

LE PILOTAGE D'UN BIMOTEUR LEGER

Parmi les bimoteurs légers, on distingue les bimoteurs classiques qui ont les moteurs situés de part et d'autre du plan de symétrie et les bimoteurs de type push-pull, comme le CESSNA SKYMASTER, qui ont les moteurs dans l'axe du fuselage, un sur l'avant et un sur l'arrière.

- 1) **Les bimoteurs légers classiques :**
- 2) **Les bimoteurs légers "Push-Pull" :**
- 3) **Le vol sur deux moteurs avec un bimoteur léger classique :**
- 4) **Le vol sur un moteur avec un bimoteur léger classique :**
- 5) **Les différentes vitesses et définitions en bimoteur léger classique :**
- 6) **Les performances sur un moteur en bimoteur léger classique :**
- 7) **Les performances et la sécurité sur bimoteur :**
- 8) **La panne moteur sur bimoteur léger classique :**
- 9) **Les qualifications de type sur bimoteur léger :**
- 10) **Les consignes générales de sécurité :**
- 11) **Le pilotage des bimoteurs :**
- 12) **L'utilisation du moteur lors de pannes simulées :**

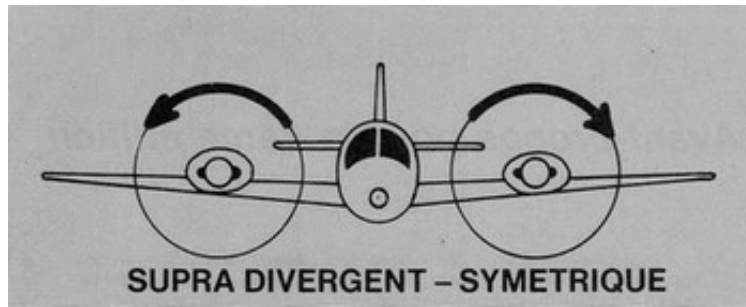
HP

- 1) **Les bimoteurs légers classiques :**

Parmi les bimoteurs légers, on distingue :

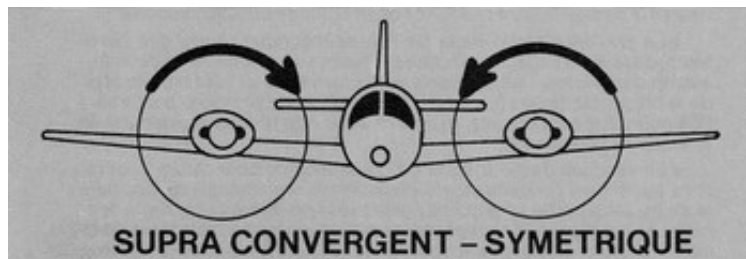
- a) **Le bimoteur léger supra divergent symétrique :**

Dans ce cas, l'hélice du moteur gauche tourne vers la gauche et l'hélice du moteur droit tourne vers la droite.



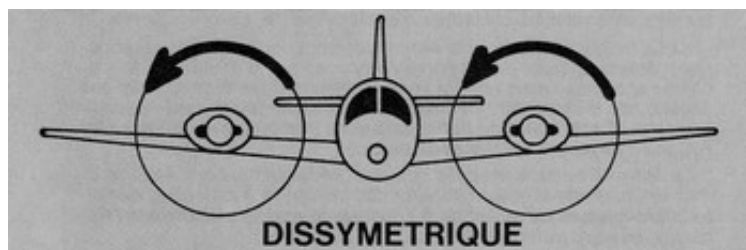
b) **Le bimoteur léger supra convergent symétrique :**

Dans ce cas, l'hélice du moteur gauche tourne vers la droite et l'hélice du moteur droit tourne vers la gauche.



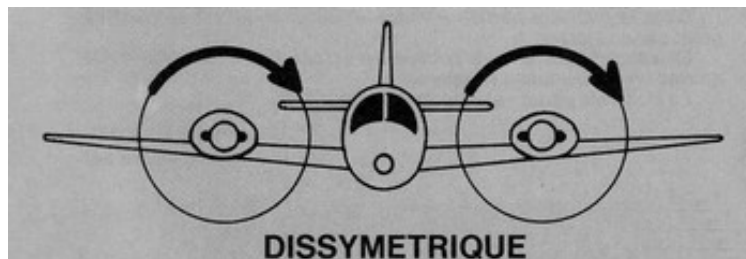
c) **Le bimoteur léger dissymétrique (hélices tournant à droite) :**

Dans ce cas, les deux hélices des moteurs tournent vers la droite.



d) **Le bimoteur léger dissymétrique (hélices tournant à gauche) :**

Dans ce cas, les deux hélices des moteurs tournent vers la gauche.



HP

2) Les bimoteurs légers "Push-Pull" :

La configuration d'un bimoteur léger dite "Push-Pull" est en fait une solution prévue pour éliminer en quelque sorte la dissymétrie lors d'une panne moteur dans la mesure où les deux moteurs sont disposés sur l'axe de symétrie de l'avion.

Dans ce type de configuration, le moteur situé en avant de l'axe longitudinal a une hélice tractive tandis que le moteur situé à l'arrière de cet axe a une hélice propulsive.

Le CESSNA 337 offerts en différentes versions (train fixe, train rentrant, pressurisé) en avait été une réalisation commercialisée.

A noter également la conception d'un bimoteur léger particulier, qui associe deux moteurs et une hélice propulsive, mise en place sur le Lear Fan 2100 dont la cellule est réalisée en matériau composite. Il s'agit en fait d'un biturbopropulseur équipé de deux Pratt et Whitney PT6 de 850 Cv (détarés à 650 cv) montés dans la partie arrière du fuselage derrière l'habitacle qui entraînent une hélice propulsive quadripale par l'intermédiaire d'un réducteur commun, chacun des moteurs ayant son propre embrayage.

a) Les avantages de la configuration "Push-Pull" :

Parmi les avantages de cette configuration "Push-Pull", on peut citer les qualités de vol et la facilité de pilotage sur un moteur.

De plus, le roulement au sol en est facilité également.

b) Les inconvénients de la configuration "Push-pull" :

Parmi les inconvénients, on peut citer la difficulté de refroidissement du moteur arrière mais aussi le fait que ce moteur arrière soit invisible du pilote notamment lors de la mise en route par le pilote.

A noter que la solution bi-poutre permet généralement de résoudre cet aspect au niveau de la sécurité.

On peut aussi signaler le danger potentiel pour les occupants de l'appareil d'être pris en sandwich entre les deux moteurs lors d'un éventuel crash, le cas échéant.

En outre, la visibilité vers l'avant est naturellement moins bonne que sur un bimoteur léger classique ou conventionnel.

Ainsi, le bilan avantages / inconvénients semble malgré tout en faveur de la formule "Push-Pull", tout au moins pour les avions de faible tonnage.

Toutefois, la faveur des pilotes va en majorité aux bimoteurs légers conventionnels en raison d'habitude et de psychologie notamment.

HP

3) Le vol sur deux moteurs avec un bimoteur léger classique :

Malgré leur aspect extérieur symétrique, la plupart des bimoteurs légers 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.

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

Par contre, lorsque les moteurs tournent dans le même sens, ils provoquent alors des couples autour des axes de roulis (couple de renversement) et de lacet (souffre hélicoïdal).

De ce fait, pour arriver à faire voler droit un bimoteur dissymétrique, ces couples doivent être compensés par des forces aérodynamiques, que l'on fait naître par une dissymétrie de construction.

On peut donc distinguer le couple autour de l'axe de roulis et celui autour de l'axe de lacet :

a) Le couple autour de l'axe de roulis :

Le couple autour de l'axe de roulis peut être combattu par deux méthodes :

- Le calage différent des deux ailes :

Toutefois, un calage différent des deux ailes entraîne des inconvénients :

- * Une traînée dissymétrique produisant un couple de lacet.
- * Une compensation valable pour une seule vitesse.
- * Un décrochage en roulis.

- Le braquage des ailerons :

Pareillement, le braquage des ailerons amène aussi des inconvénients :

- * Une augmentation de la traînée.
- * Une création d'un couple de lacet.

Dans ces deux méthodes, la correction du couple de roulis engendre un couple de lacet qui devra être également combattu.

b) **Le couple autour de l'axe de lacet :**

Le couple de lacet provient donc, d'une part de la répercussion sur le lacet de la correction du couple de roulis, et d'autre part de la dissymétrie du souffle hélicoïdal des hélices qui intéresse toutes les surfaces latérales de l'avion.

Ce couple autour de l'axe de lacet est en principe combattu soit par :

- **Le décalage de l'axe de traction du moteur :**

Néanmoins, le décalage de l'axe de traction du moteur a pour inconvénients :

- * Une correction qui est proportionnelle à la traction mais non pas au couple moteur.
- * Une action de l'hélice qui n'est pas dirigée suivant l'axe de l'avion.

- **Une dérive légèrement braquée ou avec un profil dissymétrique :**

Dans ce cas, la dérive est légèrement braquée de conception à une valeur déterminée une fois pour toute. Il en est également de même en ce qui concerne le profil dissymétrique retenu lors de la fabrication de la dérive.

- **Une action du pilote sur la gouverne de direction :**

Dans cette situation, une action du pilote est nécessaire soit directement au niveau du palonnier ou par l'intermédiaire du réglage d'un tab de gouverne de direction.

Cependant, toutes ces corrections ne sont valables que pour une puissance donnée. La correction finale, en vol normal, des couples de roulis et de lacet devra alors être effectuée par les gouvernes dont les tabs seront réglés afin d'annuler les divers efforts aux commandes.

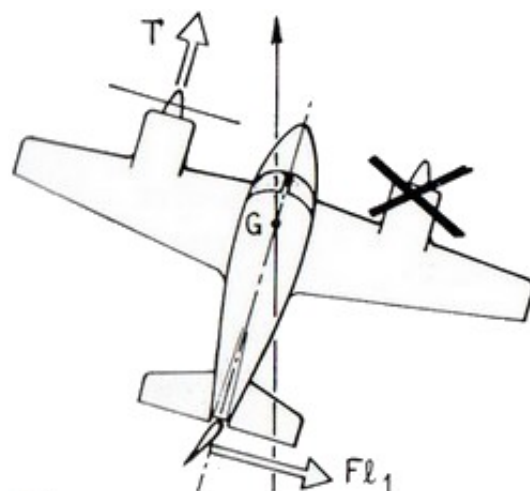
Il est donc indispensable de disposer sur les bimoteurs d'un tab sur chaque gouverne (ailerons, profondeur et direction).

HP

4) **Le vol sur un moteur avec un bimoteur léger classique :**

Sur un bimoteur léger classique, si l'un des moteurs ralentit ou s'arrête, le vol va s'effectuer à puissance

dissymétrique.



Traction dissymétrique

En effet, la traction "T" du moteur en fonctionnement normal va provoquer un moment autour du centre de gravité "G" et l'avion va avoir tendance à virer. D'autant plus que non seulement le moteur en panne ne tire plus mais donne aussi une traînée supplémentaire tant que l'hélice du moteur incriminé n'est pas mise en drapeau.

Exemple :

Sur un bimoteur de deux fois 500 cv en puissance moteur, le moteur en moulinet sous l'action du vent absorbera 75 cv environ de puissance. Par contre, si le moteur est stoppé, la puissance absorbée par la traînée de l'hélice arrêtée ne sera plus que de 35 cv. Elle sera de seulement 10 cv si l'hélice est mise en drapeau.

Ainsi, en cas de panne moteur, le droit par exemple, la traction du moteur gauche va provoquer un pivotement autour du centre de gravité "G" que le pilote va devoir combattre en braquant la gouverne de direction vers la gauche au niveau des palonniers.

Cette action fait naître une force latérale "Fl 1" dont le moment par rapport au centre de gravité équilibre celui dû à la traction "T" du moteur gauche en fonctionnement. Dans ce cas, l'avion n'a plus tendance à pivoter autour de son centre de gravité "G" mais il va conserver une tendance à virer en raison de la force latérale "Fl 1" qui va alors courber la trajectoire.

De ce fait, pour empêcher ce virage, le pilote devra combattre cette force latérale par une autre force latérale de sens contraire.

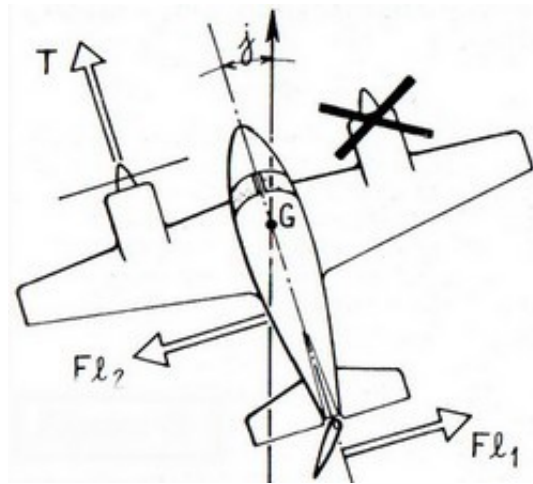
Pour y parvenir, on distingue deux méthodes de pilotage :

a) Le maintien des ailes à l'horizontale associé à un braquage de la direction

:

La première méthode consiste à laisser les ailes horizontales et à augmenter encore le braquage de la direction. Dans ce cas, l'avion va déraiper du côté du moteur en panne.

Ce dérapage provoque alors une force aérodynamique latérale "Fl 2" qui va s'opposer à "Fl 1".



Equilibre des forces

Ainsi, étant 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 est alors nécessaire :

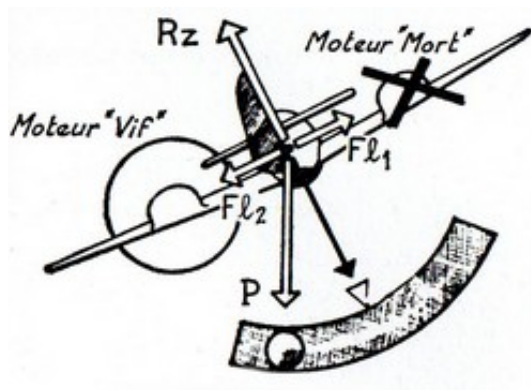
$$M_t T + M_t Fl_2 = M_t Fl_1$$

L'avion dans cette situation vole à un cap constant avec les ailes horizontales. De plus, la bille qui est soumise seulement aux forces massiques est au milieu, bien que l'avion dérape.

b) L'inclinaison de l'avion sur le moteur en fonctionnement :

La seconde méthode consiste à incliner l'avion sur le moteur en fonctionnement.

Dans ce cas, c'est la force massique "Fl 2" composante du poids "P" qui équilibre la force latérale "Fl 1".



Equilibre des forces réalisé en inclinaison

L'avion dans cette situation vole incliné, à cap constant, mais cette fois sans dérapage. En outre, la bille qui est soumise aux forces massiques n'est pas au milieu, bien que l'avion ne dérape pas.

A noter qu'en pratique, en cas de vol sur un moteur, le pilote combine bien souvent ces deux méthodes 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.

De ce fait, pour le pilote, il apparaît 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.

Ainsi, lors des évolutions sur un moteur, la sécurité recommande d'avoir tendance à laisser la bille décalée du côté du moteur vif (en fonctionnement).

HP

5) Les différentes vitesses et définitions en bimoteur léger classique :

Parmi les différentes vitesses caractéristiques en bimoteur léger, on peut citer:

a) La vitesse minimale de contrôle (V.M.C.) :

La vitesse minimale de contrôle en vol (V.M.C.) est la vitesse à laquelle sur un bimoteur léger, le moteur critique ayant une défaillance soudaine, il est possible pour le pilote de conserver la maîtrise de l'avion en n'utilisant que les commandes principales de vol et de réussir à maintenir une trajectoire rectiligne parallèle à la trajectoire initiale.

Cette vitesse minimale de contrôle en vol est en principe indiquée par un trait rouge sur le cadran de l'anémomètre.

La vitesse minimale de contrôle en vol dépend aussi du temps de réaction du pilote car le mouvement de l'avion devient violent après un temps relativement court en cas de panne.

Ainsi, pour une panne se produisant à une vitesse donnée, une action tardive du pilote pourrait lui faire perdre le contrôle de son appareil alors qu'une action immédiatement permet un contrôle aisé.

Pour mémoire, c'est bien souvent l'association de la configuration décollage, des puissances maximales et de la proximité du sol qui donne le cas le plus délicat au niveau du pilotage d'un bimoteur car dans cette phase de vol :

- 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.

En effet, en dessous de la vitesse minimale de contrôle "V.M.C.", le contrôle de l'avion devient de plus en plus délicat du fait de la nécessité d'une amplitude de plus en plus grande au niveau du débattement des gouvernes de vol.

Ainsi, dans le cas d'un bimoteur lors d'un décollage, après la mise des gaz, l'avion commence à rouler et accélère. Si une panne de moteur survient brutalement, la traction due au moteur restant va devenir dissymétrique et l'avion va avoir tendance à embarquer.

Il existe alors une vitesse dite vitesse minimale de contrôle au sol ainsi qu'une vitesse dite vitesse minimale de contrôle en l'air.

*** La VMCg :**

La VMCg (g pour ground) est la vitesse minimale de contrôle au sol en dessous de laquelle le pilote sera incapable de contrôler la trajectoire de l'avion à l'aide des gouvernes principales seules afin de l'empêcher de quitter la piste.

De ce fait, si la panne intervient en dessous de la VMCg, le pilote doit impérativement réduire le moteur en fonctionnement et interrompre le décollage.

Par contre, si la panne intervient après la VMCg, le pilote peut éventuellement poursuivre le décollage, notamment si la piste est trop courte pour effectuer un arrêt en toute sécurité car il devra aussi respecter les limites de la distance "accélération-arrêt". Pour y parvenir, il faut que le constructeur garantisse que l'avion puisse continuer à accélérer et à atteindre la vitesse de décollage sur un moteur, que le pilote dispose devant lui de la longueur de piste nécessaire à cette accélération et qu'il ait la patience d'attendre que l'avion atteigne la vitesse de sécurité au décollage, qui est au moins égale à la VMCa (vitesse minimale de contrôle en l'air).

*** La VMCa :**

La VMCa (a pour airborne) est la vitesse minimale de contrôle en l'air en dessous de laquelle, en cas de panne brutale de moteur en vol, le pilote sera incapable de contrôler la trajectoire de l'avion à l'aide des seules gouvernes principales.

En conséquence, un décollage type en bimoteur léger au niveau de la sécurité doit devenir simple au niveau de la procédure :

- Mise en puissance, début du roulement et accélération.
- Si une panne moteur intervient avant V1, vitesse de décision figurant au manuel de vol de l'appareil concerné ($V1 > VMCg$), le pilote doit systématiquement interrompre le décollage (réduction immédiate du moteur vif et freinage).
- Si une panne moteur intervient après V1, le pilote peut éventuellement continuer le décollage, si l'avion est prévu pour :

* Piste courte :

Dans ce cas, le pilote ne peut pas s'arrêter avant la limite de la piste (distance accélération-arrêt) et la meilleure chance de ne rien casser est effectivement de continuer le décollage et de faire un tour de piste sur un moteur pour revenir atterrir (sauf danger immédiat après le décollage avec un avion lourd où il serait alors préférable d'interrompre néanmoins le décollage et de négocier au mieux une sortie de piste peut être moins dramatique qu'un éventuel crash).

* Piste longue :

Dans ce cas, même si la panne moteur survient après V1, même si la panne moteur survient après V2, vitesse de sécurité au décollage figurant dans le manuel de vol de l'avion concerné ($V2 > VMCa$), la sagesse du pilote s'il est sûr d'avoir la distance d'accélération-arrêt, est d'interrompre le décollage.

En principe, avec 2 000 mètres de piste et un bimoteur léger, cela s'avère possible si le pilote est toutefois parti du seuil de piste.

En outre, si une panne moteur survient à V2 ou après V2, le pilote pourra continuer le décollage dans la mesure où le contrôle de la trajectoire de l'avion sera effectué.

Après, une fois en vol, le pilote doit poursuivre sa montée initiale et la hauteur de sécurité au décollage (H.S.D.) atteinte, il effectuera si nécessaire un palier d'accélération pour atteindre la vitesse sur trajectoire donnant la meilleure vitesse ascensionnelle sur un moteur (V3).

A noter que la hauteur de sécurité au décollage (H.S.D.) dépend des obstacles situés autour du terrain.

b) La vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.) :

La vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.) est la vitesse normale de décollage sur un bimoteur léger et doit être supérieure à la vitesse minimale de contrôle en vol (V.M.C.) de façon à disposer d'une certaine marge de sécurité.

Au moment du décollage, le pilote met les gaz et laisse son avion accélérer roues au sol, notamment celles du train principal d'atterrissage, jusqu'à la vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.).

Pendant cette phase, si une panne moteur intervient avant d'atteindre cette vitesse, le pilote doit réduire et freiner immédiatement pour interrompre le décollage.

Par contre, si la panne moteur survient après avoir atteint la vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.), le décollage peut être poursuivi.

Toutefois, si la longueur de piste encore disponible le permet largement, il est peut être parfois préférable d'abandonner le décollage face à un environnement immédiat particulièrement hostile (relief, météo, etc...), notamment si toutes les conditions de sécurité sont réunies pour permettre l'arrêt de l'appareil dans de bonnes conditions de survie (point critique, longueur de piste, prolongement utilisable, dégagement sans obstacle, etc...), le cas échéant. En effet, il vaut mieux dans certains cas provoquer judicieusement un crash programmé que de subir, en vol et à faible altitude, une violente et fatale perte de contrôle.

c) Le point critique :

Au cours du décollage, si la panne moteur survient avant que la vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.) ne soit atteinte, le pilote doit réduire et freiner immédiatement. Si cette panne intervient une fois la vitesse de sécurité au décollage (V.S.D.) atteinte le pilote doit alors, en principe, poursuivre le décollage.

De ce fait, il existe donc un point séparant ces deux consignes que l'on appelle "point critique".

d) La distance "accélération-arrêt" :

La distance "accélération-arrêt" 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.

L'accélération-arrêt n'est pas une opération courante mais sa maîtrise peut s'avérer indispensable, notamment lors d'une alerte ou d'une panne constatée avant d'atteindre la vitesse V1, afin de pouvoir s'arrêter en toute sécurité avant la fin de la piste.

A noter qu'il existe une différence entre la première phase de l'accélération, où le contrôle au sol est encore aisé, et celle qui précède la rotation et qui peut parfois occasionner des sorties de piste, même lorsque la distance nécessaire (ASDA) est suffisante en cas de besoin. Sa longueur fait partie des paramètres pris en compte pour le calcul des possibilités ou non de décollage en fonction des conditions du jour.

La mention ASDA sur les longueurs de piste est disponible sur les cartes de terrain aux côtés des habituelles TODA (TakeOff Distance Available ou distance disponible au décollage) et LDA (Landing Distance Available ou distance disponible à l'atterrissage). Supérieure aux autres, cette distance est celle qui est accessible en cas d'accélération-arrêt. Elle inclut des extrémités de bande qui ne sont pas utilisées en conditions normales mais qui peuvent faire la différence.

Aussi, décider ou non de la poursuite du décollage fait partie des choix importants au niveau des facteurs humains laissés à la décision du commandant de bord.

En effet, il est possible d'interrompre un décollage jusqu'à V1, voire au-delà si la sécurité du vol est sérieusement compromise, mais on distingue deux phases :

- La première phase :

La première phase est celle où la vitesse est inférieure à 100 kt et où le contrôle de l'avion au sol reste relativement aisé.

- La deuxième phase :

La deuxième phase est celle où la vitesse a passé les 100 kt et où la sortie de piste est souvent la conclusion.

Toutefois, cette phase reste préférable à un envol dangereux.

A noter qu'en équipage, comme c'est le commandant de bord, même s'il n'est pas le pilote en fonction (PF) au décollage, qui prend la décision de l'interrompre, il conserve alors la main sur la manette de puissance/poussée et s'assure de l'alignement sur la piste à V1.

Les facteurs qui peuvent conduire à une décision d'interruption du décollage sont nombreux et bien souvent liés essentiellement à des situations environnementales ou des dysfonctionnements des divers systèmes de l'appareil.

Ainsi, lors de la première phase de l'accélération beaucoup d'éléments peuvent être pris en compte : cisaillement de vent, microrafales, vent arrière, rafales de travers en ce qui concerne la météo, collision avec un oiseau, conflit de trafic, autorisation de décollage annulée par le service de contrôle aérien, irruption d'un autre appareil, d'un véhicule, voire d'un piéton ou d'un gros animal sur la piste (pénétration imprévue de piste) en ce qui concerne l'environnement.

Par contre, du côté des dysfonctionnements, la plupart peuvent être détectés plus tôt : problème de poussée/puissance asymétrique inférieure à ce qu'elle devrait être, d'accélération insuffisante, de reverse déverrouillée, d'instrument de bord en alerte ou affichant des données incohérentes, de porte restée ouverte, de siège qui lâche dans le cockpit, mais aussi des problèmes de contrôle au sol, de vibrations ou de bruits inhabituels, en fait tout ce qui peut laisser supposer que l'avion n'est pas sûr en état de voler normalement.

Cependant, une fois les 100 kt de vitesse passés, le pilote devra tenir compte de l'importance du problème avant de prendre sa décision d'interruption du décollage en tenant comptes des paramètres de vitesse, des conditions atmosphériques, des conditions et de l'état de la piste, des alertes concernant l'accélération et la décélération.

Parfois, dans de très rares cas, même après V1, il peut arriver que se reposer soit préférable à un envol qui risquerait d'être problématique. Néanmoins, une interruption très tardive ne se conclut pas bien souvent sans casse mais peut permettre aux passagers et à l'équipage de s'en sortir indemnes. Après avoir réduit toute la puissance, l'utilisation à fond des freins et de la reverse, le cas échéant, sera alors nécessaire. Toutefois, ne mettre que la reverse ralentit efficacement l'appareil mais ne permet pas son arrêt dans de bonnes conditions.

En effet, une telle décision, plus proche de la panne au décollage que de l'interruption de celui-ci, a forcément des conséquences plus graves qu'une simple accélération-arrêt.

A noter que l'accélération-arrêt est plus difficile à effectuer avec des monomoteurs à train classique car après la mise en puissance et la mise en ligne de vol, l'effet moteur arrivant rapidement, oblige bien souvent le pilote à corriger vers la droite aux palonniers, ce qui en cas de réduction rapide des gaz, fait alors partir complètement l'appareil à droite. En outre, un freinage rigoureux sans mettre le manche en secteur arrière le ferait passer sur le nez, voire sur le dos. Pour éviter cela, le pilote doit d'abord réduire les gaz en maintenant l'avion rectiligne en tirant doucement sur le manche au fur et à mesure afin de le ramener en atterrissage trois points, roulette de queue à terre, en verrouillant ensuite le manche à fond en arrière (au ventre). La décélération est bien moins rapide que l'accélération, mais le pilote doit savoir attendre "que ça sèche". Puis, lorsque la vitesse est généralement inférieure à 40 kt, le freinage peut être appliqué en douceur.

Par contre, le turbopropulseur s'avère est plus efficace grâce à l'efficacité de l'inverseur du pas de l'hélice, notamment sur un appareil léger qui n'a pas besoin de beaucoup de piste.

A souligner également qu'avec un avion de ligne à réacteurs et particulièrement lourd, l'inertie et la piste consommée sont bien plus importantes.

Ainsi, la phase de vol où les reverses s'avèrent être indispensables est celle de l'accélération-arrêt.

En effet, si les pistes actuelles ne sont plus pénalisantes par rapport aux performances des appareils, capables de voler lentement grâce à leurs dispositifs hypersustentateurs (volets et becs) et de freiner efficacement tant aérodynamiquement qu'au sol, il peut être nécessaire dans certaines situations de freiner juste avant la vitesse de rotation V_r pour interrompre le décollage avec la reverse car l'accélération-arrêt est une procédure qui mange beaucoup de longueur de piste.

e) **La distance d'envol sur un moteur :**

La distance d'envol sur un moteur 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.

f) **La longueur minimale de la piste d'envol :**

Pour un avion donné, la longueur minimale de la piste d'envol est la plus longue des deux distances suivantes :

- **Distance "accélération-arrêt" :**
- **Distance d'envol sur un moteur :**

g) **Le décollage classique en bimoteur léger :**

Lors du décollage, la trajectoire peut se découper en un certain nombre de tranches donnant lieu à des définitions bien précises :

- **La distance de décollage :**

La distance de décollage va du lâcher des freins au passage des 35 ft avec rentrée du train d'atterrissage recommandée tout de suite après V_2 .

- **Le 1er segment :**

Le 1er segment va du passage des 35 ft au point où le train d'atterrissage est complètement rentré.

Cependant, si le train d'atterrissage est complètement rentré avant le passage des 35 ft, il n'y a pas de 1er segment.

- **Le 2ème segment :**

Le 2ème segment va du point où le train d'atterrissage est rentré jusqu'à la hauteur de sécurité au décollage (H.S.D.) au-dessus du sol.

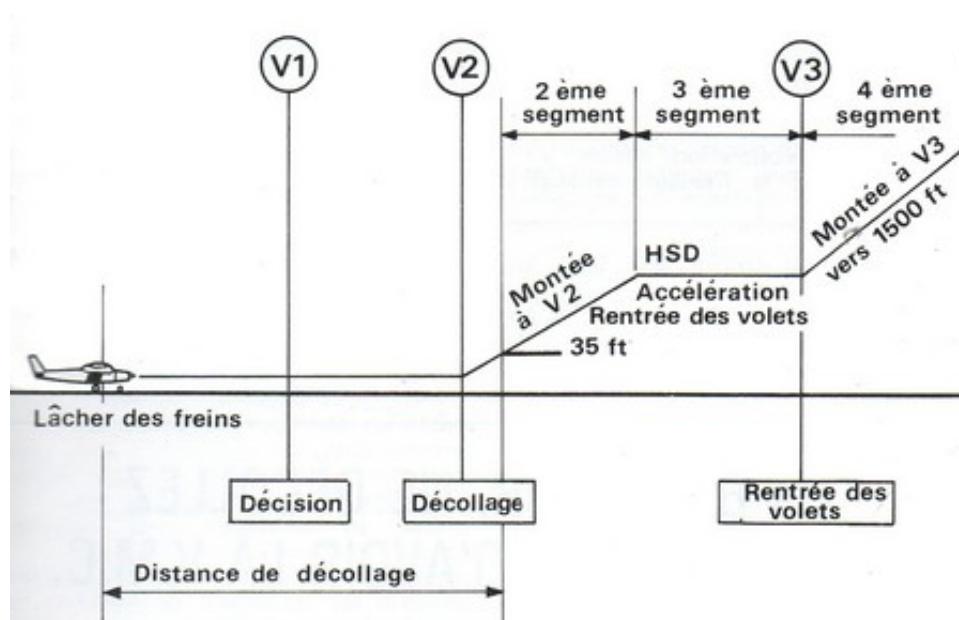
Si le train d'atterrissage est rentré avant le passage des 35 ft, le 2ème segment commence à 35 ft.

- Le 3ème segment :

Le 3ème segment commence à l'altitude de sécurité au décollage (H.S.D.) suivi d'une mise en palier et d'une accélération jusqu'à la vitesse de rentrée des volets hypersustentateurs avec après une accélération jusqu'à la vitesse sur trajectoire donnant la meilleure vitesse ascensionnelle sur un moteur (V3).

- Le 4ème segment :

Le 4ème segment commence au point où la vitesse sur trajectoire donnant la meilleure vitesse ascensionnelle (V3) est atteinte avec ensuite une montée à la puissance maximum continue jusqu'à 1 500 ft.



Le décollage classique en bimoteur

HP

6) Les performances sur un moteur en bimoteur léger classique :

Dans le cas des avions équipés de moteurs à pistons et d'une masse totale au décollage au plus égale à 5,7 tonnes, les normes généralement appliquées correspondent au FAR 23 et 25 américaines.

A noter que les normes françaises sont des traductions pratiquement intégrales des normes américaines.

a) **La FAR 23** :

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.

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

- **Les avions dont le poids total est inférieur à 2 720 kg et la vitesse de décrochage Vso inférieure à 61 kt (113 km/h) :**

Pour ces avions, la norme n'impose aucune vitesse verticale minimale sur un moteur.

A noter que, par vitesse de décrochage Vso, il faut entendre "vitesse de décrochage à traction nulle ou gaz réduit à fond", hélices au petit pas, train d'atterrissage sorti, volets hypersustentateurs en position atterrissage, et poids total maximum admissible.

- **Les avions dont le poids total en charge est supérieur à 2 720 kg ou dont la vitesse de décrochage Vso est supérieure à 61 kt (113 km/h) :**

Pour ces avions, à une altitude de 1 500 mètres, avec le moteur critique arrêté, la vitesse ascensionnelle stabilisée doit être au minimum de :

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

En outre, cette performance doit être obtenue dans les conditions suivantes :

- * Au poids total.
- * Le moteur restant à la puissance maximale continue.
- * Le moteur critique en panne et son hélice en position de traînée minimale.
- * Les volets de capot du moteur en marche à la position déterminée lors des essais de refroidissement.
- * Le train d'atterrissage rentré.
- * Les volets hypersustentateurs à la position la plus favorable.

Exemple :

Pour une Vso de 70 kt, la Vz minimale doit être de 132 ft/mn ou de 0,66 m/s.

- **Les avions transportant plus de 10 occupants (équage compris) et classés en**

transport public de passagers :

En plus des performances précédentes (avions avec poids total supérieur à 2 750 kg ou vitesse de décrochage V_{so} supérieure à 61 kt), la S-FAR 23 requiert également :

*** Le choix d'une vitesse de décision "V1", telle que :**

$$V1 \geq 1,10 V_{s1}$$

("V_{s1}" étant alors la vitesse de décrochage tout réduit associée à la configuration choisie pour le décollage : masse de décollage et position des volets hypersustentateurs)

ou

$$V1 \geq 1,10 V_{MC}$$

("V_{MC}" étant la vitesse minimale de contrôle en vol)

Cette vitesse "V1" doit permettre l'accélération-arrêt en fonction de la piste utilisée, la panne survenant à "V1".

Toutefois, on peut admettre que l'avion puisse sortir de la piste à une vitesse de 35 kt (65 km/h). Cette tolérance "anti-sécurité" est parfois faite pour permettre à certaines compagnies l'utilisation de terrain à piste courte.

*** Une pente de montée à 1 500 mètres, à la masse maximale, avec le moteur critique arrêté de :**

- 1,2 % ou $0,02 (V_{so})^2$: La plus grande de ces deux valeurs en standard de température.

ou

- 0,6 % ou $0,01 (V_{so})^2$: La plus grande de ces deux valeurs en conditions de température standard + 22° C.

Exemple :

Pour une V_{so} de 70 kt, la pente requise correspond à une Vz de 100 ft/mn ou de 0,5 m/s en condition standard.

Néanmoins, en pratique, on demande au moins aux bimoteurs légers d'avoir, sur un moteur, un plafond pratique de 1 500 mètres avec le train d'atterrissage rentré.

En conséquence, un bimoteur léger répondant "tangent" à la norme établie n'aura pas près du sol avec le

train d'atterrissage sorti et les volets hypersustentateurs en position de décollage, une vitesse ascensionnelle bien élevée sur un seul de ces moteurs.

En outre, si les conditions ne sont pas standard (température élevée, terrain un peu haut), si l'avion est surchargé, ou si le pilote ne respecte pas avec précision la vitesse optimale sur un moteur, l'avion risque de ne pas monter du tout, voire de descendre le cas échéant.

De ce fait, la panne moteur sur un bimoteur léger certifié en FAR 23 doit être traitée avec sérieux, en particulier lors d'une panne survenant au moment du décollage, d'autant plus que sur beaucoup d'appareils, de ce type, les performances requises sont juste satisfaites.

b) **La FAR 25** :

La FAR 25, quant à elle, est applicable aux avions de transport.

Toutefois, comme il n'y est pas fait mention d'une limite inférieure quelconque concernant la masse maximale au décollage, la FAR 25 est applicable aussi aux avions de moins de 5,7 tonnes lorsqu'ils sont destinés au transport de passagers payants.

En principe, à l'exception d'anciens bimoteurs légers effectuant du transport de passagers payants et ayant déjà obtenu à l'origine leur certificat de navigabilité, la FAR 25 est actuellement appliquée lorsque l'avion peut transporter plus de passagers payants.

Ainsi, au niveau de la FAR 25, les vitesses ascensionnelles minimales exigées avec un moteur en panne correspondent aux quatre phases de vol suivantes :

- **La phase de décollage** :

Dans cette phase en configuration de décollage : train d'atterrissage sorti, volets hypersustentateurs en position décollage, le moteur critique étant en moulinet ou en drapeau, le moteur restant fonctionnant à la puissance maximale décollage, l'avion, au poids total maximale admissible, doit avoir une vitesse ascensionnelle au moins égale à 50 pieds/minute (soit 0,25 mètre/seconde).

L'avion étant alors à V_2 ($V_2 \geq 1,2 V_{s1}$) et cela pour toutes les altitudes densité de décollage pour lesquelles l'avion est homologué.

- **La phase de montée initiale** :

Dans cette phase en configuration de montée initiale : train d'atterrissage rentré, volets hypersustentateurs en position décollage, le moteur critique étant en moulinet ou en drapeau, le moteur restant fonctionnant à la puissance maximale décollage, l'avion, au poids total maximale admissible, doit avoir une vitesse ascensionnelle au moins égale à :

$$V_z \text{ (pieds/minute)} \geq 0,046 (V_{s1})^2 \text{ (noeuds)}$$

(V_{s1} étant la vitesse de décrochage dans la configuration considérée exprimée en noeuds)

En outre, cette vitesse ascensionnelle doit être tenue entre 35 pieds (10 mètres) et 400 pieds (120 mètres), au-dessus du terrain de décollage.

Exemple :

Pour un bimoteur léger décrochant à 70 kt (130 km/h), l'exigence en Vz est de 1,15 m/s.

- **La phase de vol à 1 500 mètres :**

Dans la phase du vol à 1 500 mètres, les exigences sont les mêmes que pour les bimoteurs légers de plus de 2 720 kg en FAR 23.

A noter que le poids maximal admissible doit être interprété comme étant celui au décollage moins la consommation de carburant nécessaire pour rouler, décoller et montée à 1 500 mètres.

- **La phase d'approche :**

Dans cette phase en configuration approche : train d'atterrissage sorti, volets hypersustentateurs à la position approche, moteur mort avec son hélice en drapeau, moteur en fonctionnement à la puissance maximale de décollage, avion au poids total maximal autorisé pour l'atterrissage, la vitesse ascensionnelle doit être au moins égale à :

$$V_z \text{ (pieds/minute)} \geq 0,053 (V_{so})^2 \text{ (nœuds)}$$

Et cela pour toutes les altitudes densités d'atterrissage homologuées de l'avion.

En outre :

* Le braquage des volets hypersustentateurs doit se faire tel que : **$V_{s1} \leq 1,10 V_{so}$**

* La vitesse sur trajectoire doit être au moins égale à : **$1,5 V_{s1}$**

(V_{so} = Vitesse de décrochage en configuration atterrissage avec les pleins volets hypersustentateurs exprimée en nœuds et V_{s1} = Vitesse de décrochage dans la configuration considérée, volets hypersustentateurs à la position choisie pour l'approche, exprimée en nœuds).

Exemple :

Pour un bimoteur léger décrochant à 70 kt (130 km/h), l'exigence en Vz est de 1,30 m/s.

Ainsi, dans le domaine des vitesses ascensionnelles sur un moteur, la FAR 25 donne beaucoup plus de garanties que la FAR 23. Néanmoins, malgré que les exigences en valeur absolue sont assez faibles, il est impératif pour le pilote de respecter scrupuleusement les consignes de chargement au niveau du poids maximal autorisé et des vitesses recommandées en cas de panne moteur (vitesses optimales sur un moteur en fonction de la configuration, tout en tenant compte également des conditions de décollage, notamment en ce qui concerne l'altitude densité du terrain de départ.

A noter que les bimoteurs légers équipés de turbopropulseur ont des vitesses ascensionnelles plus confortables au niveau de la sécurité.

Par contre, les bimoteurs légers équipés de moteurs à compresseur ne peuvent qu'augmenter le plafond sur un moteur car il conservent la puissance avec l'altitude mais ne peuvent pas influencer sur la vitesse ascensionnelle au sol.

En effet, la vitesse ascensionnelle au sol dépend essentiellement de la charge au cheval sur un moteur.

Ainsi, la panne de moteur au décollage est toujours un cas très délicat à gérer, non seulement à cause des problèmes de contrôle du bimoteur, mais aussi parce que la vitesse ascensionnelle restante est toujours très faible.

Toutefois, le pilote ne doit pas oublier que l'un des paramètres les plus essentiels de la vitesse ascensionnelle est la charge à l'envergure (M / b) qui intervient au carré dans la traînée induite, d'où l'intérêt d'avoir un grand allongement sur les bimoteurs.

De ce fait, à charges au cheval égales, le bimoteur ayant la plus faible charge à l'envergure est celui qui aura la meilleure vitesse ascensionnelle.

De même que, pour deux bimoteurs ayant la même charge à l'envergure, le plus motorisé des deux (plus faible charge au cheval) est celui qui montera le mieux.

HP

7) Les performances et la sécurité sur bimoteur :

Lors d'une panne de moteur au décollage, la sécurité dépend de trois facteurs :

a) Les qualités de vol du bimoteur :

Dans le cas d'une panne moteur au décollage ou en montée initiale, le plus important, pour le pilote est de ne pas perdre le contrôle de son bimoteur malgré qu'il en connaisse les qualités de vol.

A cet effet, il doit éviter de se laisser partir en virage engagé et de l'amener au décrochage.

La performance (possibilité de poursuivre le vol) ne vient qu'après la tenue machine établie.

Parfois, il peut apparaître plus judicieux de se crasher en contrôlant l'appareil que de s'écraser après un inévitable décrochage.

A noter que le décrochage lors d'un vol sur un moteur peut engendrer un comportement dangereux comme le départ en tonneau ou en autorotation.

En conséquence, même près du sol ou surtout très près du sol, il est essentiel de contrôler le bimoteur même au prix d'un "vario" négatif, d'où l'importance primordiale des qualités de vol en facilité de contrôle.

b) La vitesse ascensionnelle restante sur un moteur :

Si les qualités de contrôle et de vol du bimoteur sont bonnes, et si en plus l'appareil conserve un "vario" positif, c'est encore mieux pour le pilote au niveau de la gestion de la panne malgré les faibles vitesses ascensionnelles restantes que peuvent présenter la plupart des bimoteurs à pistons en monomoteur. En effet, 0,30 m/s de plus c'est presque du confort par rapport à un bimoteur qui ne monte guère.

c) Le savoir-faire du pilote :

Si un bimoteur est incapable de monter sur un moteur, le meilleur pilote ne pourra rien y faire malgré son savoir-faire.

Néanmoins, le savoir-faire du pilote (formation, entraînement, expérience sur le type d'appareil) ne doit pas être négligé car en monomoteur le pilotage d'un bimoteur est particulièrement pointu et compte tenu des faibles performances des meilleurs appareils, la vitesse donnant la meilleure vitesse ascensionnelle doit être tenue avec une grande précision.

Ainsi, le savoir-faire du pilote en plus de l'habileté manuelle inclut la connaissance des vitesses à afficher ainsi que le respect des consignes de chargement (poids et centrage).

HP

8) La panne moteur sur bimoteur léger classique :

Sur un bimoteur lorsqu'un moteur tombe en panne, l'avion vire en s'inclinant sur le moteur en panne.

Cette inclinaison provient de la chute de portance provoquée par la suppression du souffle de l'hélice et du roulis induit dû à la rotation de lacet résultant de l'augmentation de portance de l'aile extérieure au virage à cause notamment de sa plus grande vitesse.

La rapidité de ce mouvement dépend de la vitesse de l'avion mais aussi de la puissance des moteurs.

A noter que si ce mouvement n'est pas contrôlé par le pilote, il y a alors un risque important de perdre le contrôle de l'avion qui peut partir en spirale engagée.

En conséquence, ce mouvement doit être contrôlé le plus rapidement possible car il risque de devenir violent après un temps relativement court. Plus il est contrôlé tard, plus il devient difficile à contrôler.

En outre, comme les pannes les plus dangereuses surviennent pendant ou après le décollage, le pilote doit être particulièrement vigilant en restant en alerte pendant cette phase du vol afin de pouvoir contrôler tout mouvement de lacet.

Il est donc impératif de contrôler ce mouvement de lacet en premier lieu par une action sur la gouverne de direction car 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 par ailleurs décrocher. De plus, l'éventuel lacet inverse

ne peut qu'augmenter encore le mouvement de lacet inverse que le pilote cherche à contrer.

Toutefois, dans le cas des bimoteurs dissymétriques, l'effet produit par l'arrêt de l'un ou de l'autre des moteurs n'est pas le même en raison de l'importante dissymétrie du au souffle des hélices.

Ainsi, on définit comme "**moteur critique**" celui qui, en cas de panne, dans des conditions données de poids, de configuration et de vitesse, donne naissance aux plus grands écarts de cap malgré que 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.

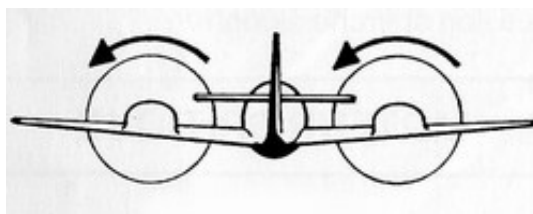
Néanmoins, les consignes de vol sont toujours établie de manière à couvrir le cas de panne du moteur critique en sachant que les réactions de l'avion ne seront pas les mêmes suivant que l'un ou l'autre des moteurs tombera en panne.

De ce fait, l'existence du moteur critique est démontrée en s'appuyant sur plusieurs effets secondaires se manifestant en cas de panne.

Parmi ces effets secondaires, on distingue :

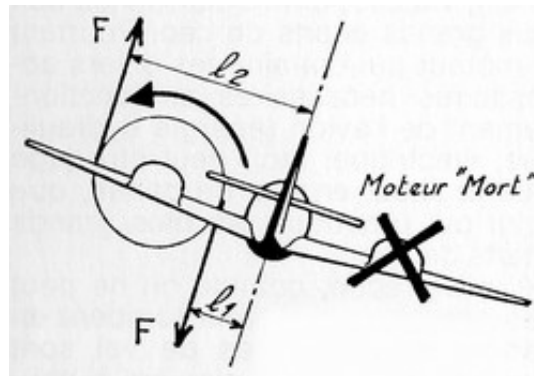
a) **Le couple de renversement** :

Sur un avion dont les moteurs tournent vers la gauche vu de la place du pilote :



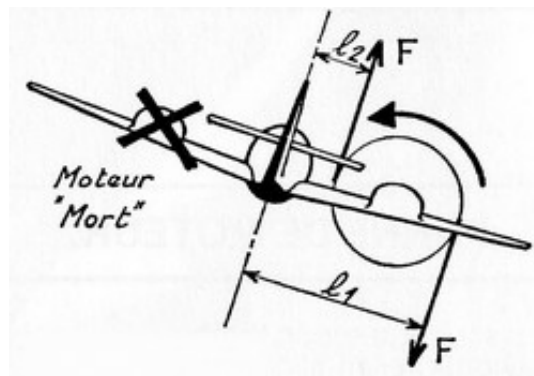
Les deux moteurs tournent à gauche

Si le moteur droit tombe en panne, on aura " $F \times L2$ " plus grand que " $F \times L1$ " et l'avion aura tendance à s'incliner sur le moteur en panne ce qui est défavorable.



Panne du moteur droit

Par contre si, au contraire, c'est le moteur gauche qui tombe en panne, on aura alors " $F \times L2$ " qui sera plus petit que " $F \times L1$ " et l'avion aura tendance à s'incliner sur le moteur vif ce qui est plus favorable.



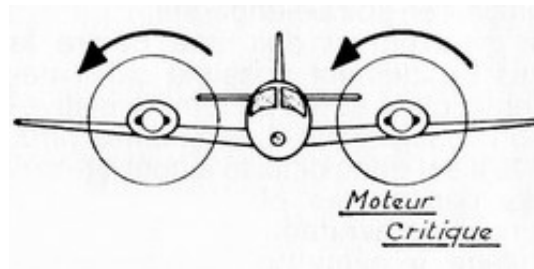
Panne du moteur gauche

L'explication du moteur critique par le couple de renversement est parfois très controversée.

Cependant, la règle qui est valable pour déterminer le moteur critique est la suivante pour un bimoteur dissymétrique :

"Le moteur critique est celui que le pilote 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.

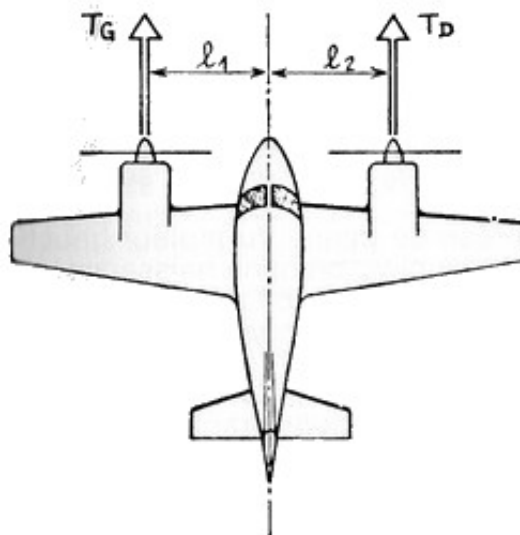


Détermination du moteur critique

b) La traction dissymétrique des moteurs :

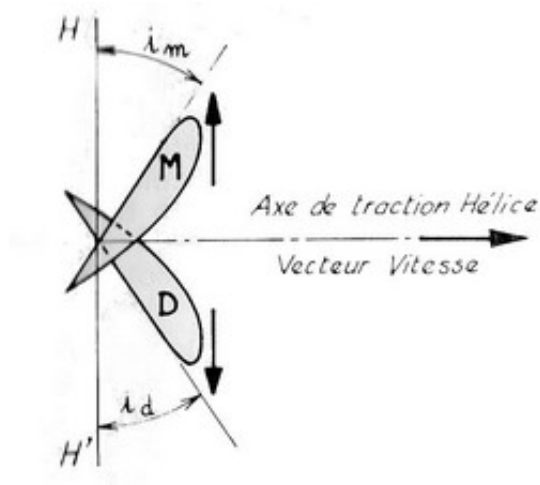
Une autre explication de l'existence du moteur critique est celle liée à la traction dissymétrique des moteurs qui se crée dès que l'axe de traction des hélices n'est plus parallèle au vecteur "vitesse avion" :

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



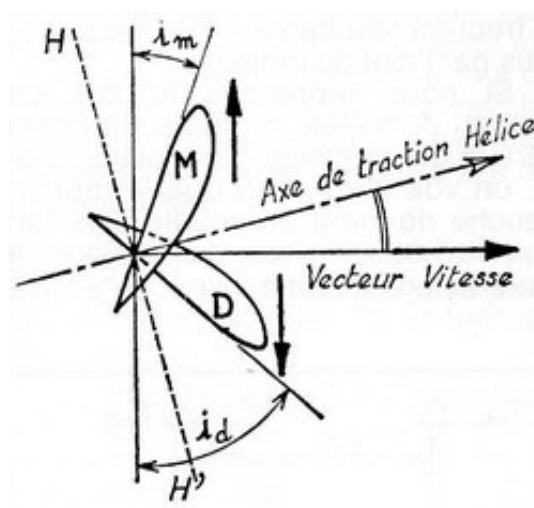
Traction symétrique

Pour mémoire, en vol symétrique, l'axe de traction de l'hélice est parallèle au vecteur vitesse de l'avion. Dans ce cas, l'incidence "i m" de la pale montante "M" de l'hélice est égale à l'incidence "i d" de la pale descendante "D". La traction des hélices passe alors par les axes des moteurs et la traction des deux moteurs est donc symétrique par rapport à l'axe de l'avion.



Incidence de la pale en vol symétrique

Par contre, en vol dissymétrique, quel que soit le moteur tombant en panne, la dissymétrie qui prendra alors naissance sera la même au niveau de l'incidence de la pale de l'hélice.

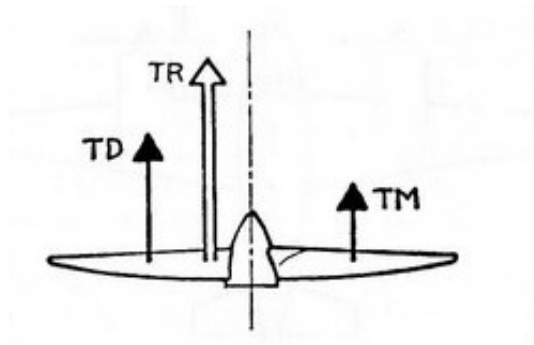


Incidence de la pale en vol dissymétrique

Dans cette situation, l'axe de traction de l'hélice possède une incidence positive par rapport au vecteur vitesse de l'avion. C'est le cas général de l'incidence positive de l'avion en vol avec une incidence d'autant plus grande que la vitesse est faible.

En effet, le plan de rotation H-H' n'est plus perpendiculaire au vecteur vitesse de l'avion et l'incidence " i_d " de la pale descendante "D" est plus grande que l'incidence " i_m " de la pale montante "M".

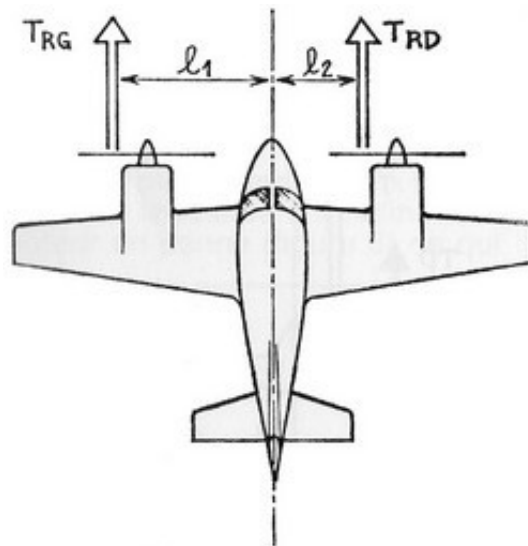
En conséquence, la traction de la pale descendante "TD" sera supérieure à celle de la pale montante "TM" ($TD > TM$) et la traction résultante "TR" sera alors décalée par rapport à l'axe du moteur vif.



Traction de la pale en vol dissymétrique

Exemple :

Sur un avion dont les moteurs tournent vers la gauche, vus de la place du pilote, le moteur gauche donnera un couple plus fort que le moteur droit par rapport à l'axe de l'avion ($T_{rg} \times L_1 > T_{rd} \times L_2$).



Couple moteur

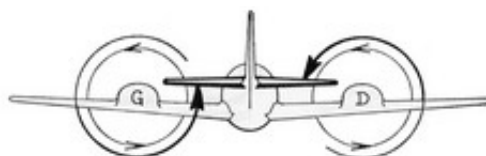
De ce fait en cas de panne du moteur droit, la dissymétrie prenant naissance sera plus grande qu'en cas de panne du moteur gauche. Le moteur droit est donc le moteur critique et la règle indiquée à propos du couple de renversement est toujours bonne.

Ce phénomène de traction dissymétrique est dû à l'angle positif entre l'axe de traction de l'hélice et le vecteur vitesse de l'avion.

En outre, plus la vitesse de vol est faible plus ce phénomène de dissymétrie est accentué, notamment dans la phase critique de décollage et de montée à faible vitesse.

c) Le souffle hélicoïdal :

Une autre explication de l'existence d'un moteur critique peut aussi être donnée en partant de l'étude de l'influence du souffle hélicoïdal.



Souffle hélicoïdal

Sur un avion dont les moteurs tournent vers la gauche, vus de la place du pilote, le souffle hélicoïdal du moteur gauche venant frapper l'empennage horizontal à l'intrados a tendance à faire piquer l'avion, alors que le souffle hélicoïdal du moteur droit venant frapper l'empennage horizontal à l'extrados a tendance à faire cabrer l'appareil.

En vol normal, les deux moments "piqueur et cabreur" s'équilibrent.

Ainsi, 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.

Par contre, 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 alors partiellement combattue par le couple autour de l'axe de roulis dû au souffle de l'hélice du moteur droit vif frappant l'empennage horizontal droit sur l'extrados.

Dans ce cas, où les moteurs tournent vers la gauche, le moteur droit sera aussi le moteur critique.

A noter que, pour supprimer le moteur critique, il suffit de faire tourner les moteurs en sens inverse (supra convergent ou supra divergent).

Cette solution fut rapidement utilisée par les constructeurs puis abandonnée à cause des inconvénients qui y sont liés, notamment au niveau des ensembles moteurs et des hélices qui étaient différents.

Toutefois, elle a été reprise par Piper sur les Comanche et Séneca à hélices contrarotatives et par Cessna sur le Crusader.

Néanmoins, le bilan "avantages/inconvénients" est difficile à faire. Les avantages sont certains en raison de l'absence de moteur critique mais surtout par le fait d'avoir un avion symétrique lors des variations de puissance lors du décollage, de l'approche et d'une remise de gaz). Mais les inconvénients ne le sont pas moins et le fait de ne plus avoir de moteur critique n'élimine pas pour autant les problèmes de contrôle de l'avion liés à la dissymétrie prenant inévitablement naissance en cas de panne d'un des deux moteurs quel qu'il soit.

De plus, le pilote doit être conscient que lorsqu'il perd la moitié de la puissance installée de son bimoteur,

il perd aussi au moins 75% de sa vitesse ascensionnelle.

En outre, la pente de montée sur un seul moteur est un paramètre essentiel car à vitesse ascensionnelle égale sur un moteur, l'appareil le plus sûr est celui qui offrira la meilleure pente de montée. Pour mémoire, une pente de montée de 2% signifie que l'on gagne 20 mètres de hauteur par kilomètre parcouru. Dès lors, en cas de panne moteur au décollage, le tour de piste peut devenir laborieux afin de gagner un peu d'altitude.

HP

9) Les qualifications de type sur bimoteur léger :

Pour obtenir une première qualification bimoteur, le pilote doit avoir une connaissance suffisante de l'avion, notamment en ce qui concerne le centrage et les limitations dans les différentes phases de vol ainsi que les procédures de sécurité. Il en est également de même au niveau de l'ensemble des circuits afin de savoir utiliser rationnellement les diverses possibilités de l'avion (opérations aériennes).

La progression en vol ne doit être abordée que lorsque le pilote possède une connaissance suffisante du bimoteur considéré, notamment en ce qui concerne son chargement et son centrage, ses limitations dans les différentes phases du vol et ses procédures de sécurité.

Puis, en principe, le vol de qualification sur bimoteur léger comprend les exercices suivants sur au moins dix heures de vol, au mieux quinze heures, avec un instruction spécialement agréé :

- La procédure de démarrage des moteurs :
- Le roulage-décollage :
- L'accélération-arrêt :
- La montée normale :
- La panne moteur au décollage :
- La montée à vitesse ascensionnelle maximale conforme au manuel de vol.
- Les régimes de vol (montée, palier, descente) en ligne droite et en virage.
- Les changements de configuration en vol en palier :
 - * En croisière.
 - * D'attente à l'atterrissage avec pré-affichages et recherche de la vitesse minimale et décrochages aux différentes configurations.
 - * En tour de piste standard (1 000 ft).
- Les pré-affichages :

- Le tour de piste standard (1 000 ft) avec vent traversier :
- La panne sur un moteur (paramètres pour traction nulle) en configuration croisière :
- Le vol sur un moteur avec mise en drapeau de l'hélice (en palier, en montée, en descente et en virage) et remise en marche du moteur stoppé :
- Le tour de piste sur un moteur (panne réelle ou simulée) à 1 000 ft :
- La remise de gaz en configuration atterrissage :
- L'atterrissage :
- L'atterrissage sur un moteur :
- La procédure d'arrêt des moteurs :
- Les virages à grande inclinaison :
- Les sorties de position anormales :
- Le régime de vol en croisière avec la recherche du régime économique (rayon d'action maximal) :
- L'utilisation du système manuel de sortie du train d'atterrissage et des volets hypersustentateurs :
- La panne moteur simulée en finale (paramètres pour traction nulle) :
- La panne simulée au décollage suivant les possibilités de l'appareil :
- La remise des gaz sur un moteur(panne simulée) en configuration approche :
- Le tour de piste basse altitude (panne simulée) :
- La prise de terrain en U (1 000 ft moteurs traction nulle) :
- La panne simulée 2 000 ft verticale terrain (moteur traction nulle) :
- L'approche (tout sorti, tout réduit 1 500 ft) dans l'axe :
- L'atterrissage court :
- L'atterrissage sans volets :
- Le tour de piste standard sur d'autres aérodromes (au moins 2) que celui ayant servi à l'entraînement :
- Le vol asymétrique en croisière avec les procédures de mise en drapeau et de dévirage d'hélice :

A noter que le pilote, avant d'aborder une qualification bimoteur, doit savoir utiliser un monomoteur moderne équipé d'un train d'atterrissage rentrant, d'une hélice pas variable et de volets d'intrados pour

faciliter sa progression, notamment sur les points suivants :

- Les vérifications moteur et hélice lors du point fixe :
- Les manœuvres permettant de passer de la configuration décollage à la configuration montée :
- * Freiner des roues après le décollage.
- * Rentrer le train d'atterrissage.
- * Rentrer les volets hypersustentateurs à l'altitude de sécurité.
- * Régler les pressions d'admission, puis les hélices en respectant les vitesses de procédure.
- Les manœuvres permettant de passer de la configuration croisière à la configuration atterrissage :
- * En branche vent arrière, réduction de la vitesse, sortie du train d'atterrissage et des volets hypersustentateurs, affichage de la puissance permettant de tenir le palier à vitesse correcte dans cette configuration.
- * En dernier virage, puis en finale pleins volets avec puissance d'approche et compensateurs réglés.
- Savoir effectuer une remise de gaz partant de la configuration atterrissage :

HP

10) Les consignes générales de sécurité :

Parmi les consignes générales de sécurité à observer et à connaître par le pilote d'un bimoteur léger, on peut citer les éléments suivants :

- Le pilote doit savoir choisir son bimoteur (appareil aux bonnes qualités de vol, appareil conservant une pente acceptable de montée sur un moteur en fonctionnement) et ne pas négliger son entraînement.
- Le pilote doit être attentif à l'altitude densité du terrain de décollage car les performances ascensionnelles de base sont données en atmosphère standard au niveau de la mer.
- Lors du roulement et du décollage, le pilote ne doit utiliser les freins seulement qu'en cas de nécessité absolue. Il doit plutôt penser à l'utilisation des moteurs (puissance dissymétrique) et des gouvernes de pilotage (ailerons et direction).
- Le pilote ne doit jamais décoller en surcharge.
- Le pilote ne doit pas décoller avant d'avoir atteint une certaine vitesse qui correspond à la

vitesse de sécurité au décollage "V.S.D", notamment s'il y a en outre des rafales de vent. En cas de panne avant cette vitesse, le pilote doit interrompre le décollage.

- Le moteur mort est celui qui correspond à la jambe morte : **Pied Mort = Moteur Mort**.
- Lors de la mise en drapeau de l'hélice du moteur mort, le pilote doit procéder dans l'ordre suivant : réduire les gaz, passer l'hélice en drapeau, couper les contacts, la génératrice et l'essence.
- En cas de panne au décollage, une fois en vol, le pilote ne doit pas hésiter à rentrer le train d'atterrissage.
- Le comportement de l'avion peut varier suivant le moteur en panne (moteur critique ou pas).
- En cas de panne, le pilote doit d'abord contrer l'écart de cap avec la commande de direction (palonnier) puis ramener l'inclinaison.
- En vol sur un moteur, le zéro de la bille est décalé vers le moteur vif. Ainsi, la bille doit être décalée du côté du moteur vif.
- Le pilote doit connaître le pré-affichage de base correspondant au vent arrière et à l'approche finale.
- En finale, le pilote doit prendre la vitesse d'approche avec le braquage choisi pour les volets hypersustentateurs.
- Lors de l'approche, le pilote doit corriger le taux de chute et annuler la dérive.
- Lors de l'approche, le pilote doit garder une puissance symétrique aux deux moteurs.
- En approche finale ou juste avant le moment de l'arrondi, le pilote ne doit pas réduire brutalement les gaz, surtout près du sol.
- Lors de l'approche en cas de panne moteur, le pilote doit adopter une pente plus forte que la pente normale.
- Lors de l'approche en cas de panne moteur, le pilote doit sortir le train d'atterrissage et les volets hypersustentateurs seulement quand il est sûr d'atteindre la piste.
- Lors de l'approche en cas de panne moteur, le pilote doit éviter de se présenter long.

HP

11) Le pilotage des bimoteurs :

En général, le pilotage d'un bimoteur léger s'effectue avec ses deux moteurs en fonctionnement mais parfois le pilotage peut se faire que sur un seul moteur notamment en cas de panne subite.

a) Le vol sur deux moteurs :

Lors d'un vol sur deux moteurs, les phases suivantes peuvent être considérées :

- La mise en route :

Après la visite prévol, lorsqu'un seul moteur possède une génératrice, c'est celui-là qui doit être mis en route en premier.

En effet, lorsque le moteur tournera et sera suffisamment chaud, le régime pourra être éventuellement augmenté afin que la génératrice puisse fournir le courant nécessaire à la mise en route du deuxième moteur notamment si la batterie est un peu faible.

Si les deux moteurs possèdent une génératrice, on met généralement en route premier le moteur opposé à la porte d'entrée de l'avion.

Toutefois, si l'avion n'a qu'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 afin de mieux entendre la réponse à son "**personne devant, contact**" et de mieux contrôler auditivement le démarrage du moteur.

A noter que dans le cas où l'énergie est fournie non pas par des génératrices mais par des alternateurs, la mise en route des moteurs se fait alors alternateurs coupés afin d'éviter de faire sauter le fusible d'induction.

Néanmoins, si 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 pour disposer du maximum d'énergie afin d'actionner le démarreur.

- Le roulement :

Sur les grands aérodromes, le roulage pour rejoindre la piste ou le parking après l'atterrissage est parfois assez long. Il est donc recommandé de rouler en utilisant une procédure rationnelle.

Ainsi, pour piloter le bimoteur pendant le roulage, le pilote dispose de plusieurs possibilités par rapport à un monomoteur en utilisant :

- * Les gouvernes principales.
- * Les freins.
- * La possibilité de jouer sur les moteurs au niveau de la traction dissymétrique.

- L'usage des freins :

Le roulement commence par un essai systématique des freins comme sur tout autre avion.

Cependant, en dehors de cet essai, les freins doivent être utilisés le moins possible et seulement pour effectuer une correction finale lorsque le moteur situé du côté de la correction aura été complètement réduit.

En outre, les freins doivent être utilisés sans brutalité et de façon progressive.

- Le roulement en ligne droite :

Pour le roulement en ligne droite, les moteurs sont réglés à une puissance telle qu'il s'effectue à une vitesse raisonnable et constante.

Si l'avion a tendance à embarquer en raison d'un vent de travers, cette tendance pourra être annulée en affichant des puissances dissymétriques sur les moteurs.

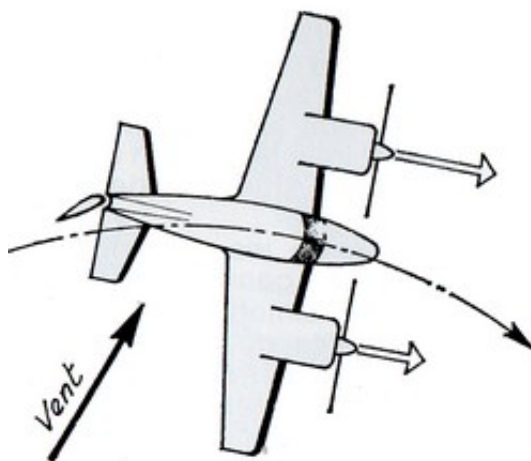
Toutefois, sur les avions à train d'atterrissage tricycle avec la roulette avant conjuguée, le contrôle est généralement assuré par une action sur le palonnier. Par contre, sur les avions à train d'atterrissage classique, l'action sur les ailerons ne doit pas être négligée par le pilote.

En cas de nécessité de jouer sur la puissance des moteurs pour assurer le contrôle en direction, le pilote devra le faire "**en croisant les manettes**". En effet, plutôt que de créer le moment nécessaire au contrôle en agissant sur un seul moteur, il devra agir sur les deux différemment pour que la traction soit maintenue constante ainsi que la vitesse de roulement.

A noter qu'il existe une limitation au roulement par vent de travers surtout avec un train d'atterrissage classique car si le vent est très fort, une forte dissymétrie de traction peut être nécessaire. Or, si la puissance totale appliquée est forte, le roulement peut devenir trop rapide et l'usage des freins peut alors devenir indispensable tant qu'ils résistent.

- Le roulement en évolution (virage) :

Comme un bimoteur présente en principe plus d'inertie qu'un monomoteur, le pilote va devoir amorcer le mouvement d'évolution avec plus d'énergie et le contrer plus tôt pour arrêter l'avion dans la bonne direction.



Roulement en évolution

En virage, l'avion va avoir tendance à se freiner. De ce fait, pour maintenir la vitesse de roulement constante, le pilote devra augmenter légèrement la traction.

Ainsi, au début du mouvement, le pilote doit augmenter la puissance du moteur extérieur, puis, il agira "**en croisant les manettes**" pour toujours tenir la nouvelle puissance appliquée constante.

Si l'avion roule trop vite, le pilote amorcera alors le virage en réduisant le moteur intérieur.

Le pilote doit faire attention notamment aux virages amorcés en partant du vent arrière où l'action du vent rend l'avion "survireur" notamment sur les avions à train d'atterrissage classique. Par contre, sur les avions à train d'atterrissage tricycle à roulette de nez conjuguée, les virages s'effectuent, la plupart du temps, très facilement en maintenant la puissance symétrique.

- **Le décollage** :

Après la check-list décollage, le pilote doit s'aligner en extrémité de piste et bien au milieu car en cas de baisse de puissance sur un moteur, l'avion aura tendance à embarquer et il est bon d'avoir le maximum de garde de chaque côté.

Lors du roulement, la tenue d'axe doit être assurée à l'aide des moteurs et des gouvernes sans se servir des freins pour ne pas être pénalisé en longueur de roulement, sauf en cas de nécessité absolue (décollage manqué) et dans ce cas seulement après réduction totale de la puissance.

Au tout début du roulement, la tenue d'axe ne peut être assurée que par la roulette de nez, si elle est conjuguée au palonnier, et surtout par l'application dissymétrique de la puissance. Aussi les gaz doivent être mis progressivement pour 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 le pilote devra alors prévoir que la longueur de roulement va augmenter sensiblement.

Toutefois, dès que l'avion est en vol, il n'y a plus de raison pour que la puissance appliquée reste dissymétrique. Ce qui signifie que le pilote revienne pleins gaz et à puissance symétrique au moment où les roues quittent le sol et même un peu avant.

A noter que lors d'un décollage par vent de travers, les ailerons sont utilisés pendant le roulement en mettant le manche à balai ou le volant dans le vent pour bénéficier de l'effet de lacet inverse qui aide à la tenue d'axe, tout en rendant meilleures les caractéristiques de l'avion au roulement. Puis, le pilote décollera l'avion légèrement incliné sur le côté du vent, ce qui est aussi favorable.

Pour mémoire, 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 pour les raisons suivantes :

- * Pour être prêt à toute éventualité en cas de panne de moteur.
- * Pour éviter le retour en arrière des manettes des gaz.

Avant d'effectuer le décollage le pilote doit maintenir l'avion au sol jusqu'à l'obtention de la vitesse de sécurité au décollage "V.S.D.".

Ainsi, sur un bimoteur à train d'atterrissage tricycle, la roulette avant sera soulagée voire soulevée du sol mais sans l'affichage de l'assiette permettant le décollage avant d'avoir atteint la vitesse de sécurité au décollage.

Par contre, sur un bimoteur à train d'atterrissage classique, il sera peut être nécessaire de pousser sur le manche pour empêcher l'avion de décoller prématurément avant l'obtention de la vitesse de sécurité au décollage.

Néanmoins, si le bimoteur est décollé de manière prématurée avant l'obtention de la vitesse de sécurité au décollage, il doit être maintenu au voisinage immédiat du sol en palier avec le train d'atterrissage toujours sorti, jusqu'à l'obtention de cette V.S.D.

C'est pratiquement le seul cas où le palier est nécessaire avec un bimoteur, et il correspond en quelque sorte à une faute initiale de pilotage car si le décollage est effectué à la vitesse de sécurité au décollage, il faut généralement commencer la montée immédiatement pour rester dans les limites autorisées avec le train d'atterrissage et les volets hypersustentateurs sortis.

Pendant cette phase du décollage, le circuit visuel du pilote à son importance dans la mesure où il y a :

- * D'une part, la mise en puissance, jusqu'à l'obtention des pleines puissances symétriques, avec son regard de contrôle concentré sur la piste pour assurer la tenue de l'axe mais aussi sur les instruments moteurs.

- * D'autre part, dès que les moteurs sont à pleines puissances symétriques, son regard se porte alors sur l'anémomètre pour surveiller l'atteinte de la vitesse de sécurité au décollage qui devient essentielle sans pour autant négliger l'axe de la piste et les instruments moteurs.

- La montée :

Une fois en vol, le bimoteur est un avion comme un autre tant que ses deux moteurs fonctionnent correctement.

Néanmoins, pendant la montée initiale, le pilote doit conserver la main sur les manettes des gaz.

- La croisière :

En croisière, les puissances affichées des deux moteurs doivent être symétriques, même pression d'admission et même nombre de tours moteur.

A noter que pour ce réglage, l'oreille du pilote joue un grand rôle dans la mesure où quelquefois il peut être nécessaire de décaler légèrement les aiguilles des compte-tours, et donc les manettes d'hélices, afin d'obtenir le "ronronnement" synchronisé des moteurs.

Ainsi, plus encore que sur un monomoteur, la synthèse de lecture et d'analyse des indications des différents instruments de bord va permettre une correction rapide et logique des défauts éventuellement constatés.

En effet, la rapidité de compréhension de cette lecture des instruments va faciliter le pilotage et sa souplesse par une meilleure anticipation en cas d'anomalie.

De ce fait, le circuit visuel du pilote, nécessaire pour la surveillance des divers instruments de bord, devra s'effectuer en regardant chaque instrument entre deux observation de l'horizon artificiel ou naturel en vol à vue (**horizon** - anémomètre - **horizon** - cap - **horizon** - altimètre - **horizon** - instruments moteurs, etc...).

Par contre, en V.F.R. la fréquence de ce balayage sera moindre qu'en I.F.R car en V.F.R. le pilote regarde 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 du moment.

- L'approche :

Avec un bimoteur, l'approche tout réduit est une exception.

En effet, il est nécessaire d'effectuer de mettre en place des pré-affichages qui vont faciliter grandement cette phase de vol.

Le pilote doit alors connaître les puissances à afficher, pression d'admission et nombre de tours moteur, qui correspondent en principe au vol en palier ainsi qu'au vol en approche dans la mesure où il sera plus facile ensuite de jouer autour de ces pré-affichages afin d'obtenir de légères variations du taux de chute à vitesse constante.

*** Pour le vol en palier :**

Pour l'affichage des paramètres en vol en palier, le pilote doit tenir compte des éléments suivants : train d'atterrissage sorti, volets hypersustentateurs en position décollage, à la vitesse de sécurité pour effectuer le dernier virage (cas du vent arrière et du dernier virage).

*** Pour le vol en approche :**

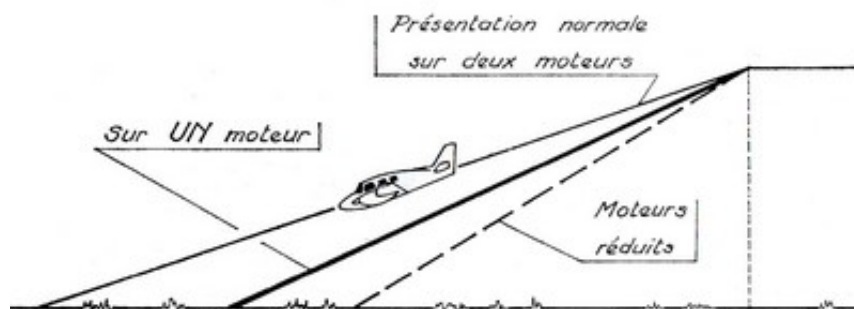
Pour l'affichage des paramètres lors du vol en approche, le pilote doit tenir compte dans ce cas des éléments suivants : train d'atterrissage sorti, volets hypersustentateurs en position atterrissage, être à la vitesse normale d'approche avec un taux de chute voisin de 500 ft/mn (2,5 m/s) notamment lors de la phase d'approche finale.

En effet, il sera ensuite plus facile pour le pilote de jouer autour de ces pré-affichages pour obtenir de légères variations du taux de chute à vitesse constante.

De plus, après l'exécution du dernier virage avant l'alignement en descente vers la piste, la vitesse d'approche doit être stabilisée le plus rapidement possible, avec le braquage choisi des volets hypersustentateurs pour l'atterrissage, en fonction du vent et de la turbulence, pour pouvoir déterminer les corrections à apporter au taux de chute.

A noter que si, par suite d'une fausse manoeuvre, 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 ft/mn (2,5 m/s) et que le pilote veuille utiliser la totalité de ses pleins volets hypersustentateurs, il devra se mettre en palier et attendre d'intercepter le plan de descente correct avant de procéder à la sortie complète des pleins volets.

En outre, en aucun cas lors de la présentation, les moteurs ne doivent être réglés dissymétriquement au niveau de leur puissance de fonctionnement.



L'approche sur bimoteur

- L'atterrissage :

Toutefois, en cas de présentation par vent de travers, le problème sera alors de se maintenir sur l'axe de la piste lors de l'approche finale. Pour y parvenir, le pilote devra "crabber" en annulant la dérive par un écart de cap. Cette méthode est la seule utilisée notamment en IFR pour maintenir l'avion sur l'axe du localiser par rapport à celle consistant à annuler la dérive par une glissade dans le vent. Néanmoins, cette dernière méthode de la glissade 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. De plus, au cours de l'arrondi par vent de travers, l'inclinaison devra être augmentée au fur et à mesure de la diminution de vitesse pour maintenir l'axe de la piste.

De ce fait, la réduction des gaz doit commencer quelques instants avant le début de l'arrondi, et s'effectuer progressivement, pour être complètement terminée au plus tard quand les roues du train d'atterrissage touchent le sol de la piste car une réduction brutale, alors que l'avion est encore à quelques mètres du sol, risque généralement de provoquer un atterrissage dur à cause de la diminution brutale de la portance provoquée par la suppression du souffle des hélices sur la voilure.

Puis, après l'atterrissage, le pilote devra mettre de plus en plus d'aileron dans le vent au fur et à mesure de la diminution de la vitesse, afin de profiter du lacet inverse, tout en contrôlant la direction au palonnier.

Cependant, par vent de travers très fort, le pilote peut être obligé pour tenir l'axe, d'utiliser la puissance dissymétrique des moteurs dont l'effet allongera, par contre, la longueur du roulement. Dans ce cas, il sera parfois nécessaire de prévoir une présentation "courte" pour ne pas risquer de déborder de la piste. Pour mémoire, les freins ne seront utilisés seulement en cas de nécessité et lorsque les moteurs seront complètement réduits.

En conséquence, une fois posé, le pilote doit alors utiliser dans l'ordre : les gouvernes principales de commandes de vol, les moteurs et les freins.

- La remise de gaz sur deux moteurs :

La procédure de remise de gaz sur les deux moteurs ne présente aucune difficulté particulière.

Cette procédure consiste à :

- * Remettre plein gaz sur les deux moteurs.
- * Mettre les volets hypersustentateurs en position de décollage.
- * Assurer un vario positif ou au minimum un palier stabilisé jusqu'à l'obtention de la vitesse de sécurité au décollage "V.S.D".
- * Rentrer complètement les volets hypersustentateurs à la vitesse recommandée et à l'altitude de sécurité.

b) Le vol sur un moteur :

Lors du vol sur un moteur, les phases sensibles suivantes peuvent être considérées :

- La panne de moteur au décollage :

Lors de la panne moteur au décollage, on distingue deux cas :

*** La panne moteur avant d'atteindre la vitesse de sécurité au décollage "V.S.D." :**

Dans cette situation, le pilote doit réduire totalement la puissance, maintenir l'avion au sol, maintenir la trajectoire dans l'axe de la piste et freiner.

*** La panne moteur une fois la vitesse de sécurité au décollage "V.S.D." atteinte :**

Si l'avion est encore au sol ou s'il vient juste de décoller et que le pilote dispose encore de deux kilomètres de piste devant lui, il est alors préférable de se reposer et d'appliquer la procédure exécuter lors de la panne moteur avant d'atteindre la vitesse de sécurité au décollage "V.S.D".

Par contre, s'il n'est pas possible de s'arrêter dans de bonnes conditions de sécurité, le pilote doit poursuivre le décollage en réduisant à tout prix la traînée par la rentrée notamment du train d'atterrissage (une fois en l'air cependant...!) car les bimoteurs légers ont en général une vitesse ascensionnelle faible sur un seul moteur.

Puis, en supposant que les moteurs se trouvaient à pleine puissance au moment de la panne, et après avoir vérifié un très bref instant l'éventuelle cause pour y remédier rapidement le cas échéant, le pilote doit sans tarder mettre en drapeau l'hélice du moteur en panne en procédant de la manière suivante :

- Réduire la pression d'admission du moteur mort :

En effet, en réduisant en premier lieu la pression d'admission du moteur en panne, le pilote met toutes les chances de son côté.

S'il se trompe de moteur, il s'en apercevra immédiatement et pourra remettre la puissance, et la malencontreuse réduction initiale aura eu pour action que de diminuer la dissymétrie de traction et donc d'aider à conserver le contrôle de l'avion.

Le moteur mort est celui correspondant à la jambe morte.

A noter qu'une panne se traduit rarement par l'arrêt brutal du moteur, mais commence bien souvent par un beau "rataatouillage", et le fait pour le pilote de réduire le moteur défaillant ne peut que lui faire du bien, et parfois, le faire repartir, le cas échéant. Toutefois, s'il ne repart pas, le pilote doit alors, après la réduction de la pression d'admission :

- Commander la mise en drapeau de l'hélice concernée par le moteur en panne :
- Prendre la vitesse optimale de montée sur un moteur :
- Mettre les volets hypersustentateurs à la position recommandée :

En sachant que cette manoeuvre doit s'effectuer à la vitesse recommandée et obtenue au besoin au cours d'un palier stabilisé effectué à l'altitude de sécurité.

- Couper les contacts, la génératrice, l'essence et fermer les volets de capot du moteur mort :

- **Le tour de piste sur un moteur** :

En principe la panne moteur au décollage est immédiatement suivie d'un tour de piste basse altitude et d'un atterrissage sur un moteur en sachant que la remise de gaz sur un moteur est une manoeuvre délicate qu'il vaut mieux éviter dans la mesure du possible, notamment à pleine charge.

Ainsi, sauf impossibilité (obstacles naturels ou artificiels), le tour de piste basse altitude sur un moteur doit se faire en virant du côté favorable, c'est-à-dire sur le moteur en fonctionnement.

A noter que le virage en montant suivant le décollage doit être effectué à une inclinaison modérée (virage standard IFR au taux 1 avec approximativement une inclinaison égale à 10% de la vitesse en km/h ou 15% de la vitesse en kt).

Puis, à la suite de ce virage et en position dans la branche vent arrière, le pilote doit rester parallèle à la piste, et effectuer un autre virage standard devant l'amener dans l'axe de la piste pour l'atterrissage, en tenant compte du vent éventuellement.

En cas de vent, au lieu de rester exactement parallèle à la piste, le pilote s'en éloignera un peu si le vent a tendance à écarter l'avion dans son dernier virage au moment de l'alignement sur l'axe de la piste d'atterrissage.

Par fort vent de travers, il est préférable de se présenter à l'atterrissage avec le moteur vif au vent, et cela même au prix d'une légère composante de vent arrière, afin de faciliter le contrôle en direction car l'avion a tendance d'une part à virer vers le vent et d'autre part à virer vers le moteur mort. En conséquence, il n'y a pas lieu d'additionner ces deux tendances mais au contraire d'agir pour qu'elles se compensent si faire se peut, le cas échéant. Si cela s'avère impossible, il est possible d'envisager alors un déroutement sur un terrain voisin ayant une piste bien orientée par rapport au vent.

A noter que sur un bimoteur certifié et chargé correctement, en cas de panne moteur, le pilote ne doit pas s'affoler mais prendre son temps et exécuter une bonne ligne droite afin de se stabiliser en "V" et "v" à l'angle optimal de montée sur le moteur vif. Après cela, il pourra alors virer avec précision, ayant plus d'altitude, et n'ayant plus à serrer son demi tour.

- **L'approche et l'atterrissage sur un moteur :**

L'approche sur un moteur doit se faire à une pente intermédiaire entre celle du "tout réduit" et celle "normale" sur deux moteurs, donc à une pente supérieure à celle sur deux moteurs.

Dans ce cas, le moteur vif doit être réglé avec une puissance supérieure à celle du préaffichage de l'approche sur deux moteurs. Il est par ailleurs recommandé de se présenter à une vitesse égale ou supérieure à la vitesse optimale de montée sur un moteur.

Le train d'atterrissage et les volets hypersustentateurs doivent être abaissés seulement quand le pilote est sûr d'avoir le terrain, toutefois assez tôt pour avoir le temps d'effectuer les vérifications habituelles. En général, l'utilisation des pleins volets est à éviter car les buts de cette procédure d'approche et d'atterrissage sont :

- * Choisir la pente intermédiaire d'approche 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 contrôle) même dans le cas d'une remise de gaz.
- * Choisir la vitesse d'approche de façon à ne pas avoir à effectuer de palier d'accélération dans le cas où une remise de gaz serait nécessaire.
- * Eviter l'utilisation des pleins volets hypersustentateurs afin de ne pas se retrouver dans le cas le plus défavorable s'il y avait nécessité impérative de remise des gaz sur un moteur.
- * Abaisser le train d'atterrissage et les volets hypersustentateurs que lorsqu'il y a certitude d'atteindre la piste. En effet, il y a un risque de ne plus réussir à monter sur un moteur une fois que le train d'atterrissage est sorti.

En outre, lors de l'approche sur un moteur, les compensateurs doivent être naturellement réglés pour annuler les efforts. Toutefois, en finale, ils doivent être repositionnés à zéro.

Pour mémoire, l'atterrissage effectué avec le moteur vif complètement réduit est un atterrissage normal ne présentant en général pas de difficulté particulière.

De plus, le pilote ne doit jamais tenter de remettre en route un moteur qui a été arrêté à la suite d'un incendie.

Parfois, le pilote peut être amené à stopper un moteur simplement à la suite d'un constat de fonctionnement anormal pour éviter de le détériorer (pression d'huile trop basse ou température trop élevée des cylindres). Dans ce cas, il peut être éventuellement préconisé 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 être contraint à une remise des gaz monomoteur en mauvaises conditions météorologiques, le cas échéant.

- **La remise de gaz sur un moteur :**

La procédure de remise de gaz sur un moteur est très délicate et doit être évitée dans toute la mesure du possible.

La vitesse doit être pour se faire être supérieure à la vitesse minimale de contrôle en vol mais bien souvent les consignes d'utilisation donnent une vitesse assez importante voisine de la vitesse optimale de montée

sur un moteur.

A noter que 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, le pilote 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.

En conséquence, il y a 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.

De ce fait, la vitesse de présentation à l'atterrissage sur un moteur doit être assez élevée et très proche, un peu supérieure si possible, à la vitesse optimale de montée sur un moteur pour garantir la sécurité de la mise en application de cette délicate procédure.

En outre, le pilote ne doit pas oublier que la remise des gaz provoquera des couples importants particulièrement en lacet qu'il devra contrôler. Ce contrôle nécessitera alors des variations importantes de réglage des compensateurs.

En pratique, la procédure de remise des gaz sur un moteur se fera de la manière suivante :

- * Remise de la pleine puissance sur le moteur vif.
- * Réglage des volets hypersustentateurs en position décollage.
- * Rentrée immédiate du train d'atterrissage, avion en vol.
- * Nouveau réglage des volets hypersustentateurs à la position la plus favorable pour la montée sur un moteur.
- * Adoption de la vitesse optimale de montée sur un moteur qui est généralement indiquée par un trait bleu sur l'anémomètre.

- Le vol prolongé et les évolutions sur un moteur :

Dans ce cas, le pilote doit voler légèrement incliné sur le moteur vif. La bille ne sera pas au milieu mais décalée vers le moteur vif.

Lors des virages, le pilote devra tenir compte de ce décalage du "zéro" de la bille :

- * Les virages sur le moteur vif auront l'apparence de virages légèrement glissés.
- * Les virages sur le moteur mort auront l'apparence de virages dérapés.

En effet, si le pilote effectue les virages "bille au milieu" le virage sur le moteur vif sera dérapé et le virage sur le moteur mort sera glissé.

A noter que le danger du virage sur le moteur mort qu'il est recommandé d'engager à plus faible inclinaison, résulte simplement d'un problème d'efficacité des gouvernes transversales et non d'un dérapage ou d'une glissade, le cas échéant.

Pour mémoire, en virage sur le moteur vif, la direction et les ailerons sont braqués vers ce moteur, le

pilote 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.

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 qu'elle va plus vite que l'aile intérieure), et si le pilote laisse le virage "s'engager" ou s'il 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 il est interdit de virer sur un moteur, et particulièrement sur le moteur mort. Ainsi, il est recommandé de virer à moins grande inclinaison sur le moteur mort que sur le moteur vif, notamment en évolution dans le tour de piste.

- Le roulement sur un moteur :

Le roulement sur un moteur est la plupart du temps une manœuvre délicate, voire impossible.

Pour ce faire, il n'y a pas de méthode unique et chaque bimoteur est un cas particulier.

Avec certains appareils, le pilote doit rouler lentement de façon à appliquer une puissance minimale donc un couple dissymétrique minimum qui sera contré par l'usage des freins. Mais cela avec prudence, car les freins chauffent vite et perdent rapidement leur efficacité.

Par contre, avec d'autres appareils, le pilote aura 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 aux freins ou très peu.

A noter que le vent traversier, favorable ou défavorable, interviendra également dans le roulement.

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 le moteur mort. Néanmoins, sauf pour les bimoteurs avec lesquels le roulage au sol sur un moteur ne pose pas de problème particulier, le mieux est d'éviter cette manœuvre et de stopper dès la piste dégagée.

HP

12) L'utilisation du moteur lors de pannes simulées :

Lors de pannes simulées, les arrêts fréquents d'un moteur avec mise en drapeau de son hélice, ainsi que les remises en route, fatiguent avec certitude les moteurs et peuvent à la limite provoquer certains dommages mécaniques.

Pour y palier, il existe quelques recommandations à appliquer lors de la conduite des moteurs concernés en fonction des circonstances :

- Eviter les arrêts moteur et les mises en drapeau par temps très froid, notamment l'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 (capot), s'il en existe.
- Disposer, le cas échéant, d'un système de dévirage de l'hélice.

En effet, 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 progressivement sans l'usage du démarreur.

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

HP

[Retour à la page précédente](#)

ou

[Retour à la page d'accueil](#)
