une trajectoire légèrement montante et en tout cas non descendante, ce qui ne permettrait pas la solution que nous avons appelée « la mauvaise », ci-dessus.

A remarquer que la position inclinée fait perdre un tout petit peu de sustentation qu'il faudra récupérer en cabrant insensiblement l'avion, mais ce qui en résultera en traînée sera infime à côté de celle résultant du  $j_3$  du cas précédent, et inférieure éga-

lement à ce que l'attaque oblique précédente faisait perdre en sustentation. Malheureusement, il manque actuellement sur les tableaux de bord des bimoteurs l'instrument **nécessaire** : l'indicateur d'attaque oblique.

Celui-ci, **la Pseudo-Bille**, décrite précédemment (juin 67), placée en lieu et place de la bille classique de l'indicateur de virage, par exemple, amène **immanquablement** le pilote à se placer dans la bonne position, « la meilleure ». En effet, nous allons en définir toutes les phases entièrement conformes en tant qu'action du pilote, ce qu'il a toujours appris en pilotage (nous prenons le cas de l'IFR qui est souvent considéré sans conteste comme le plus délicat) :

**a)** Le moteur de droite s'arrête : instantanément le pilote voit la **pseudo-bille** qui file à gauche et l'aiguille (de l'indicateur de virage) à droite. Bille à gauche se contre, et s'est toujours contrée, par pied à gauche (le pied repousse la bille). Le virage à droite précisé par l'indicateur de virage se contre par la commande du virage, le manche, ici porté à gauche. Et ceci instantanément, et tant que cela peut, surtout pour le premier.

**b)** Le déséquilibre se calme, le pilote fait ses autres opérations décrites par M. Bonneau, sans perdre de vue qu'il lui faut, à cause de la traînée, arriver à la bonne position.

**c)** L'attaque oblique sera **nulle** quand **le pied, et lui seul**, aura ramené la **pseudo-bille** au milieu.

La trajectoire sera une ligne droite quand le manche, et lui seul aura ramené l'aiguille au zéro.

Et c'est alors et dans cette position qui sera automatiquement inclinée mais que le pilote ne voit pas (IFR) qu'il aura le plus de chances, avec les machines actuelles, on peut même dire de certitude, de sauver

ses passagers, sa machine et sa peau.

**d)** L'avion n'a plus d'attaque oblique, le manche est à peu près au milieu, et toutes les gouvernes sont bien « trimmées » (la pseudo-bille et l'aiguille sont là pour figurer le dosage). Le pilotage pour les évolutions de navigation et les présentations reste alors identique à celui du vol normal : le manche pour virer, la **pseudo-bille**, commandée aux pieds, pour corriger les écarts d'attaque oblique. Et ceci aussi simplement à droite qu'à gauche.

**e)** S'il faut réduire pour permettre la pente de descente, l'aiguille qui va à gauche sera à ramener au milieu par manche à droite; la **pseudo-bille s'en va à droite** : sans hésitation, le pilote la ramène au milieu en la poussant avec le pied droit.

Cela correspond, en fait, à revenir au vol ailes horizontales et les deux

commandes du contrôle latéral au milieu, puisque, si le moteur restant est réduit à fond, l'avion est en plané classique avec ses deux moteurs réduits, la dissymétrie ayant ainsi disparu.

**f)** Et si le pilote prêt à se poser se voit dans l'obligation de remettre plein gaz sur le seul moteur en état, l'opération est particulièrement délicate, comme le signale M. Bonneau, car il se trouve alors à vitesse plus faible que celle de la vitesse critique de décollage, et les diverses gouvernes et réactions aérodynamiques mises en jeu pour contrer le déséquilibre du seul moteur vif, n'ont plus qu'une action moindre puisque la vitesse est faible.

Ce n'est en tout cas pas une raison pour priver le pilote de l'instrument de mesure le mieux adapté à la circonstance, l'indicateur d'attaque oblique, la **pseudo-bille** qui lui permettra le mieux de s'en tirer.

#### DE HAVILLAND DRAGON





BEECHCRAFT STARSHIP I

## VUES SUR LE PASSE ET LE FUTUR

Il est vraiment curieux de constater que même dans la technique courante la plus évoluée à ce jour, la science et la pratique du vol, la séculaire « Routine » a conservé tous ses droits: depuis 50 ans, comme nous le disions il y a peu de temps, constructeurs et pilotes n'ont pu, pour le bimoteur se détacher de la bille classique même quand ils savent qu'elle est incapable de renseigner correctement le pilote en difficulté sur la meilleure position à prendre. Et alors en l'absence de l'instrument idoine M. Bonneau est bien obligé de dire : « ...de préférence la bille un peu du côté du moteur vif ». Quel tollé si un moniteur se mettait à dire : « en monomoteur la bille ne doit pas être trop loin du milieu ! ». C'est pourtant ce qui se passe dans l'instruction officielle avec le bimoteur.

Le bimoteur en aviation privée ne demande qu'à se développer; son pilotage doit être pour cela aussi aisé et sûr que celui du monomoteur; il doit être doté de l'instrument voulu.

Car l'instrument existe, au complet, sur catalogue; il y en a peut-être d'autres. Nous citons ici celui de Badin : « **Sonde K. 2201 à K. 2204, avec son réchauffage anti-givrage**

**et son manomètre récepteur de pression différentielle CEV Badin Type K. 3221 ».** Mais là, grâce et pitié pour le pilote ! Assez d'aiguilles, de cadrans et de chiffres, d'un style toujours différent et nouveau, mais la simple **pseudo-bille** (juin 67) que tout pilote connaît déjà bien, et il saura s'en servir dès la première fois qu'il la verra; eu égard aux vitesses très diverses auxquelles vole l'avion, les chiffres ne signifient plus rien et sont inutiles pour l'usage courant.

Il y a quelque temps le S.F.A. a rendu la bille classique obligatoire. Que ne pousse-t-il plus loin en commandant concurrentiellement, la pseudo-bille, en l'expérimentant sur ses bimoteurs et en la rendant à son tour obligatoire pour ce genre d'appareil; ses pilotes ne demanderaient pas mieux que de participer à cette mise au point, nous en sommes certains; ou bien alors, qu'il soit logique avec lui-même et annule son décret précédent : il n'y a pas de raison d'imposer au monomoteur ce que l'on refuse au bimoteur, qui en a encore plus besoin.

On dira : les militaires, les grands transporteurs et les Américains n'en ont pas.

C'est bien cela, la routine d'abord...  
... Mais où sont les pionniers d'antan...



**Pierre BONNEAU a commencé à piloter des planeurs en 1939 alors qu'il avait 15 ans et demi. Il totalise aujourd'hui plus de 14 000 heures de vol en 44 ans d'activité de pilote.**

**Il est titulaire de l'Insigne d'Or de Vol à Voile et est instructeur pour les pilotes privés (avions et planeurs). Pilote d'essais breveté, issu de la fameuse école du Centre d'Essais en Vol, il a effectué le premier vol et assuré les essais de quinze prototypes de planeurs et d'avions (dont un bimoteur et un réacteur).**

**Sa qualité de pilote d'essais lui a permis en outre de piloter plus de 280 types d'avions légers différents, (dont 50 bimoteurs), 80 types de planeurs et de voler sur des appareils de formule expérimentale, ou peu courante (absorbeur de rafales, aile flottante, pou du ciel, pilotage couché ventre, autogire, stato-réacteur entre autres).**

**Il a battu onze records internationaux sur avions légers équipés de turbo-propulseurs Turboméca - Astazou (dont quatre sur biturbopropulseurs).**

**Pilote professionnel de 1ère classe, il a été pendant plus de 10 ans Commandant de Bord sur biturbopropulseur Fokker 27 à Air Inter.**

**Il est également pilote privé d'hélicoptères et est qualifié sur hydravions et depuis peu sur U.L.M.**

**Journaliste, depuis 1945, il a écrit de très nombreux articles (en particulier des comptes-rendus de vol) dans des revues françaises et étrangères, et est l'auteur de plusieurs ouvrages spécialisés.**