TP1102F
(08/2004)



MANUEL DE PILOTAGE

4e édition

Transports Canada Transport Canada

Canada

Avion

Manuel de Pilotage

4e édition

Imprimé et relié au Canada
Photographies : Aviation Training Systems Ltd.

Veuillez faire parvenir vos commentaires, vos commandes et vos questions à :

Transports Canada
Centre de communications de l'Aviation civile (AARC)
Place de Ville
Tour C, 5e étage
330, rue Sparks
Ottawa (Ontario) K1A 0N8

Téléphone : 1 800 305-2059
Télécopieur : 613 957-4208
Courriel : services@tc.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports, 2004.

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, stockée dans un système de recherche ou transmise, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit (électronique, mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre) sans l'assentiment écrit préalable du ministère des Transports du Canada.

Les renseignements contenus dans cette publication ne doivent servir qu'à titre indicatif et ne doivent pas être cités ni être considérés comme renseignements ayant une valeur juridique. Ils peuvent devenir périmés, en tout ou en partie, à tout moment et sans préavis.

Données de catalogage avant publication (Canada)
Vedette principale au titre :
Manuel de pilotage
4e édition
ISBN 2-7619-1472-4
1. Aéronefs — Pilotage. I. Canada. Transports Canada.
TL712.F55 1992 629.132'52 C91-095123-3

TP1102F
(08/2004)

TC-1001748

N° de catalogue T-52-14/1998F
5 GG 03 02

Table des matières

Avant-propos 9

PREMIÈRE PARTIE
L'aéronef et ses conditions d'utilisation . . 11

1. Principes de base du vol 13
2. Masse et centrage 27
3. Utilisation du moteur 30
4. Documents de l'aéronef 34
5. Exploitation d'aéroport 38
6. Considération météorologiques 41

DEUXIÈME PARTIE
Les exercices de pilotage 43

1. Familiarisation 45
2. Connaissance de l'aéronef et préparation au vol 46
3. Commandes auxiliaires 53
4. Circulation au sol 58
5. Assiettes et mouvements 61
6. Vol rectiligne en palier 65
7. Montée 68
8. Descente 72
9. Virages 76
10. Distance franchissable et autonomie maximales 82
11. Vol lent 90
12. Décrochages 92
13. Vrilles 98
14. Spirale 103
15. Glissade 104
16. Décollage 106
17. Le circuit 118
18. Approche et atterrissage 123
19. Premier vol en solo 137
20. Illusions créées par la dérive 139
21. Atterrissage de précaution 142
22. Atterrissage forcé 148
23. Navigation du pilote 155
24. Vol aux instruments 171
25. Vol de nuit 203
26. Hydravions 207
27. Avions sur skis 218
28. Transformations sur type 223
29. Procédures d'urgence 229
30. Communications radio 233

Conclusion 237

Avant-propos

À cause des nouveaux renseignements introduits de façon progressive tout au long des exercices, le présent manuel s'adresse tant aux élèves-pilotes qui cherchent à obtenir leur licence qu'aux pilotes qui souhaitent améliorer leurs qualifications et aux instructeurs qui encadrent la formation. Il constitue donc un complément au *Guide de l'instructeur de vol* de Transports Canada.

Le présent manuel fournit des renseignements et des directives sur la manière de présenter et d'exécuter les manœuvres de pilotage, et il contient également des renseignements élémentaires sur l'aérodynamique et sur d'autres sujets reliés aux cours de pilotage. C'est pourquoi une connaissance pratique des termes et des sujets concernant la formation permettra à l'élève de tirer le plus grand profit possible des exercices qui lui sont proposés.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux nombreux instructeurs au pilotage canadiens qui ont grandement contribué à la réalisation du présent manuel.

PREMIÈRE PARTIE

L'AÉRONEF ET SES CONDITIONS D'UTILISATION

CHAPITRE UN

Principes de base du vol

Troisième loi sur les mouvements

Le vol d'un aéronef plus lourd que l'air (aérodyne) peut s'expliquer au moyen de plusieurs théorèmes scientifiques dont le plus important est sans doute la troisième loi de Newton : « À toute action correspond une réaction égale et opposée. » Une hélice imprime à une masse d'air une accélération vers l'arrière et, ce faisant, elle reçoit à son tour une force égale, dirigée vers l'avant. Cette force s'appelle *traction* et elle propulse l'aéronef vers l'avant.

Alors que l'aéronef, lors du décollage, est tiré vers l'avant par l'hélice, l'aile qui rencontre l'air antérieur commence à créer de la *portance* (figure 1-1). À mesure que la vitesse de l'aéronef augmente, cette force de portance augmente proportionnellement. Finalement, lorsque la portance est égale au poids de l'aéronef, celui-ci commence à voler.

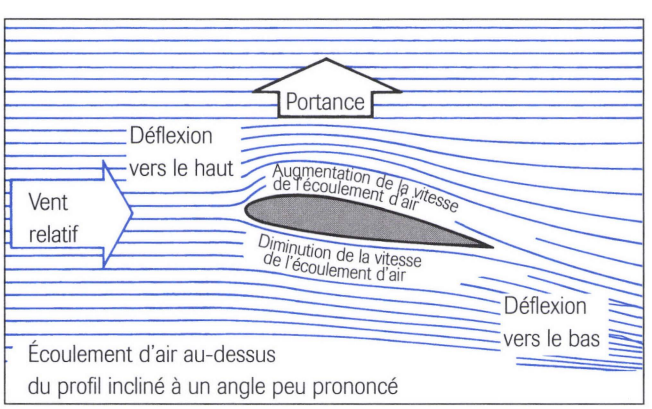


Figure 1-1 La portance provient du déplacement d'air plus rapide au-dessus du profil qu'en dessous

L'atmosphère

Un aéronef évolue dans un milieu qui, malgré sa proximité de la terre, a des propriétés grandement différentes de celle-ci. Ce milieu est l'atmosphère qui enveloppe la terre et qui est composée d'air. Nous devons connaître les propriétés de cette atmosphère pour mieux comprendre le vol.

Densité et pression

Une propriété de l'air, qui peut induire en erreur lorsque l'on aborde l'étude du vol, est sa *densité*. Demandez le poids de l'air contenu dans une pièce de dimensions normales et les réponses varieront de « presque rien » à « environ 10 lb (5 kg) ». Pourtant, la réponse exacte se situe à près de 300 lb (136 kg) et, dans une grande pièce, le poids de l'air peut dépasser une tonne ! Par contre, si vous pouviez soulever cette pièce à ½ mille (805 m) au-dessus de la surface de la terre, l'air qu'elle contiendrait alors serait beaucoup moins lourd. Sa densité — sa masse par unité de volume — aurait diminué. Ces modifications de densité s'expriment en termes de *pression atmosphérique*.

Bien sûr, il est vrai que la densité de l'air est faible comparée à celle de l'eau, mais c'est néanmoins cette propriété qui rend le vol possible. Comme l'air est le milieu dans lequel le vol s'effectue, lorsque les propriétés de l'air changent, les caractéristiques du vol changent également.

Au niveau de la mer, la pression moyenne produite par le poids de l'atmosphère est de 14,7 lb/po^2. Cette pression provoque une élévation de 29,92 po (1013,2 hectopascals ou millibars) du mercure dans le baromètre. Dans des conditions normales, la pression passe de 14,7 lb/po^2 (1013,2 mbar) au niveau de la mer à 10,2 lb/po^2 (700 mbar) à 10 000 pi (3048 m) d'altitude.

Variations de température (gradient adiabatique)

Lorsque l'altitude augmente, la température de l'air diminue. Cette baisse s'explique par le fait que la chaleur du soleil traverse l'atmosphère sans en augmenter sensiblement la température. C'est en fait la terre qui absorbe la chaleur et, lorsque la température de la terre augmente, l'air qui est à son contact absorbe une partie de cette chaleur.

Les quatre forces

En vol, un aéronef est soumis à quatre forces principales : la *portance,* la *pesanteur,* la *traction* et la *traînée* (figure 1-2).

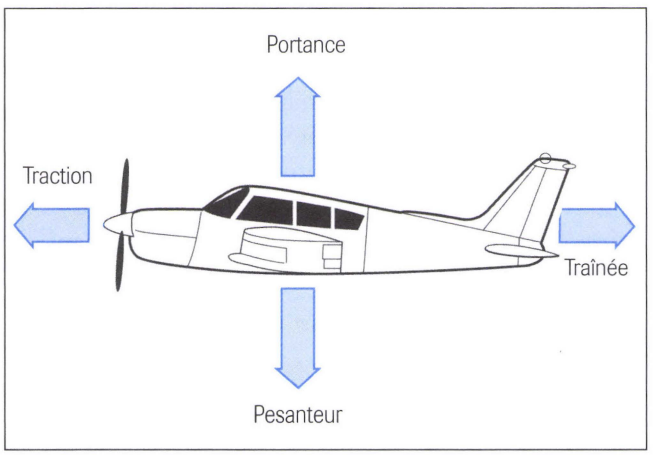


Figure 1-2 Les quatre forces

Traction et traînée

Deux forces horizontales principales s'exercent sur un aéronef qui vole en palier — la traction et la traînée. La traction provient du moteur, par l'intermédiaire de l'hélice, et la traînée résulte de la résistance de l'air au passage de l'aéronef et de toutes les parties qui le composent.

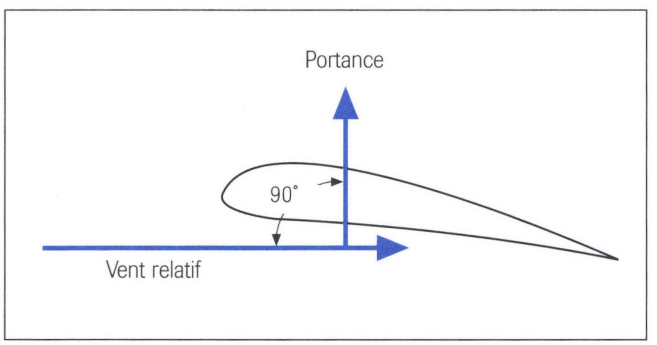


Figure 1-3 La portance agit à 90° par rapport au vent relatif

Portance et pesanteur

Les forces verticales qui s'exercent sur un aéronef sont la portance et la pesanteur. La pesanteur est le poids total de l'aéronef et de son contenu ; on considère qu'elle s'exerce en un seul point, appelé *centre de gravité.* La portance s'exerce verticalement par rapport au *vent relatif* (figure 1-3). La portance ne s'exerce pas nécessairement perpendiculairement à l'horizon ; en vol, elle peut même agir sous un angle très important par rapport à ce dernier. Aux fins de calculs, on considère que la portance s'exerce en totalité en un seul point de l'aile. Ce point est appelé *centre de poussée* (figure 1-4).

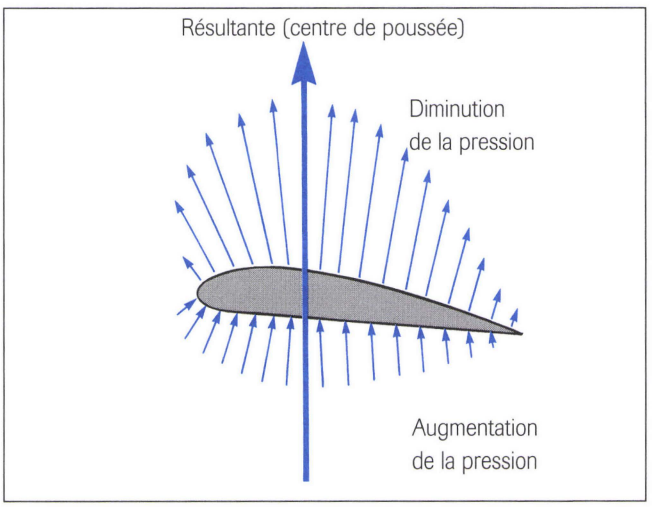


Figure 1-4 Répartition de la pression sur un profil aérodynamique

Vent relatif

Le vent relatif est toujours à la fois parallèle et de sens opposé à la trajectoire de vol de l'aéronef. Le vent relatif n'a rien à voir avec l'assiette de vol de l'aéronef, il ne concerne que le sens de déplacement de l'aéronef (figure 1-5).

Angle d'incidence et angle d'attaque

L'*angle d'incidence* est défini comme l'angle fixe formé par le plan de la corde de l'aile et l'axe longitudinal de l'aéronef (figure 1-6). On ne doit pas le confondre avec l'*angle d'attaque,* qui varie conformément à l'angle formé par la corde de l'aile et le vent relatif. Cet angle varie en fonction de la direction que l'on imprime à l'aéronef (figure 1-7).

Portance

N'importe quel objet plat, une assiette par exemple, si elle est inclinée vers le haut par rapport au vent relatif, peut créer de la portance. Le cerf-volant est un exemple.

Les ailes des premiers aéronefs peuvent ainsi être comparées à une assiette plate. On a découvert ultérieurement que l'on pouvait obtenir beaucoup plus de portance en incurvant la surface supérieure de l'aile (extrados), et c'est ainsi qu'a été créé le profil aérodynamique (figure 1-8). La cambrure de l'extrados permet de construire une structure plus épaisse et plus solide qui autorise l'emmagasinage du carburant ainsi que la suppression éventuelle d'éléments de structure extérieurs.

En termes simples, nous pouvons dire que l'aile crée une partie de la portance totale par la déflexion de l'air vers le bas. La portance provient également de la différence de pression entre l'extrados et l'intrados de l'aile. Ce phénomène est exprimé théoriquement par le *théorème de Bernoulli* qui indique que plus la vitesse de l'air augmente, plus sa pression diminue.

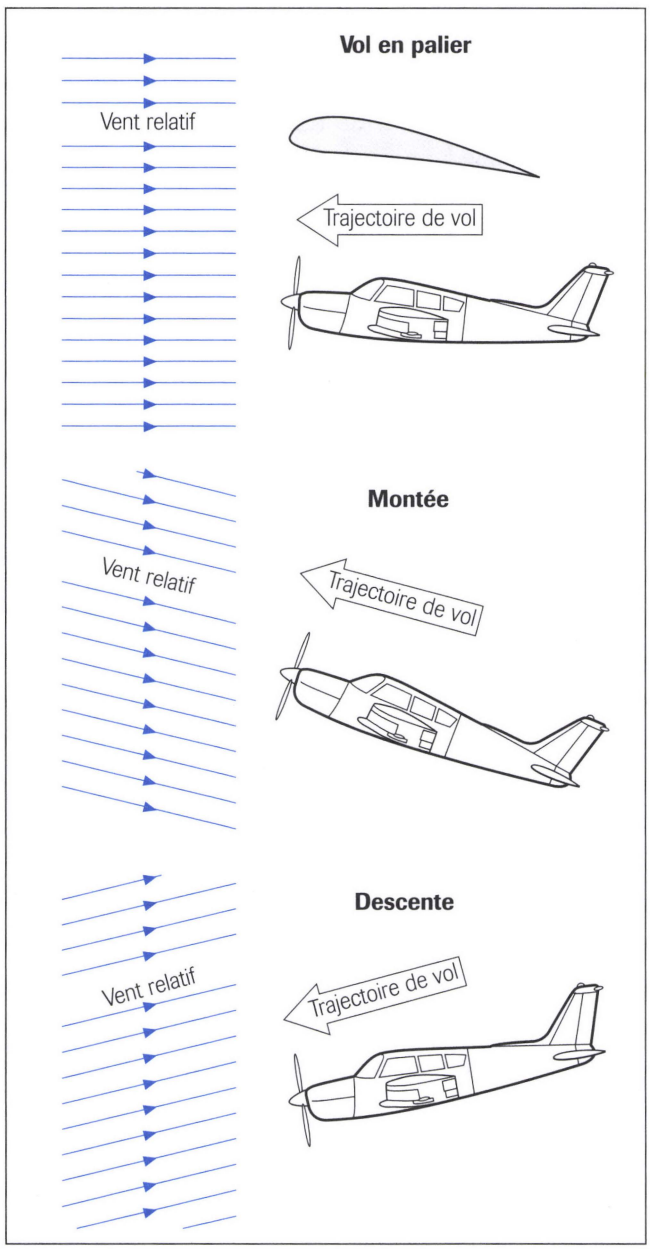


Figure 1-5 Vent relatif

Répartition de la pression sur un profil

En raison de la cambrure des surfaces de l'aile, l'écoulement aérodynamique accélère lorsque l'air circule autour de l'aile. Comme la cambrure de l'extrados est plus prononcée que celle de l'intrados,

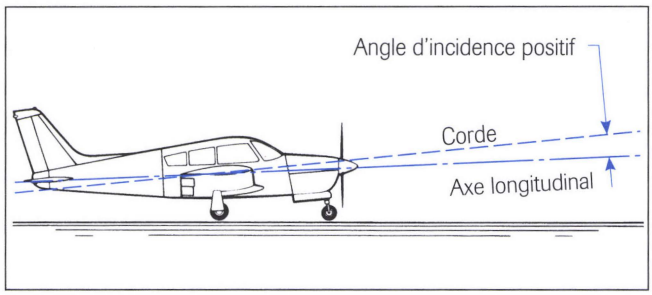


Figure 1-6 Angle d'incidence

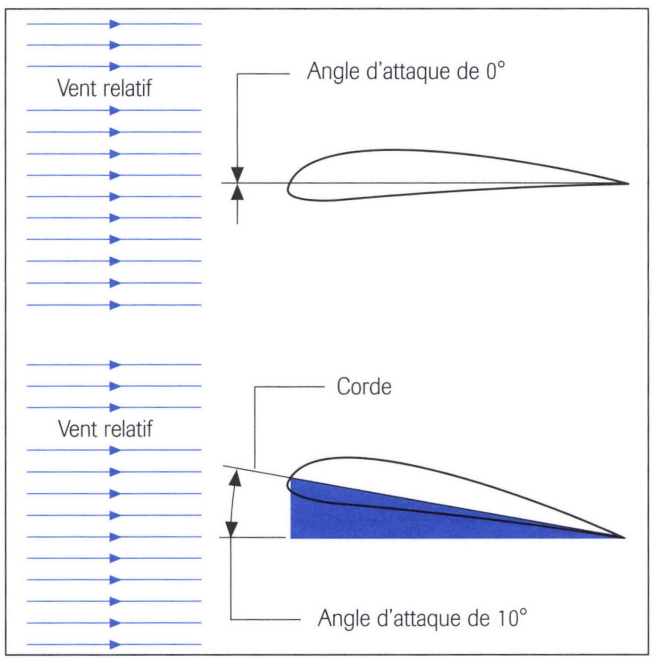


Figure 1-7 Angle d'attaque

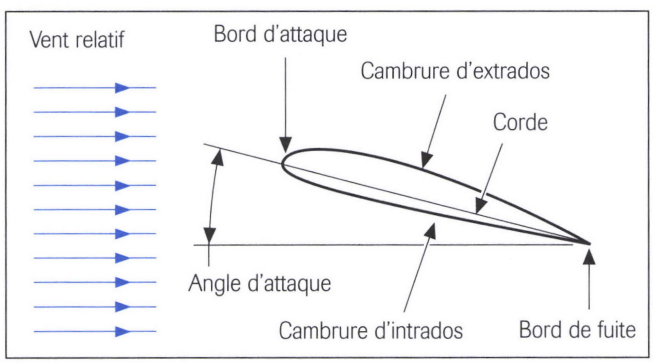


Figure 1-8 Terminologie du profil

l'air qui circule au-dessus de l'aile subit une plus forte accélération que l'air qui circule au-dessous de l'aile. Selon le théorème de Bernoulli, ce phénomène produit une diminution de pression relativement grande au-dessus de l'aile et une diminution de pression plus petite au-dessous de l'aile (figure 1-4). La pression différentielle résultante engendre une force appelée portance.

Les essais montrent également qu'en même temps que l'angle d'attaque d'un profil en vol augmente, le centre de poussée se déplace progressivement vers l'avant. Toutefois, en un point bien supérieur aux angles normaux de vol, le centre de poussée se déplace à nouveau vers l'arrière. Lorsque le centre de poussée se déplace assez loin vers l'arrière, le nez de l'aéronef pique soudainement vers le bas, alors que l'aile arrive en condition de décrochage (figure 1-9).

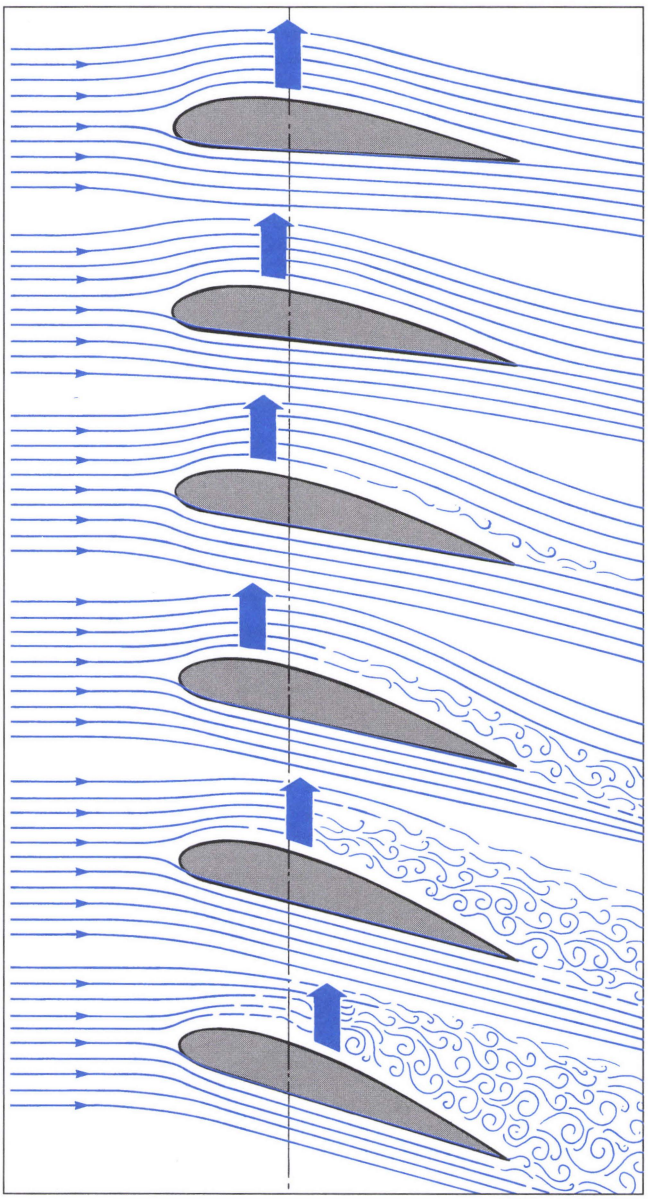


Figure 1-9 Le centre de poussée se déplace à mesure que change l'angle d'attaque

La *couche limite* est une mince couche d'air, dont l'épaisseur a parfois à peine 1/100 po (0,025 cm), qui s'écoule sur la surface de l'aile en vol. La couche limite se divise en deux parties : 1) l'*écoulement laminaire* qui est utile et 2) l'*écoulement turbulent* qui ne l'est pas. L'air qui s'écoule à l'extrados commence par épouser la forme de l'aile ; à ce stade, la couche limite est régulière et très mince : c'est la couche limite laminaire. Il y a un point de transition, qui se déplace entre le bord d'attaque et le bord de fuite de l'aile, au-delà duquel la couche limite commence à devenir turbulente et de plus en plus épaisse : c'est la couche limite turbulente.

Afin de conserver un écoulement laminaire sur la plus grande surface possible du profil, on a mis au point une aile à écoulement laminaire. Ce type d'aile, qui tient compte du point de transition, est souvent plus mince que l'aile à profil classique. Le bord d'attaque est plus profilé et son profil est presque symétrique, mais ce qui importe surtout, c'est que le point de *cambrure* maximale (pour une corde donnée, le point où l'épaisseur du profil atteint un maximum) est situé beaucoup plus à l'arrière que sur une aile classique. Sur l'aile à écoulement laminaire, la répartition de pression est beaucoup plus uniforme, puisque l'écoulement d'air est accéléré très progressivement du bord d'attaque au point de cambrure maximale. Lorsqu'on approche de la vitesse de décrochage d'une aile à écoulement laminaire, le point de transition se déplace beaucoup plus vite vers l'avant que dans le cas d'une aile à profil classique.

Traînée

La traînée est une force qui s'exerce parallèlement au vent relatif et qui freine le déplacement de l'aéronef vers l'avant. La traînée totale est la somme de la traînée *induite* et de la traînée *parasite*. La traînée induite est dérivée de la portance, tandis que la traînée parasite englobe tous les autres types de traînée (figure 1-10).

Traînée induite. Des tourbillons en bout d'aile se forment lorsque l'air de la zone de haute pression au-dessous de l'aile s'écoule autour du bout de l'aile jusqu'à la zone de basse pression au-dessus de l'aile (figure 1-11). Cet écoulement perturbé de l'air contribue à la traînée induite.

En plus des tourbillons, une déflexion vers le bas est engendrée lorsque l'air qui circule autour de l'aile est infléchi vers le bas (figure 1-1). La déflexion des filets d'air est nécessaire à la production de portance et elle produit de la traînée induite.

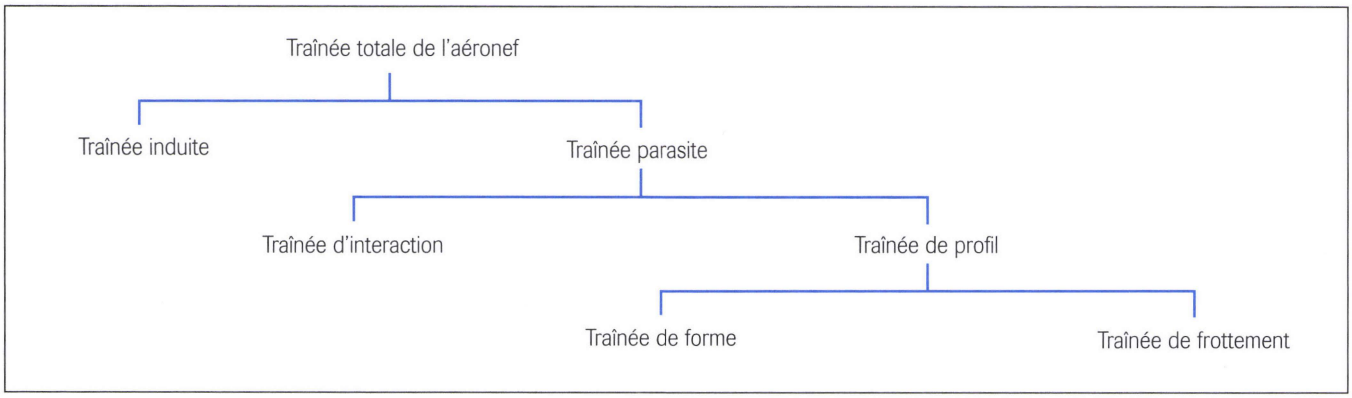


Figure 1-10 Traînée totale

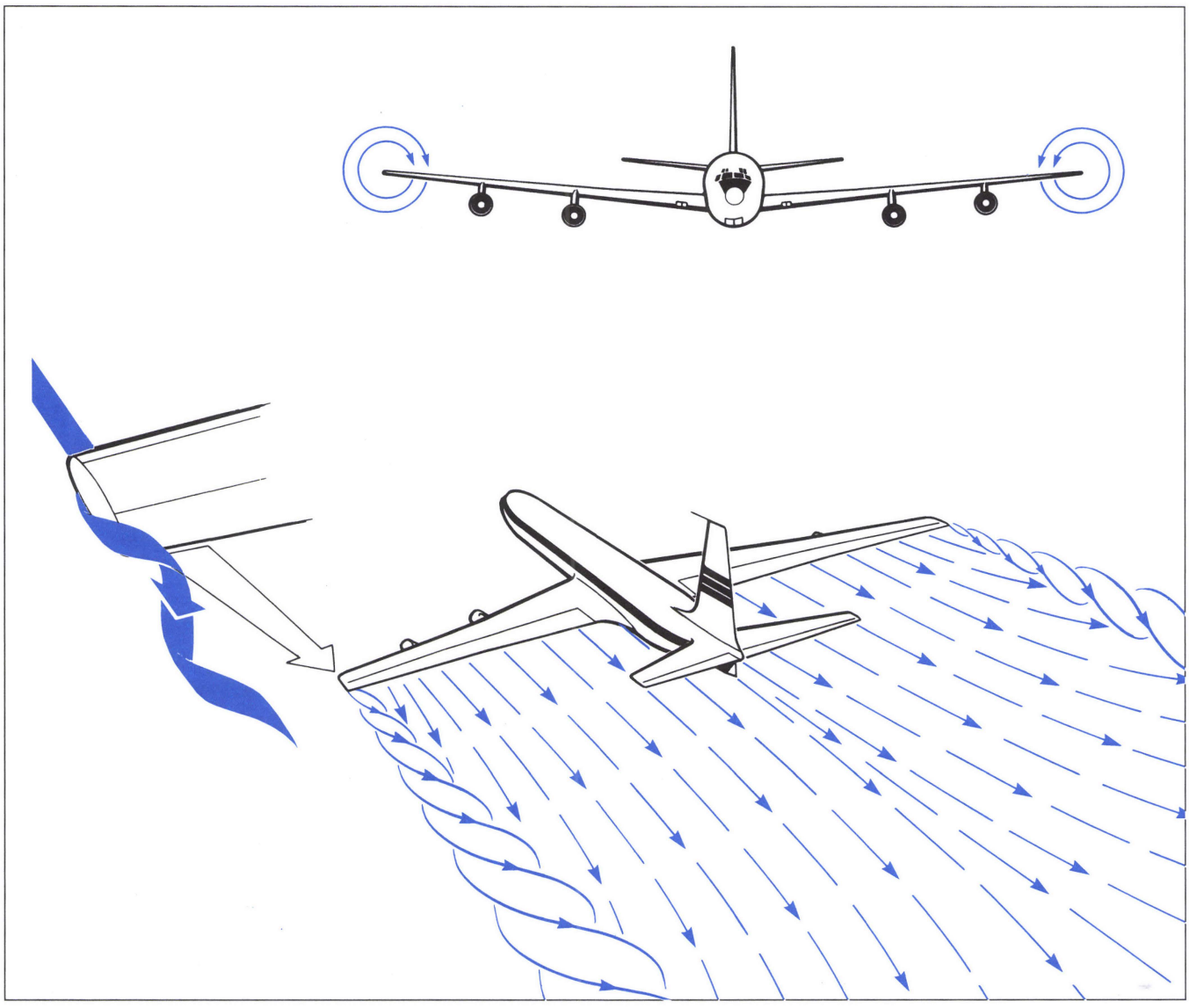


Figure 1-11 Tourbillons de bout d'aile

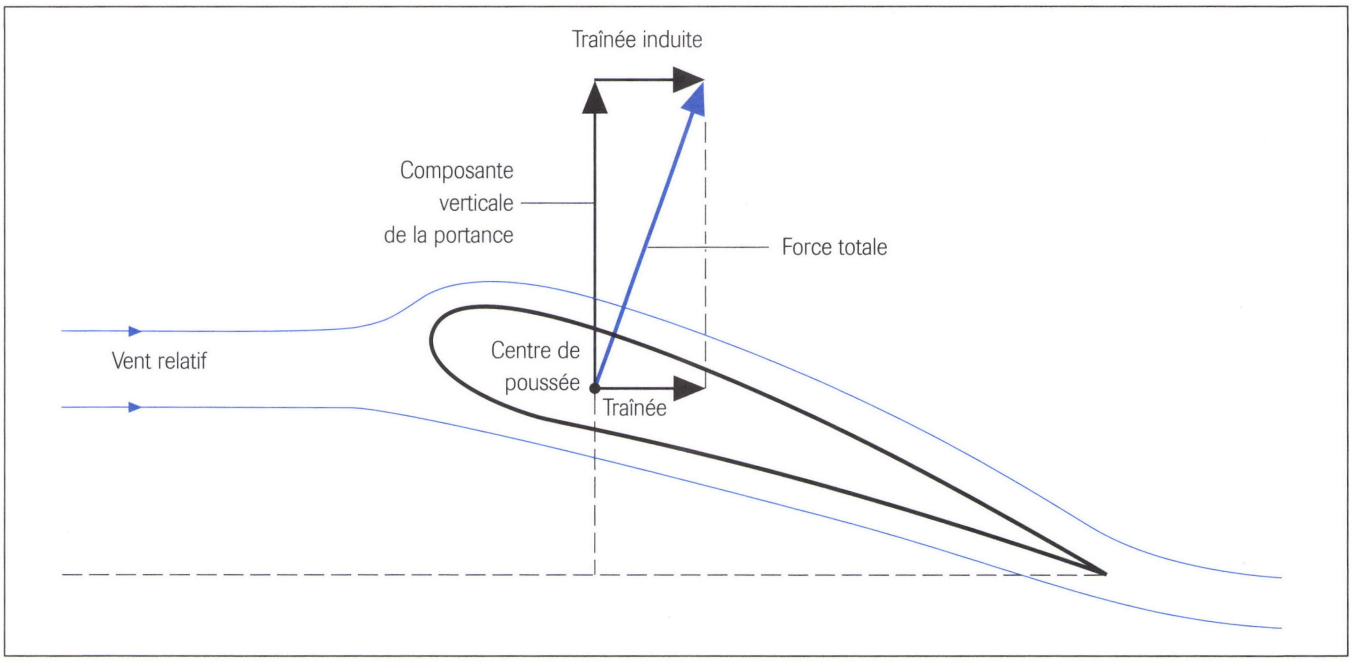


Figure 1-12 Forces qui s'exercent sur un profil

Une façon de se représenter la traînée induite causée par la déflexion vers le bas consiste à imaginer la résultante de portance qui se déplace vers l'arrière à mesure que l'angle d'attaque augmente (figure 1-12). La traînée induite est plus importante à basse vitesse, puisque l'angle d'attaque est plus grand. À mesure que la vitesse augmente, l'angle d'attaque diminue et la traînée induite diminue également.

L'allongement de l'aile influe sur la traînée induite. L'allongement est le rapport entre l'envergure et la corde moyenne (figure 1-13). Plus l'envergure de l'aile est grande par rapport à sa corde, moins il y a de traînée induite. Une aile de grande envergure dont la corde est relativement courte s'appelle aile à grand allongement.

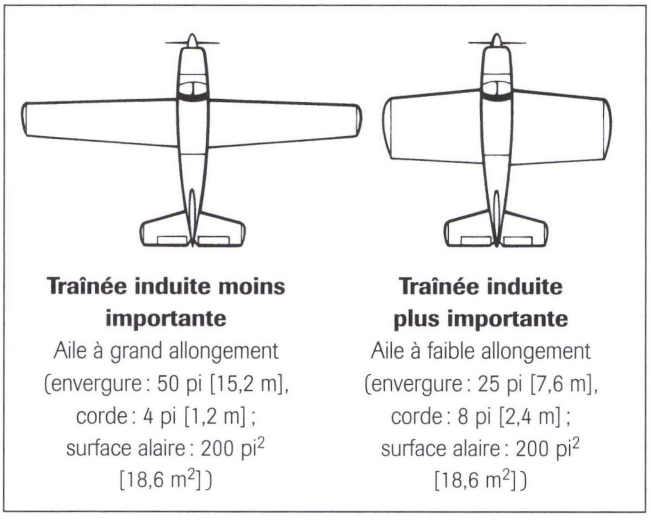


Figure 1-13 Allongement

Traînée parasite. La traînée parasite comprend toutes les formes de traînée qui s'exercent sur l'aéronef et qui ne dérivent pas de la portance. Contrairement à la traînée induite, la traînée parasite augmente avec la vitesse.

Traînée d'interaction. La traînée d'interaction provient de l'interaction de l'écoulement d'air entre deux parties de l'aéronef. Par exemple, à l'endroit où l'aile et le fuselage se rejoignent, les filets d'air qui suivent le fuselage interagissent avec les filets d'air qui circulent sur l'aile.

Traînée de profil. La traînée de profil est la somme de la *traînée de forme* et de la *traînée de frottement*.

Traînée de forme. La traînée de forme est causée par la résistance qu'offre l'air à la forme même d'un corps qui s'y déplace. Le carénage de toutes les parties extérieures de l'aéronef contribue à réduire considérablement ce type de traînée.

Traînée de frottement. La traînée de frottement est causée par la tendance qu'a l'air, en s'écoulant sur un aéronef, de le freiner en adhérant à ses surfaces. Un aéronef lisse, très poli, sera beaucoup moins touché par ce type de traînée. La glace, la saleté ou même les insectes accumulés sur un aéronef contribuent à la traînée de frottement.

Traînée minimale. Comme la traînée induite diminue lorsque la vitesse augmente et que la traînée parasite augmente lorsque la vitesse augmente, à une certaine vitesse, la traînée totale sera au plus bas (figure 1-14). Nous reviendrons sur la notion de vitesse de traînée minimale lors des exercices sur le vol plané, la distance franchissable et l'autonomie maximale.

Équilibre

Un objet au repos a tendance à demeurer au repos, et un objet en mouvement a tendance à demeurer en mouvement et à se déplacer en ligne droite à moins qu'une force extérieure s'exerce sur lui. C'est la première loi du mouvement de Newton. Un objet qui ne subit ni accélération ni décélération est en équilibre. Un aéronef en stationnement est en équilibre ; un aéronef en vol rectiligne en palier à vitesse constante est en équilibre ; un aéronef qui descend ou qui monte en ligne droite à vitesse constante est également en équilibre. Cependant, un aéronef qui effectue un virage, à altitude et à vitesse constantes, n'est pas en équilibre, puisqu'au cours d'un virage coordonné il est en constante accélération vers le centre du virage.

Si l'on consacre beaucoup d'efforts à la conception d'aéronefs capables de rester en équilibre, le pilote doit néanmoins pouvoir rompre cet état d'équilibre afin de manœuvrer l'aéronef. Les commandes de vol permettent au pilote d'exercer des forces sur les trois axes de l'aéronef (figure 1-15). Ces forces modifient l'équilibre de l'aéronef, ce qui permet de le manœuvrer.

Roulis, ailerons et axe longitudinal

Pour donner un mouvement de *roulis* à l'aéronef, on braque simultanément un aileron vers le bas et l'aileron opposé vers le haut. L'aileron « abaissé » augmente la cambrure de l'aile sur laquelle il s'articule, ce qui confère à celle-ci plus de portance qu'à l'autre aile dont la cambrure réduite, du fait de son aileron « relevé », engendre ainsi une moindre portance effective. De ce fait, l'aile dont l'aileron est « braqué vers le bas » se soulève et, inversement, l'aile dont l'aileron est « braqué vers le haut » s'abaisse. La conjugaison des effets provoque un mouvement de roulis de l'aéronef autour de son axe longitudinal. Le braquage des ailerons est contrôlé par la rotation du volant ou par le déplacement du manche vers la droite ou vers la gauche. Lorsqu'on tourne le volant à gauche, ou qu'on déplace le manche vers la gauche, l'aileron gauche s'élève et l'aéronef s'incline à gauche.

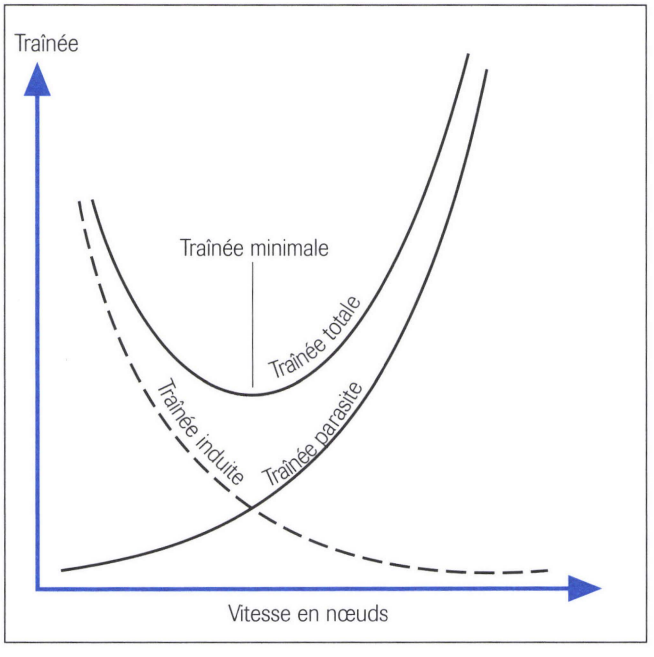


Figure 1-14 Vitesse de traînée minimale

Tangage, gouverne de profondeur et axe transversal

Un déplacement du manche ou du volant vers l'arrière provoque un braquage vers le haut de la gouverne de profondeur qui modifie sa cambrure et engendre une force qui abaisse la queue et qui soulève le nez de l'aéronef. Inversement, un déplacement vers l'avant de la commande provoque un braquage vers le bas de la gouverne de profondeur qui produit une réaction contraire, c'est-à-dire qu'il soulève la queue et qu'il abaisse le nez de l'aéronef. La gouverne de profondeur produit et contrôle un mouvement dans le plan de tangage autour de l'axe transversal de l'aéronef.

Lacet, gouvernail de direction et axe normal (vertical)

Les mouvements du nez de l'aéronef en vol, vers la droite ou vers la gauche, sont contrôlés par le gouvernail de direction au moyen du palonnier. Le gouvernail de direction s'articule au bord de fuite de la dérive (empennage vertical). Une pression du pied sur la pédale gauche du palonnier produit un déplacement du gouvernail de direction vers la gauche et crée une

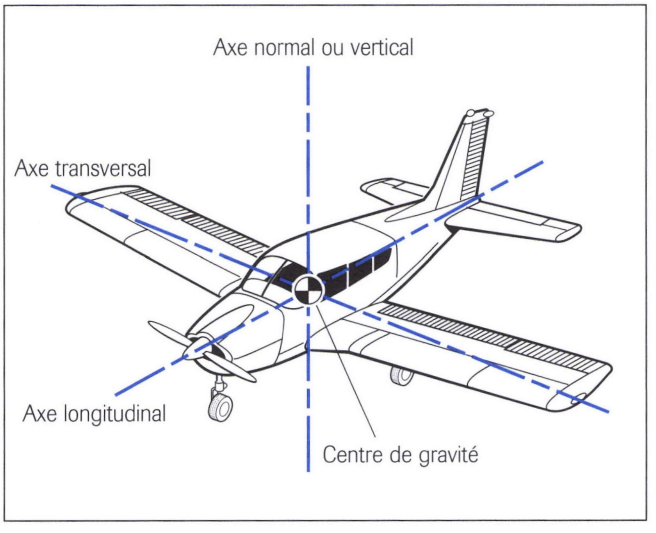


Figure 1-15 Axes d'un aéronef

cambrure de la dérive, provoquant ainsi une accélération de la masse d'air vers la gauche, ce qui (troisième loi de Newton) déplace la queue de l'aéronef vers la droite et le nez vers la gauche (mouvement de lacet). On obtient la réaction inverse en appuyant sur la pédale droite du palonnier.

Lacet inverse

Tout mouvement de lacet, d'où qu'il provienne, qui se fait à l'encontre des désirs du pilote est appelé *lacet inverse*. Pour contrer le lacet inverse, le pilote utilise le gouvernail de direction, ce qui aide à assurer la maîtrise en direction. Les causes du lacet inverse sont la traînée des ailerons, la précession gyroscopique, le couple, le souffle de l'hélice et la poussée asymétrique.

Traînée d'ailerons. Les commandes de vol sont conçues pour être efficaces, bien équilibrées et réagir rapidement; néanmoins, les ailerons ont une caractéristique de fonctionnement qui doit être expliquée. Par exemple, si l'on désire effectuer un virage à gauche, un déplacement du manche vers la gauche provoque un braquage de l'aileron droit vers le bas et augmente la cambrure de l'aile droite qui, à son tour, engendre davantage de portance et se soulève (figure 1-16). Inversement, l'aileron gauche se braque vers le haut, diminuant la cambrure de l'aile gauche, ce qui fait que cette aile engendre une portance moindre et s'abaisse. Cependant, en créant plus de portance, l'aile droite est soumise à plus de traînée induite, tandis que l'aile gauche, qui crée moins de portance, est soumise à moins de traînée induite. La conjugaison des effets cause momentanément un mouvement de lacet vers la droite, alors qu'on veut un virage vers la gauche.

Le lacet créé par la traînée d'ailerons se remarque surtout à basse vitesse, ou lorsque l'on braque amplement et brutalement les ailerons. Lorsque la traînée des ailerons entraîne l'aéronef dans un mouvement de lacet, on peut contrer cet effet en exerçant simultanément une pression sur le palonnier dans le même sens que la commande sur les ailerons. La pression requise sur le palonnier est variable et il ne faut la maintenir que pendant que l'on sollicite les ailerons. Lorsque l'on cesse de braquer les ailerons, la traînée des ailerons disparaît et il faut corriger la pression exercée sur le palonnier afin de maintenir un vol coordonné.

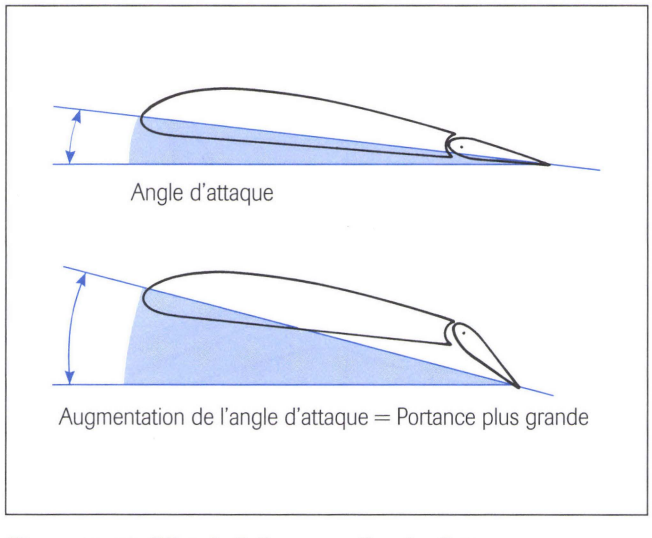


Figure 1-16 Effet de l'aileron sur l'angle d'attaque

La plupart des aéronefs récents comprennent une caractéristique de conception ou une combinaison de deux caractéristiques de conception qui pallie partiellement la traînée d'ailerons. Des ailerons différentiels sont conçus de manière que l'aileron qui se déplace vers le bas se braque à un angle plus petit que l'aileron qui se déplace vers le haut pour un déplacement donné du manche. L'aileron qui se braque vers le haut engendre plus de traînée, ce qui aide à réduire le lacet inverse. Les ailerons Frise produisent un effet semblable grâce à leur articulation qui est montée de manière que le bord d'attaque de l'aileron qui se braque vers le haut dépasse dans l'écoulement d'air sous l'aile et engendre ainsi une traînée supplémentaire, tandis que l'aileron qui se braque vers le bas demeure dans le prolongement de l'aile.

Précession gyroscopique. Lorsqu'on applique une force sur un gyroscope qui tourne, celui-ci réagit comme si la force avait été appliquée en un point situé dans le même sens à 90° de l'endroit où l'on a effectivement appliqué la force. On appelle ce phénomène précession gyroscopique. La masse tournante de l'hélice d'un aéronef constitue un exemple d'un «volant gyroscopique» et est, de ce fait, susceptible de précession gyroscopique. Un effet gyroscopique de cet ordre est parfois nettement perceptible dans le cas d'un aéronef équipé d'une roulette de queue. En effet, lorsque au moment du décollage, le pilote soulève la queue de l'aéronef (figure 1-17), c'est comme s'il sortait de l'aéronef et appliquait une force au sommet du cercle décrit par l'hélice. Si l'hélice, vue de la cabine, tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, l'effet gyroscopique modifie la position de la force et l'exerce au point situé à l'extrême droite du cercle décrit par l'hélice. Ce phénomène tend à faire virer (lacet) l'aéronef vers la gauche et le pilote doit exercer une pression du pied droit sur le palonnier pour maintenir la trajectoire voulue.

Couple. Le moteur fait tourner l'hélice dans un sens, mais ce faisant et conformément à la troisième loi de Newton, il a également tendance à faire tourner l'aéronef en sens inverse. Comme sur la plupart des

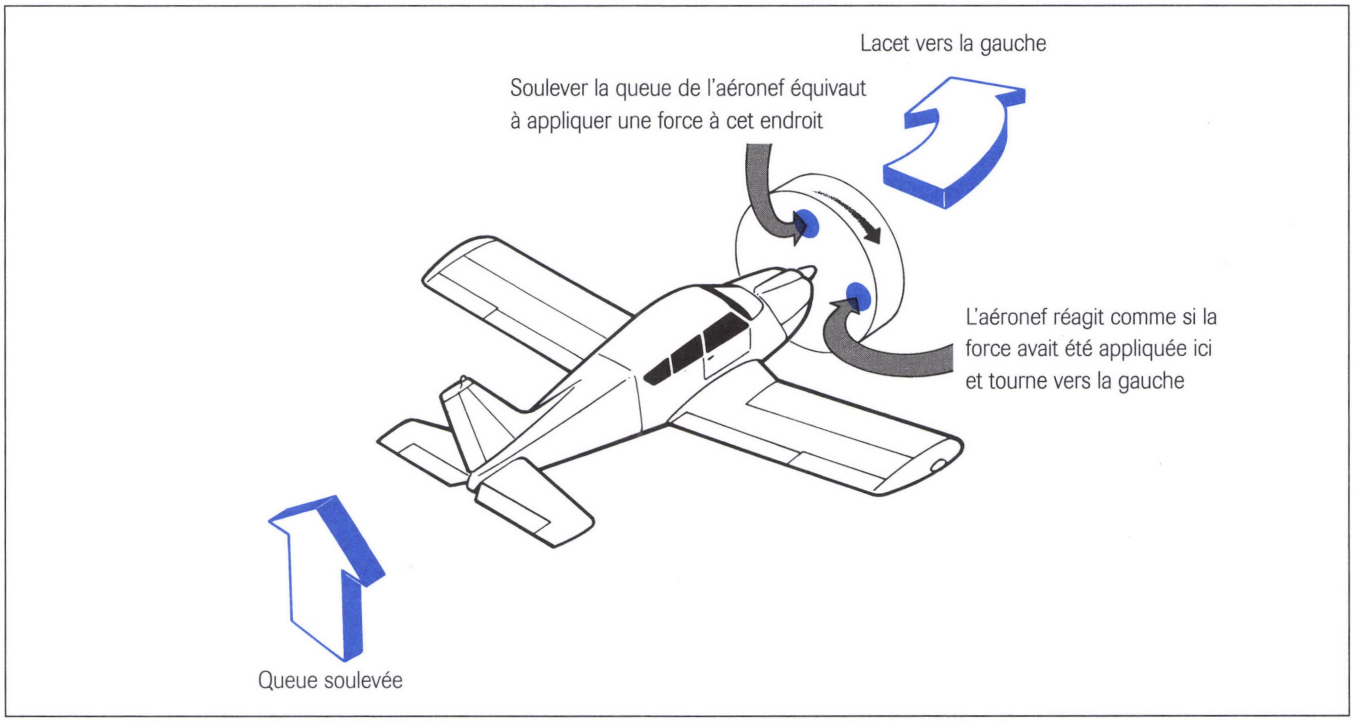


Figure 1-17 Effet que produit le soulèvement de la queue

aéronefs nord-américains l'hélice tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, une force vers le bas s'exerce sur le côté gauche de l'aéronef.

Lorsque le moteur de l'aéronef tourne à haut régime au sol, le couple qu'il engendre fait en sorte que le train gauche supporte légèrement plus de poids que le train droit. Il y a ainsi plus de frottement ou de traînée sur la roue gauche, ce qui accroît la tendance au lacet à gauche pendant la course au décollage.

On neutralise parfois cet effet indésirable lors de la construction de l'aéronef en donnant à l'aile gauche légèrement plus d'angle d'incidence et, par conséquent, légèrement plus de portance qu'à l'aile droite. Il faut toutefois noter que le couple ne cause pas directement du lacet. Il cause plutôt du roulis qui, à son tour, cause du lacet.

Souffle de l'hélice. La masse d'air qui est aspirée et rejetée à l'arrière par l'hélice est appelée souffle de l'hélice ; celui-ci est de même diamètre que l'hélice et a sensiblement la forme d'un cylindre.

La vitesse du souffle de l'hélice est supérieure à celle à laquelle l'aéronef traverse la masse d'air. Cela signifie que la vitesse du flux d'air qui s'écoule sur les parties de l'aéronef qui sont dans le souffle de l'hélice est beaucoup plus grande que celle du flux qui s'écoule sur les parties qui ne sont pas dans ce même souffle.

Le souffle de l'hélice est animé par l'hélice d'un mouvement rotatif dans le même sens que cette dernière, avec le résultat que le souffle de l'hélice ne frappe qu'un côté des surfaces de l'aéronef, telles la dérive et le gouvernail de direction, affectant ainsi l'équilibre latéral et directionnel de l'aéronef (figure 1-18). On compense habituellement en décalant légèrement la dérive ou le moteur afin d'équilibrer l'aéronef pour le vol normal de croisière. Toutefois, cet équilibre est rompu lorsqu'on règle le moteur à des régimes supérieurs ou inférieurs au régime de vol de croisière (figure 1-19).

Poussée asymétrique. Le lacet inverse est également causé par la charge asymétrique de l'hélice. Lorsqu'un aéronef vole à haut régime et à grand angle

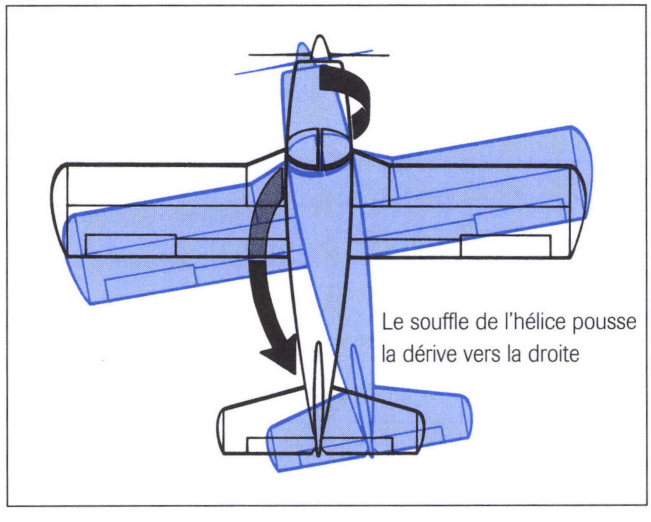


Figure 1-18 Le souffle de l'hélice possède une vitesse de rotation

d'attaque (l'axe de l'hélice étant alors incliné), la pale qui se déplace vers le bas — qui se trouve du côté droit de l'hélice vue de la cabine — possède un angle d'attaque plus prononcé. Par conséquent, elle engendre plus de traction que la pale qui se déplace vers le haut du côté gauche. Ce phénomène a donc tendance à conférer un mouvement de lacet vers la gauche à l'aéronef.

Freins

Sur de nombreux aéronefs, chaque roue du train d'atterrissage principal est dotée d'un circuit de freinage indépendant afin de faciliter les manœuvres au sol. Les freins de ce type peuvent être utilisés pour raccourcir la distance de la course à l'atterrissage et permettre, au sol, une meilleure maîtrise de la direction aux vitesses où le gouvernail de direction devient inefficace. Une pression du pied sur la pédale de frein gauche freine la roue gauche et fait tourner l'aéronef à gauche ; une pression à droite le fait tourner à droite. Pour arrêter un aéronef en ligne droite, il faut appuyer en même temps et le plus également possible sur les deux pédales de frein.

Volets de compensation

Pour faciliter le pilotage et améliorer l'équilibre (*compensation*) d'un aéronef, on a muni les bords de fuite des ailerons, des gouvernails de profondeur et de direction de petites gouvernes auxiliaires, fixes ou articulées, appelées *volets de compensation*. Les volets de compensation fixes sont préréglés de manière à assurer l'équilibrage des forces qui s'exercent sur les commandes à la vitesse normale de croisière en palier d'un aéronef donné. Les volets de compensation articulés peuvent être contrôlés par le pilote. La plupart des gros aéronefs en sont pourvus sur toutes les gouvernes afin de compenser le déplacement transversal des charges et, dans le cas d'un multimoteur, afin d'améliorer le contrôle directionnel en cas de panne moteur. En ce qui concerne la plupart des petits aéronefs monomoteurs, comme ceux qui servent à l'entraînement au vol, seule la gouverne de profondeur est munie d'un volet de compensation réglable en vol. Le volet de compensation de cette gouverne permet de compenser les variations répétées de stabilité longitudinale engendrées par les changements d'assiette de l'aéronef en vol. Normalement, les volets de compensation fixes, s'ils sont bien ajustés, sont suffisants pour assurer la stabilité et le contrôle sur le plan transversal (ailerons) comme sur le plan directionnel (gouvernail de direction) de cette catégorie d'aéronefs.

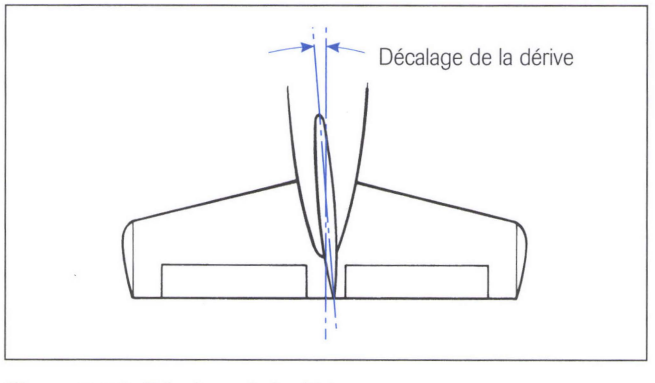


Figure 1-19 Décalage de la dérive

Empennage horizontal à incidence variable (stabilisateur horizontal)

Sur certains aéronefs, on peut faire varier l'incidence de l'empennage horizontal pendant le vol afin de compenser l'aéronef dans le plan longitudinal. L'effet est très semblable à celui qu'on obtient en compensant la gouverne de profondeur d'un aéronef équipé d'un empennage à plan horizontal fixe.

Volets

Les volets, dispositifs contrôlés par le pilote, améliorent la portance ainsi que d'autres caractéristiques du profil en augmentant la cambrure d'une grande partie de l'aile. Voici quelques avantages pratiques des volets :

1. la vitesse de décrochage est réduite ;
2. une approche en pente plus aiguë peut être effectuée sans pour autant augmenter la vitesse ;
3. la visibilité vers l'avant est améliorée au moment de l'approche parce que le nez se trouve plus bas ;
4. la distance de la course au décollage peut être diminuée ;
5. la distance de la course à l'atterrissage est diminuée parce que la vitesse à l'atterrissage peut être réduite.

Les volets simples (de courbure), qui font en réalité partie de la surface portante, extrados et intrados compris, se braquent simplement vers le bas dans le vent relatif. Cependant, dans le cas des dispositifs plus perfectionnés de volets articulés (les volets Zap et Fowler en sont des exemples typiques), il y a un véritable allongement de la corde du profil ce qui, jusqu'à un certain degré de braquage, augmente considérablement la portance tout en produisant un minimum d'augmentation de traînée (figure 1-20).

Lorsque le pilote opte pour un certain braquage des volets, les deux volets sortent ou rentrent ensemble. Lorsque les volets sont complètement rentrés, ils s'intègrent parfaitement à la forme de l'aile. On doit toujours utiliser judicieusement les volets et il faut être particulièrement prudent lorsqu'on les rentre en vol, surtout près du sol, à cause de la perte soudaine de portance et de la variation du centrage qui en résultent.

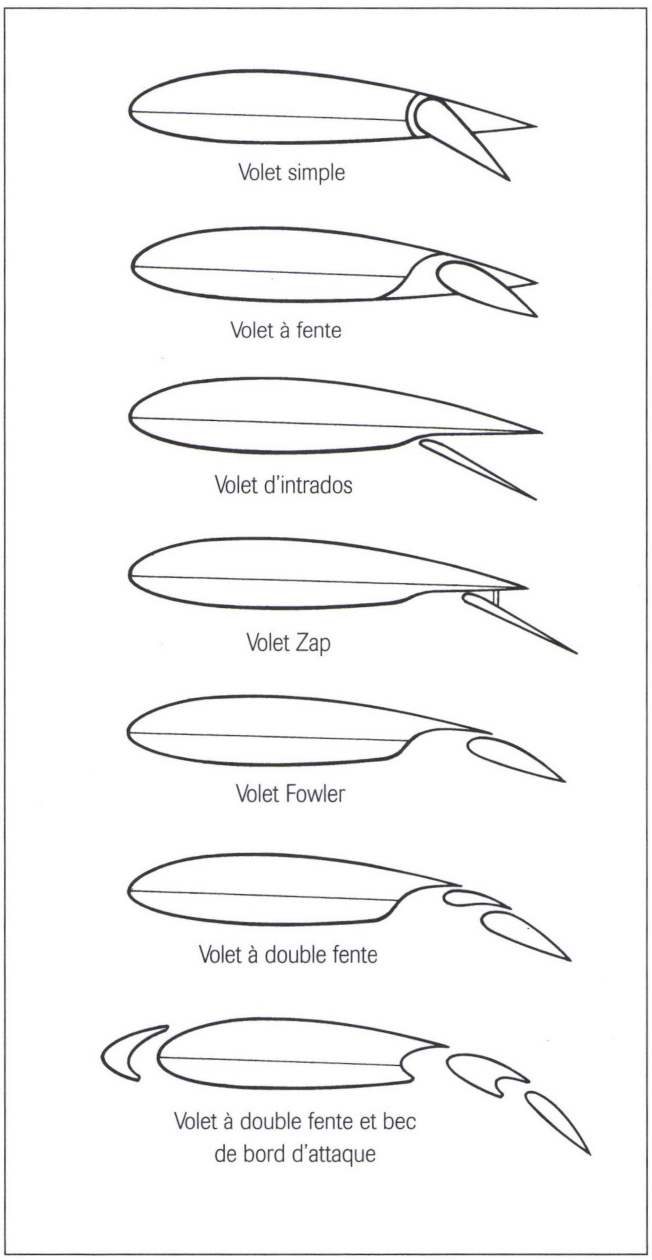


Figure 1-20 Types de volets

Stabilité

Un aéronef *stable* est un aéronef qui tend à reprendre son assiette initiale de vol après en avoir été écarté par quelque force extérieure, un courant ascendant par exemple, ou une autre perturbation atmosphérique de même effet. La stabilité d'un aéronef concerne ses trois plans de rotation : 1) tangage ; 2) lacet ; 3) roulis. La stabilité en tangage est appelée *stabilité longitudinale,* en roulis, *stabilité latérale,* et en lacet, *stabilité directionnelle.*

Stabilité latérale. Une caractéristique de construction qui assure la stabilité en roulis s'appelle le « dièdre ». C'est une caractéristique de construction de l'aile qui fait que ses extrémités sont plus hautes que sa partie centrale. Lorsque l'aile s'abaisse sous l'effet d'une influence extérieure, la turbulence de l'air par exemple, l'aéronef commence à glisser vers l'aile « basse » ; l'aile « basse » est dès lors exposée à un écoulement d'air plus abondant (que l'aile « haute ») et, à cause de son angle d'attaque plus important, elle produit plus de portance et revient à sa position initiale (figure 1-21).

Stabilité longitudinale. De toutes les caractéristiques qui ont un effet sur l'équilibre et la manœuvrabilité d'un aéronef, la stabilité longitudinale est la plus importante, puisqu'elle peut être influencée par les facteurs tant aérodynamiques que physiques, erreurs humaines comprises.

La position du centre de gravité d'un aéronef a une grande influence sur sa stabilité longitudinale, mais cette dernière est également influencée par des variations de vitesse, de puissance et d'assiette. Il est difficile d'atteindre la valeur idéale de stabilité longitudinale pour toutes les conditions de vol, mais il est nécessaire d'obtenir un compromis acceptable pour assurer un vol agréable et sécuritaire. L'équilibre de l'aéronef peut être compromis par les turbulences, le braquage des volets, etc.

La stabilité longitudinale est essentiellement assurée par le stabilisateur (empennage horizontal) aidé de la dérive (empennage vertical). Placés lors de la construction loin derrière l'aile, ces plans fixes engendrent les forces aérodynamiques nécessaires pour neutraliser l'effet des forces extérieures. En raison de la distance qui sépare le stabilisateur du centre de gravité, ce qui donne un important bras de levier, même une faible force appliquée sur le stabilisateur produit un moment de correction de grande amplitude.

À la manière de l'empenne d'une flèche, l'empennage de l'aéronef résiste aux influences extérieures qui tendent à le faire dévier de la trajectoire de vol choisie. Une mauvaise coordination des commandes de vol peut être assimilée à des influences et à des forces extérieures nuisibles, et un aéronef stable et correctement compensé s'y opposera également. Toutefois, un aéronef stable n'aura pas tendance à s'opposer aux forces que le pilote fait intentionnellement intervenir par l'utilisation coordonnée des commandes de vol et de la manette des gaz.

Stabilité directionnelle. La stabilité directionnelle a trait aux mouvements de l'aéronef autour de l'axe vertical, c'est-à-dire aux mouvements de lacet. On peut constater la stabilité directionnelle d'une automobile chaque fois qu'on effectue un virage. À la fin du virage, lorsqu'on relâche le volant, les roues reprennent leur position dans l'axe et le véhicule se remet à avancer en ligne droite. C'est ce phénomène qu'on appelle la stabilité directionnelle. C'est la dérive qui contribue à la stabilité directionnelle d'un aéronef.

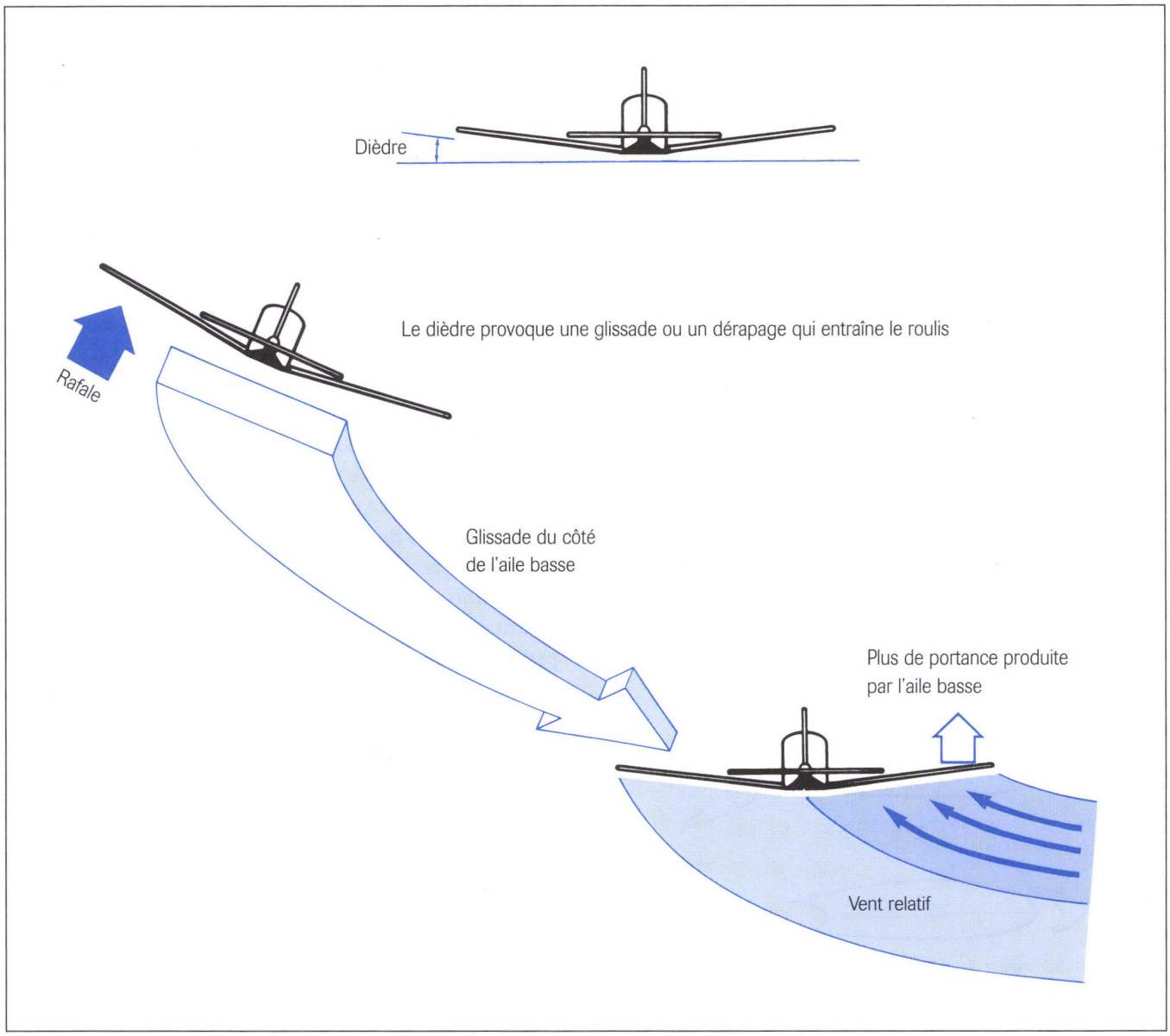


Figure 1-21 Le dièdre garde l'aéronef à l'horizontale

Facteurs de charge

Toute force qui agit sur un aéronef pour l'écarter du vol en ligne droite produit une contrainte sur sa structure dont l'importance est appelée *facteur de charge*. Le facteur de charge est le rapport entre la charge supportée par les ailes de l'aéronef et le poids de l'aéronef et de son contenu.

Un facteur de charge 3 signifie que la charge totale qui agit sur la structure d'un aéronef est égale à trois fois son poids brut. Le facteur de charge est généralement exprimé en nombre de «g». On dit couramment 3 g pour un facteur de charge de 3. Lorsqu'un aéronef est soumis à 3 g, disons par exemple au cours d'une remontée brutale, le pilote est soumis à une pression vers le bas égale à trois fois son propre poids. On peut ainsi estimer approximativement le facteur de charge atteint au cours d'une évolution en tenant compte de la force par laquelle le pilote est enfoncé dans son siège.

Le facteur de charge est important pour deux raisons principales: 1) à cause du risque d'imposer une surcharge à la structure de l'aéronef; 2) parce que la vitesse de décrochage augmente avec le facteur de charge et que l'aéronef risque de décrocher à des vitesses qui semblent sécuritaires.

La figure 1-22 montre un aéronef incliné à 60°. La portance totale engendrée est de 4000 lb (1815 kg). Le poids de l'aéronef est de 2000 lb (907 kg). Le rapport entre la portance totale et le poids de l'aéronef est de **2.** Nous disons donc que le facteur de charge est de 2 g.

La figure 1-23 révèle un fait important au sujet des virages : le facteur de charge augmente très rapidement lorsque l'inclinaison dépasse les 50°. Il est important de se rappeler que la portance de l'aile doit être égale au facteur de charge pour que l'aéronef puisse maintenir la même altitude. Remarquez avec quelle rapidité s'élève la courbe représentant le facteur de charge lorsqu'elle s'approche de la ligne des 90° d'inclinaison (qu'elle ne rejoint qu'à l'infini).

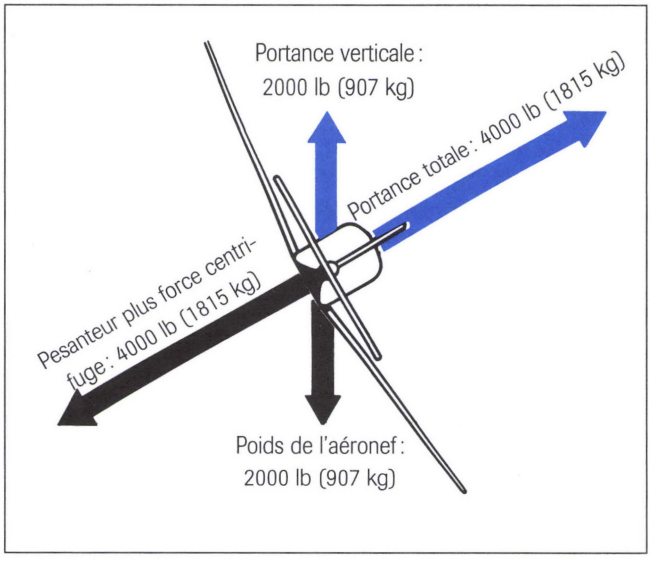


Figure 1-22 Facteur de charge dans un virage à 60° d'inclinaison

Bien qu'un aéronef puisse être incliné à 90°, il est mathématiquement impossible pour les aéronefs de type classique d'effectuer un virage à altitude constante en maintenant une pareille inclinaison. À une inclinaison légèrement supérieure à 80°, le facteur de charge dépasse 6 g, ce qui, en général, constitue la limite de résistance structurale des aéronefs conçus pour l'acrobatie aérienne. Pour un aéronef léger classique, l'inclinaison maximale pour un virage coordonné en palier soutenu est d'environ 60°. Une inclinaison supplémentaire de 10° ferait augmenter le facteur de charge d'environ 1 g, ce qui rapprocherait dangereusement la charge de la limite à laquelle la structure de l'aéronef risque d'être endommagée.

Vitesse de décrochage

Lorsque l'angle d'attaque de l'aile dépasse l'angle de décrochage, il y a rupture de l'écoulement relativement régulier de l'air sur l'extrados ; les filets d'air se décollent, ce qui modifie soudainement les caractéristiques de vol et donne lieu à une perte de portance, connue sous le nom de *décrochage*. Dans les limites de résistance de sa

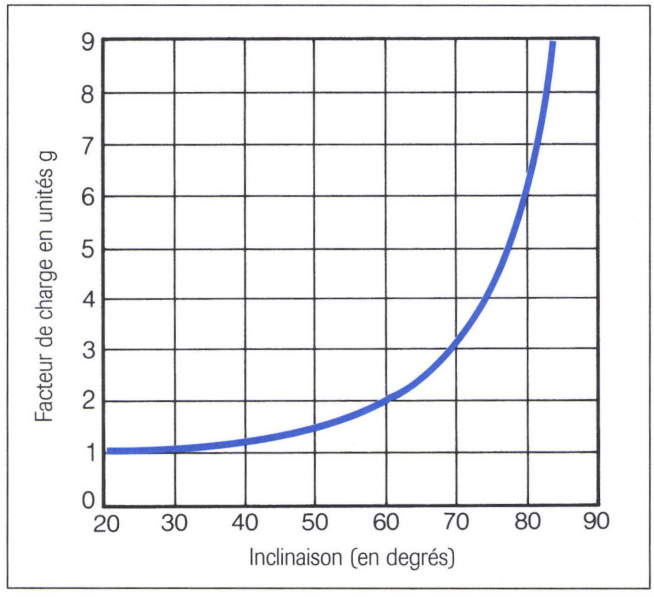


Figure 1-23 Facteurs de charge obtenus à divers degrés d'inclinaison et à altitude constante

structure et de la force physique du pilote, tout aéronef peut décrocher à n'importe quelle vitesse.

La vitesse de décrochage d'un aéronef augmente proportionnellement au facteur de charge. Un aéronef dont la vitesse de décrochage normale est de 50 milles marins par heure ou nœuds (kt) peut décrocher à 100 kt si on lui impose un facteur de charge de 4 g. S'il était possible de lui imposer un facteur de charge de 9 g, cet aéronef pourrait décrocher à 150 kt. Il découle deux conséquences principales de cette caractéristique : 1) il y a danger de faire involontairement décrocher un aéronef en augmentant le facteur de charge, comme on le fait en virage à grande inclinaison ou en spirale ; 2) on impose un énorme facteur de charge à un aéronef lorsqu'on le fait intentionnellement décrocher au-dessus de sa vitesse de manœuvre. Cela peut se faire au cours d'une remontée brutale ou par toute autre manœuvre produisant un facteur de charge supérieur à 1 g, et on s'expose ainsi à une soudaine et dangereuse perte de contrôle.

Un braquage brusque ou excessif des gouvernes peut imposer de violentes contraintes à la structure de l'aéronef, et les facteurs de charge qui en résultent sont directement proportionnels à la vitesse de ce dernier. Ce type de surcharge peut se produire au cours de l'exécution de certaines manœuvres ou au cours d'un vol en atmosphère turbulente. C'est pourquoi on stipule pour chaque type d'aéronef une vitesse de manœuvre nominale qui se définit comme : « la vitesse maximale à laquelle on peut braquer complètement les gouvernes d'un aéronef sans en endommager la structure ». Cette vitesse limite est spécifiée dans le manuel de vol de chaque aéronef.

Puisque la sensibilité des commandes varie d'un aéronef à un autre, la force qu'il faut exercer sur les commandes ne peut être considérée comme une indication valable des facteurs de charge engendrés par les diverses évolutions d'un aéronef donné. Certains instruments permettent de mesurer les facteurs de charge, mais comme la plupart des aéronefs d'entraînement classiques ne sont pas équipés de tels instruments, il est important de développer une aptitude à estimer les facteurs de charge d'après les effets qu'ils produisent sur le corps humain.

Turbulence

Les aéronefs sont conçus pour supporter des *charges de rafale* d'une intensité considérable. La charge de rafale représente la charge imposée à un aéronef, particulièrement aux ailes, lorsque l'aéronef vole dans des courants aériens verticaux ou horizontaux, mieux connus sous le nom de « turbulence ». Par définition, le facteur de charge de rafale est une accélération imposée à l'aéronef qui traverse une rafale. Le facteur de charge de rafale augmente en proportion de la vitesse, si bien que, par turbulence modérée ou violente, comme on peut en rencontrer près des orages ou dans les conditions météorologiques associées à un front, il est recommandé de réduire la vitesse à la vitesse de manœuvre spécifiée dans le manuel d'exploitation de chaque aéronef. C'est la vitesse où l'on réduit au maximum le risque d'endommager la structure de l'aéronef tout en laissant une marge de sécurité suffisante au-dessus de la vitesse normale de décrochage pour pouvoir intervenir énergiquement sur les commandes au besoin. La « vitesse maximale en piqué » ou la « vitesse à ne jamais dépasser » sont déterminées, pour chaque type d'aéronef, pour des conditions de vol en atmosphère calme seulement. Les manœuvres brusques ou les piqués à grande vitesse, en atmosphère turbulente, et à des vitesses supérieures à la vitesse de manœuvre, peuvent engendrer des contraintes suffisamment fortes pour endommager toute la structure d'un aéronef.

Endommagement de la structure

Nombreuses sont les personnes qui font l'erreur de croire qu'il ne faut se préoccuper du facteur de charge que sur le plan de ses effets immédiats sur les composants de l'aéronef. L'effet cumulatif des excès de facteur de charge peut, au cours d'une période prolongée, compromettre l'intégrité de composants essentiels et les affaiblir au point d'entraîner subséquemment une rupture de la structure au moment où l'on utilise normalement l'aéronef.

CHAPITRE DEUX

Masse et centrage

Centre de gravité

Il incombe au pilote commandant de bord de charger l'aéronef conformément aux renseignements de masse et de centrage fournis par le constructeur. Ces renseignements limitent la charge maximale qui peut être transportée. Ils limitent aussi le placement de la charge à l'intérieur de l'aéronef. Pour respecter ces limites, le pilote commandant de bord doit s'assurer que la masse est inférieure à la masse brute de l'aéronef et que le centre de gravité se situe dans la plage prescrite.

Pour simplifier les problèmes de chargement, la plupart des constructeurs d'aéronefs légers fournissent des graphiques précalculés, des tableaux ou des exemples de chargement pour un aéronef donné qui suffisent aux besoins du pilote privé moyen. Cependant, les pilotes doivent posséder une connaissance pratique des principes de base de ces calculs.

Le centre de gravité de chaque aéronef est calculé à l'usine et inscrit dans un devis de masse et de centrage. La méthode utilisée pour calculer le centre de gravité d'un aéronef à vide sert également à calculer le déplacement du centre de gravité causé par le chargement du carburant, la présence du pilote, des passagers, des bagages, etc.

Il importe, pour obtenir la meilleure réaction aux commandes et une stabilité optimale, que le centre de gravité d'un aéronef soit maintenu dans les limites permises. Vous risquez de compromettre sérieusement la manœuvrabilité de votre aéronef si vous répartissez mal le chargement. Si vous vous conformez soigneusement aux limites de masse et de centrage qui figurent dans le manuel de vol de l'aéronef, vous aurez un aéronef stable et obtiendrez des réactions prévisibles aux commandes. Si vous laissez le centre de gravité se déplacer au-delà des limites de centrage avant, l'aéronef va moins bien réagir au braquage vers le haut de la gouverne de profondeur et il sera très difficile à compenser.

Toutefois, pour la moyenne des aéronefs légers, il y a beaucoup plus de risques de dépasser les limites du centrage *arrière*. Charger inconsidérément l'arrière peut donner lieu à des problèmes de pilotage et de centrage très dangereux, même si le poids maximal autorisé n'est pas dépassé. Par exemple, si, pour rester dans les limites de poids maximal autorisé au décollage, on réduit la quantité de carburant d'un aéronef quadriplace, que deux personnes relativement légères occupent les places avant, que deux personnes très lourdes occupent les places arrière et que la soute à bagages arrière est chargée au poids maximal autorisé, cet aéronef pourrait présenter un centrage arrière excessif au point où le pilote éprouverait des problèmes de pilotage dès le décollage. Alors, les caractéristiques normales de décrochage de l'aéronef pourraient changer considérablement. Si on laissait un aéronef au centrage arrière excessif entrer en vrille, il est fort possible qu'il lui serait très difficile, sinon impossible, d'en sortir.

Charge utile

La *charge utile* pouvant être transportée par un aéronef présente un intérêt primordial pour le pilote commandant de bord. Dans un aéronef léger, la charge utile comprend l'équipage, les passagers, les bagages, le carburant utilisable, l'huile ainsi que d'autres éléments amovibles. On peut la calculer en soustrayant le poids à vide du poids maximal autorisé. Ces poids se définissent généralement comme suit :

1. **Poids à vide.** Le poids de l'aéronef de base, y compris ses équipements fixes ainsi que le carburant et l'huile inutilisables.

2. **Poids de base (à vide).** Le poids de l'aéronef de base, y compris ses équipements fixes ainsi que le carburant inutilisable et plein liquides d'opération, y compris l'huile.
3. **Poids maximal autorisé.** Le poids maximal autorisé au décollage, spécifié dans le certificat de navigabilité de l'aéronef.

Passagers. Bien que les lignes aériennes utilisent des poids-passagers moyens pour les calculs de masse et de centrage, il faut se servir du poids réel des passagers pour les aéronefs dont le nombre de places est limité. Un aéronef léger peut facilement être surchargé si l'on a recours à des estimations ou à des moyennes, surtout si les passagers portent des vêtements d'hiver. En cas de doute, informez-vous du poids des passagers et rajustez les calculs en conséquence.

Masse et centrage

Le poids maximal autorisé ne doit jamais être dépassé. Si vous transportez plus de carburant pour couvrir une plus grande distance, il faut dans bien des cas compenser en réduisant le nombre de passagers ou de bagages, la quantité de marchandises ou agir de quelque façon sur d'autres éléments afin de ne pas dépasser le poids maximal autorisé.

Le pilote commandant de bord doit connaître tous les renseignements relatifs au chargement de l'aéronef à piloter; il doit être en mesure de déterminer le chargement autorisé et savoir le répartir correctement. Des données à jour de masse et de centrage doivent faire partie des documents de bord de l'aéronef et, si ce dernier n'est pas chargé conformément à ces données, il ne peut être considéré comme étant en état de navigabilité. De plus, l'aéronef peut être muni d'une affichette mentionnant la charge en exploitation, comme la place à occuper lors d'un vol en solo ou le réservoir de carburant à utiliser en premier. Il faut respecter scrupuleusement les renseignements figurant sur ces affichettes.

Les limites de masse et de centrage sont imposées principalement pour les raisons suivantes:

1. l'effet de la répartition des masses (et le centrage qui en résulte) sur les caractéristiques de vol de l'aéronef, particulièrement en sortie de décrochage et de vrille, sur le vol lent et sur la stabilité;
2. l'effet du poids sur les structures primaires et secondaires de l'aéronef;
3. l'effet du poids sur les performances au décollage et à l'atterrissage.

Calcul de la masse et du centrage

On calcule la masse et le centrage pour chaque vol en utilisant les renseignements du devis de masse et de centrage de l'aéronef, ainsi que les poids et la répartition dans l'aéronef de chaque passager ou de chaque élément de chargement prévu pour le vol, ou les deux. Les éléments d'information d'un devis de masse et de centrage sont:

1. le poids à vide, exprimé en lb (kg);
2. la référence de centrage. Il s'agit du point de référence à partir duquel sont faits tous les calculs de masse et de centrage. Elle peut se trouver n'importe où sur l'aéronef, de préférence quelque part en avant du centre de gravité. Elle peut même se trouver en un point à l'extérieur de l'aéronef, à plusieurs pi (m) devant le nez de ce dernier. Pour éviter le calcul de valeurs négatives, la référence de centrage d'un aéronef est située la plupart du temps de manière que toute la charge utile se trouve derrière la référence;
3. le centre de gravité (à vide), exprimé en po (cm) par rapport à la référence de centrage;
4. le bras de levier. La distance en po (cm) entre la référence de centrage et le centre de gravité de l'aéronef ou celui d'un élément de chargement.

En ce qui a trait au chargement prévu, le pilote commandant de bord doit connaître:

1. le poids en lb (kg) de chaque passager ou élément, ou des deux;
2. l'emplacement de chaque passager ou élément, ou des deux, dans l'aéronef.

Les facteurs de masse et de centrage peuvent être calculés de la façon suivante:

1. on trouve le moment de centrage de l'aéronef à vide en multipliant le poids à vide par le bras de levier de l'aéronef;
2. on trouve le moment de centrage de chaque élément de chargement en multipliant son poids par son bras de levier respectif;
3. on trouve le nouveau centre de gravité en divisant le moment de centrage total par le poids total de l'aéronef.

Exemples de calculs. Le calcul de la masse et du centrage pour un aéronef léger type, dont le centre de gravité se trouve 30 po (76 cm) derrière la référence de centrage lorsqu'il est vide, pourrait se présenter comme suit si l'on utilise les éléments et les facteurs précédents:

	Poids (en kg)	Bras de levier (en m)	Moment de centrage (en kg/m)
Aéronef à vide	453,6	0,762	345,6
Pilote	77,1	0,508	39,0
Passager	86,2	0,508	43,6
Carburant	22,7	0,762	17,3
Huile	4,5	0,508	2,3
	644,1		447,8

	Poids (en lb)	Bras de levier (en po)	Moment de centrage (en lb/po)
Aéronef à vide	1000	30	30 000
Pilote	170	20	3400
Passager	190	20	3800
Carburant	50	30	1500
Huile	10	20	200
	1420		38 900

Le nouveau centre de gravité est 27,4 po (70 cm) à l'arrière de la référence de centrage (38 900 [447,8 kg-m] divisé par 1420 [644,1 kg]).

Le pilote commandant de bord doit maintenant consulter les documents de bord à jour de l'aéronef et vérifier que le poids en charge de 1420 lb (644,1 kg) et que le centre de gravité en charge de 27,4 po (70 cm) situé derrière la référence se trouvent tous deux dans les limites prescrites. Si ce n'est pas le cas, l'aéronef ne doit pas prendre l'air avant que les modifications nécessaires aient été apportées.

L'exemple suivant s'applique au calcul de la masse et du centrage d'un aéronef plus complexe :

	Poids (en lb)	Bras de levier (en po)	Moment de centrage (en lb/po)
Aéronef à vide	1552	37	57 424
Pilote et passager (185 lb chacun)	370	36	13 320
Un passager en place arrière	140	70	9 800
Bagages	120	95	11 400
Carburant 55 gal US à 6 lb/gal	330	48	15 840
Huile 2 gal US à 7,5 lb/gal	15	-15	-225
	2527		107 559

	Poids (en kg)	Bras de levier (en m)	Moment de centrage (en kg/m)
Aéronef à vide	704,0	0,940	661,8
Pilote et passager (84 kg chacun)	168,0	0,914	153,5
Un passager en place arrière	63,6	1,778	113,0
Bagages	54,5	2,413	131,5
Carburant 208 litres à 0,72 kg/litre	150,0	1,219	183,0
Huile 7,6 litres à 0,95 kg/litre	7,2	-0,381	-2,7
	1147,3		1240,1

Dans ce cas, le centre de gravité en charge (le moment en charge divisé par le poids de la charge) est à 42,5 po (1,08 m) derrière le point de référence. L'exemple ci-dessus utilise une référence de centrage quelque part derrière le nez de l'aéronef pour faire ressortir une valeur négative ; dans cet aéronef, le réservoir d'huile se trouve devant la référence de centrage et il doit, par conséquent, figurer comme une valeur négative sur le bilan total de centrage.

Le pilote commandant de bord de cet aéronef doit maintenant consulter les documents de bord à jour de l'aéronef et vérifier que le poids en charge de 2527 lb (1147,3 kg) et le centre de gravité en charge de 42,5 po (1,08 m) se trouvent tous deux dans les limites prescrites. Si ce n'est pas le cas, l'aéronef ne devrait pas être jugé apte au vol jusqu'à ce que les modifications nécessaires aient été apportées.

CHAPITRE TROIS

Utilisation du moteur

Un moteur type de quatre cylindres d'un aéronef monomoteur a plus de 250 pièces mobiles et 70 pièces fixes. La défaillance d'une pièce donnée peut donner lieu à une perte de puissance totale ou telle qu'un atterrissage immédiat s'impose. Néanmoins, grâce aux mises à l'essai obligatoires subies par le matériel et les pièces, on réalise un excellent contrôle de la qualité qui fait du moteur d'aéronef un des ensembles mécaniques les plus dignes de confiance à l'heure actuelle. Ce haut degré de fiabilité dépend dans une large mesure de l'utilisation que fait du moteur le pilote commandant de bord. Outre sa conduite en vol, l'utilisation du moteur comprend l'emploi d'huiles et de carburants recommandés, les inspections avant le vol et une connaissance de base du fonctionnement du moteur et de ses accessoires. Puisqu'il équipe la plupart des aéronefs d'entraînement aujourd'hui, le moteur sur lequel nous nous pencherons est le moteur refroidi par air, pourvu de cylindres horizontaux opposés et non suralimenté. L'hélice est à pas fixe et elle peut être faite de bois, d'un matériau composite ou de métal.

Inspection

Avant chaque vol, il faut consulter les livrets de bord pertinents pour vérifier les heures de fonctionnement, la nature des inspections, des réparations ou des modifications effectuées ainsi que la suite donnée aux anomalies signalées, et s'assurer que l'aéronef a bien été jugé en état de navigabilité et certifié tel par la signature de la personne habilitée à le faire.

N'inspectez jamais un moteur d'avion ni une hélice avant de vous être assuré que l'allumage (magnétos) est coupé («OFF»). Même dans ce cas, il faut toujours manœuvrer l'hélice comme si le contact était établi parce qu'un fil de mise à la masse de l'allumage peut être brisé ou s'être détaché, et le moteur pourrait démarrer alors qu'on ne s'y attend pas si l'hélice est tournée. Il y a peu de choses qu'un pilote puisse faire quant à l'inspection mécanique du moteur avant le vol, mais le peu qui peut être fait est très important. Il est possible de vérifier si le niveau de l'huile est suffisant et si le filtre à air du carburateur n'est pas obstrué. Prélevez un petit échantillon de carburant du filtre à carburant dans un contenant en verre approprié pour vérifier qu'il ne contient ni eau ni dépôt. Vérifiez s'il y a des fuites d'huile et de carburant. Vérifiez à la main les composants du moteur pour vous assurer que ces composants et les fils ne sont pas desserrés. Vérifiez si l'hélice et sa casserole sont exemptes d'entailles et si elles sont bien fixées. En cas de doute au sujet d'un dommage à toute partie de l'aéronef, consultez votre instructeur de pilotage ou un technicien d'entretien d'aéronef.

Avant de faire démarrer un moteur, on peut faire plusieurs vérifications pour s'assurer de son bon fonctionnement:

1. Quantité de carburant. Vérifier la quantité en inspectant visuellement les réservoirs.
2. Mises à l'air libre des réservoirs de carburant. Elles doivent être ouvertes et exemptes de tout corps étranger pour assurer que le carburant circule aux débits recommandés.
3. Bouchons de carburant. Vérifier que tous ces bouchons sont bien serrés; dans la plupart des cas, si un bouchon se desserre en vol, le réservoir va se vider rapidement par le col de remplissage sous l'effet de siphon causé par l'écoulement aérodynamique.
4. Hélice. Vérifier si l'hélice porte des entailles ou présente tout autre dommage risquant de causer un déséquilibre et des vibrations indésirables, et souvent dangereuses, du moteur.

5. Huile moteur. Ne jamais ajouter d'huile détergente dans un moteur qui n'en utilise pas comme lubrifiant normal, sauf en cas d'urgence.
6. Huile froide. L'huile qui est employée dans le moteur d'un aéronef a une viscosité supérieure à celle qui est employée dans la plupart des autres moteurs et elle devient très épaisse à froid. Afin de vaincre la résistance créée par l'huile froide qui se trouve entre le piston et la paroi du cylindre, faire tourner l'hélice plusieurs tours à la main en prenant soin de couper l'interrupteur d'allumage et la commande de mélange. Le démarrage sera plus facile, et la charge imposée au démarreur et à la batterie sera réduite. Ne pas oublier de manipuler l'hélice comme si le contact était établi.
7. Ravitaillement à partir de fûts. Ravitailler un aéronef à partir de fûts n'est pas recommandé s'il existe des installations de ravitaillement appropriées, parce qu'on trouve souvent de la condensation et des écailles de rouille dans ces fûts. Comme la plupart des corps étrangers se déposent au fond du fût, on doit s'assurer que le tube d'aspiration de la pompe utilisée se trouve à au moins 1 po (2,5 cm) du fond du fût. On devrait utiliser une peau de chamois, puisqu'elle retient non seulement les solides, mais également l'eau. Lorsqu'on se ravitaille à partir de fûts, il est essentiel que le fût, la pompe, le tuyau, la buse et l'aéronef soient reliés par un contact électrique efficace et convenablement mis à la terre dans la séquence suivante: relier le fût au sol (anneau d'ancrage), relier le fût à la pompe, relier la pompe à l'aéronef, relier la buse à l'aéronef, puis ouvrir le bouchon de carburant de l'aéronef. Une fois le plein terminé, inverser la séquence précédente. Pour de plus amples renseignements sur la manipulation du carburant aviation, on doit consulter la section AIR de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada.
8. Carburant. S'assurer que le carburant a un indice d'octane qui convient au moteur. Ne jamais employer un carburant d'indice inférieur; en cas d'urgence, utiliser l'indice d'octane supérieur. L'indice d'octane d'un carburant est révélé par sa couleur.

Démarrage

Le moteur doit être mis en marche (et utilisé) comme le précise le manuel de vol de l'aéronef ou comme le spécifie un exploitant particulier pour répondre à des situations inhabituelles, comme des températures ou des altitudes extrêmes.

Une fois le démarrage effectué, adoptez le régime recommandé dans le manuel de vol de l'aéronef pour le réchauffage du moteur. Un régime trop faible se traduit par une distribution insuffisante de l'huile figée dans le moteur; un régime trop élevé peut causer une usure excessive des pièces qui ont besoin d'un échauffement progressif pour se dilater et fonctionner selon les tolérances prévues. Si, après le démarrage, l'indication de la pression d'huile n'est pas celle qui est spécifiée dans le manuel de vol de l'aéronef, arrêtez le moteur.

Pour vous assurer qu'il n'y a pas d'obstruction entre les réservoirs de carburant et le moteur, vous voudrez sans doute faire tourner le moteur au sol pendant un certain temps sur chacun des réservoirs. N'oubliez pas alors de régler le sélecteur de carburant à la bonne position avant le point fixe et le décollage.

Évitez de faire démarrer et tourner un moteur à un endroit où l'hélice risque d'aspirer de petits cailloux et de les projeter vers l'arrière en risquant d'endommager l'aéronef ou ce qui pourrait se trouver à l'arrière.

Enrichisseurs de moteur d'aéronef

Bon nombre d'aéronefs légers sont équipés d'un composant de circuit carburant qui est une petite pompe à main appelée pompe d'amorçage. Elle se trouve habituellement sur le tableau de bord. La pompe d'amorçage aspire du carburant filtré du circuit carburant et l'injecte sous la forme d'un fin brouillard directement dans les collecteurs d'admission du moteur. Ce dispositif est particulièrement utile pour les démarrages par temps froid, alors que le carburant est difficile à vaporiser.

Voici quelques points à observer lorsqu'on utilise une pompe d'amorçage:

1. La pompe d'amorçage ne doit être utilisée que selon les recommandations spécifiées dans le manuel de vol de l'aéronef.
2. Un enrichissement excessif risque de causer un feu au moteur pendant le démarrage.
3. La plupart des pompes d'amorçage sont pourvues d'un verrou; après avoir enfoncé le bouton à fond, on doit le tourner à gauche ou à droite jusqu'à ce que la goupille dépasse le cran et qu'il ne soit plus possible de tirer le bouton. Si l'on ne verrouille pas la pompe d'amorçage, le moteur pourrait aspirer du carburant par cette dernière, et le mélange air-carburant enrichi peut faire boiter le moteur ou le faire tomber en panne.

Réchauffage

Le réchauffage du moteur comprend deux phases: la première a lieu avant la circulation au sol pour s'assurer que les instruments moteur commencent à donner

des indications dans les limites d'utilisation avant qu'on augmente la puissance pour commencer à circuler. Ce réchauffage est important lorsqu'il faut plus de puissance pour faire circuler l'aéronef sur la neige ou le sol meuble.

La deuxième phase de réchauffage, avant le décollage, permet de vérifier si les températures et les pressions du moteur se situent dans les limites prescrites. À ce moment, on peut augmenter le régime pour accélérer la montée en température. Le réchauffage du moteur devrait se faire alors que l'aéronef se trouve face au vent ou le plus possible dans cette position. Comme le moteur d'un aéronef est muni d'un capotage très enveloppant pour un refroidissement plus efficace en vol, prenez des mesures pour éviter qu'il surchauffe au sol.

Point fixe

S'il faut changer de réservoir de carburant avant le décollage, faites-le avant le point fixe. S'il devait y avoir des problèmes d'alimentation en carburant à la suite du changement de réservoir, il vaut mieux que cela se produise au cours du point fixe et non au décollage.

Vérification du réchauffage du carburateur

Réglez le régime moteur comme le recommande le manuel de vol de l'aéronef; si aucun régime n'est recommandé, affichez celui qui est recommandé pour la vérification des magnétos, puis:

1. placez la commande de réchauffage du carburateur à froid («FULL COLD») et notez le régime du moteur;
2. placez la commande de réchauffage du carburateur à chaud («FULL HOT») et notez la baisse de régime; laissez le régime se stabiliser à cette position;
3. placez de nouveau la commande à froid («COLD») et notez l'augmentation de régime pour confirmer que le système et ses commandes fonctionnent sur toute leur plage d'utilisation. Si, en revenant à la position froid («COLD»), le régime est plus élevé que le régime initial, il y a alors du givre dans le carburateur, et il faudra prendre les mesures qui s'imposent.

Le filtre à air du moteur est habituellement contourné lorsqu'on place la commande de réchauffage du carburateur à chaud («HOT»). À moins de prescription contraire du manuel de vol de l'aéronef, il faut placer la commande à froid («COLD») lorsqu'on circule au sol ou pendant une utilisation prolongée du moteur au sol. On évitera ainsi que des particules de corps étrangers, comme du sable, ne pénètrent dans le carburateur et le moteur.

L'utilisation du réchauffage du carburateur va se traduire par une diminution du régime. Si le régime ne diminue pas, il y a sans doute une défectuosité. Si vous croyez qu'une perte de puissance en vol est causée par l'obstruction du filtre à air par la neige ou le givre, placez le réchauffage du carburateur à chaud («FULL HOT») pour que l'admission d'air se fasse d'une autre façon. Le réchauffage du carburateur devrait être utilisé chaque fois qu'on conclut que la perte de puissance est causée par le givre ou qu'on soupçonne que c'est le cas. Selon les conditions météorologiques, beaucoup de pilotes vérifient périodiquement le givrage du carburateur toutes les 10 ou 15 minutes. Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire cette vérification plus souvent ou même de voler, alors que la commande de réchauffage du carburateur est placée à chaud («FULL HOT»).

Essai des magnétos

La sécurité est la principale raison d'être du double allumage des moteurs d'aéronef, et c'est par souci de sécurité qu'on procède à l'essai des magnétos. Les deux magnétos fonctionnent simultanément lorsque le sélecteur de magnétos est réglé sur «BOTH». Lorsque le sélecteur de magnétos est réglé sur «LEFT» ou sur «RIGHT», le moteur ne fonctionne qu'à partir d'une magnéto. En choisissant l'une ou l'autre, vous pouvez vérifier le bon fonctionnement de chacune. Il faut effectuer le premier essai à bas régime (ralenti ou légèrement au-dessus) avant de quitter la ligne de vol pour s'assurer que les deux magnétos fonctionnent bien. Ensuite, vérifiez les magnétos pendant le point fixe, comme le recommande le manuel de vol de l'aéronef. Normalement, il s'agit de vérifier que chaque magnéto fonctionne régulièrement et de vérifier l'importance de la chute de régime pour voir si la différence de régimes entre les magnétos ne dépasse pas les limites prescrites dans le manuel de vol de l'aéronef.

Les circuits d'allumage fonctionnent correctement jusqu'au point de pression maximale de la fin de la course de compression des pistons du moteur. Ce point de haute pression se situe dans la plage des régimes élevés, mais il peut se situer bien au-dessous du régime maximal. Lorsqu'un circuit d'allumage fonctionne de façon satisfaisante à la pression maximale, son bon fonctionnement est assuré aux pressions inférieures. Par conséquent, la vérification peut ne pas être probante si elle est effectuée à un régime différent de celui qui est préconisé dans le manuel de vol de l'aéronef.

Essai à plein régime

Le point fixe de la plupart des aéronefs légers ne comprend plus l'essai à plein régime, mais, à moins de

faire cet essai, rien dans la vérification normale ne peut garantir que l'on pourra effectivement disposer de la pleine puissance. Normalement, cet essai se fait au moment de la course au décollage, mais, si la surface le permet, effectuez un essai à plein régime avant de laisser rouler l'aéronef pour un décollage sur terrain court.

Montée

La plupart des aéronefs légers montent à pleine puissance et à une vitesse relativement faible par rapport à la vitesse de croisière. Puisque le moteur dépend de l'écoulement de l'air extérieur pour se refroidir, moins grande est la vitesse et moins efficace sera le refroidissement. La vitesse normale de montée spécifiée pour chaque aéronef tient compte, entre autres choses, de la nécessité d'un bon refroidissement.

Toutefois, deux autres vitesses de montée sont généralement spécifiées pour chaque aéronef:

1. la vitesse d'angle de montée optimal;
2. la vitesse de taux de montée optimal.

Puisque ces deux vitesses sont souvent inférieures à la vitesse normale de montée, ce qui entraîne des températures moteur plus importantes, il ne faut y recourir que pendant la période nécessaire et revenir à la vitesse normale de montée le plus tôt possible.

Dans le cas des moteurs conçus pour monter à pleine puissance jusqu'à l'altitude de croisière, il n'y a aucun avantage à réduire la puissance en montée dans l'espoir de ménager le moteur, à condition de respecter strictement la vitesse de montée spécifiée. Une des principales raisons du maintien de la vitesse de montée recommandée a trait au refroidissement suffisant du moteur, dont nous avons déjà parlé. Une autre raison tient au fait qu'avec une hélice à pas fixe et une vitesse supérieure à la normale, le régime du moteur risque de dépasser les limites fixées pour l'utilisation à plein régime.

Sauf indication contraire, la procédure à suivre pour les aéronefs équipés d'une commande de mélange consiste à décoller et à monter, la commande de mélange étant réglée sur plein riche. Dans certaines limites, un moteur d'aéronef se refroidit mieux si le mélange air-carburant est riche et, puisqu'une puissance supérieure à la puissance de croisière normale produit plus de chaleur indésirable, un mélange riche contribue grandement au bon fonctionnement du moteur.

Puissance de croisière

La plupart du temps, l'aéronef léger moyen vole dans les limites du régime de croisière normal. Pour déterminer le régime de croisière du moteur de l'aéronef, le constructeur s'efforce de faire le meilleur choix en tenant compte de la fiabilité, des performances, de l'économie d'utilisation et de la longévité du moteur. Parmi ces facteurs, c'est la fiabilité du moteur qui compte le plus. Il va donc sans dire qu'en maintenant pendant une période prolongée un régime supérieur à celui qui est recommandé pour le vol de croisière normal, on risque de porter atteinte à un des éléments les plus importants de la sécurité du vol: la fiabilité du moteur.

Généralités

Lorsqu'on descend à faible régime ou au régime de ralenti, comme lors d'une descente planée, un moteur va se refroidir rapidement, même par temps relativement chaud. Une brusque augmentation de régime, par exemple lors d'une remise des gaz, peut endommager un moteur froid ou causer une panne momentanée, ou les deux. C'est pourquoi il est bon de remettre les gaz de temps en temps au cours d'une descente prolongée pour conserver les températures de fonctionnement du moteur.

Augmentez ou diminuez la puissance en agissant fermement mais sans brutalité sur la manette des gaz: vous éviterez ainsi les retours de flamme et le risque d'une brusque perte de puissance à un moment crucial.

Utilisé normalement, un moteur va se refroidir suffisamment au cours de l'approche, de l'atterrissage et de la circulation au sol pour qu'on puisse le couper sans avoir à le laisser tourner au ralenti. Toutefois, si l'on a utilisé un régime trop élevé pendant la circulation au sol, laissez tourner le moteur deux ou trois minutes à un régime légèrement supérieur au ralenti avant de le couper.

Avant l'arrêt du moteur, alors que ce dernier tourne au ralenti, coupez momentanément les magnétos pour voir si le moteur va s'arrêter. S'il continue à tourner, une magnéto est toujours sous tension. Cette situation est très dangereuse, puisque le moteur risque de redémarrer si quelqu'un fait tourner l'hélice à la main après l'arrêt du moteur. Signalez immédiatement cette situation à l'exploitant ou à un technicien d'entretien d'aéronef.

CHAPITRE QUATRE

Documents de l'aéronef

Le permis d'élève-pilote indique que, sous réserve de certaines conditions, le titulaire du permis peut, aux fins de sa formation en vol et sous surveillance, agir comme pilote commandant de bord de tout aéronef qui ne transporte pas de passagers. Pilote commandant de bord désigne la personne chargée d'effectuer un vol en toute sécurité. Le pilote commandant de bord de tout aéronef doit connaître toute la réglementation ainsi que les exigences administratives relatives au vol et s'y conformer et, en particulier, connaître les conditions dans lesquelles l'aéronef doit être piloté. À de nombreux égards, ces conditions sont régies par les documents qui doivent être à bord de l'aéronef durant le vol.

Documents à emporter à bord de l'aéronef

1. Permis d'élève-pilote, permis de pilote ou licence de pilote et certificat médical.
2. Certificat restreint de radiotéléphoniste (aéronautique).
3. Licence d'utilisation d'équipement radio de l'aéronef.
4. Certificat de navigabilité ou permis de vol.
5. Certificat d'immatriculation.
6. Carnet de route de l'aéronef.
7. Copie d'assurance-responsabilité (aéronef à immatriculation privée).
8. Manuel de vol de l'aéronef (dans la plupart des cas).

Les règlements précisent que les membres d'équipage doivent produire ces documents à la demande de fonctionnaires désignés de Transports Canada, d'agents de la paix ou de fonctionnaires des Douanes ou de l'Immigration.

Renseignements sur les documents

Il incombe au pilote commandant de bord de s'assurer que tous les documents exigés pour l'aéronef et son équipage soient à bord et qu'ils soient valables pour le vol envisagé.

Permis d'élève-pilote. Dès réception d'une évaluation médicale satisfaisante, Transports Canada délivrera un certificat médical ou une lettre d'évaluation médicale avant que le permis d'élève-pilote puisse être validé. Le permis d'élève-pilote est normalement délivré et validé par une «personne autorisée», déléguée par Transports Canada pour remplir certaines fonctions en matière de délivrance des licences. Le pilote doit l'avoir en sa possession pour le vol en solo.

Un permis d'élève-pilote expiré peut être renouvelé si son titulaire satisfait à toutes les exigences prévues pour la délivrance initiale, telles qu'elles sont précisées dans la partie IV du *Règlement de l'aviation canadien*.

Permis ou licence de pilote. Les pilotes doivent, pendant le vol, avoir un permis ou une licence valide, y compris le permis d'élève-pilote, convenant à leurs fonctions. Le permis ou la licence n'est valide que pour la période indiquée sur le certificat médical qui doit l'accompagner.

Le règlement exige que les membres d'équipage soumettent leurs permis, licence et certificat médical aux fins d'inspection à la suite de la demande faite par le ministre, un agent de la paix ou un agent d'immigration.

Le verso du certificat médical, du permis de pilote et de la licence de pilote comporte des éléments importants à respecter.

Certificat restreint de radiotéléphoniste (aéronautique). Toute personne qui utilise de l'équipement radio à bord d'un aéronef immatriculé au Canada doit

être titulaire et avoir en sa possession ce certificat délivré par Industrie Canada.

Licence d'utilisation de l'équipement radio à bord de l'aéronef. Tout équipement radio utilisé dans un aéronef civil immatriculé au Canada nécessite une licence d'équipement radio valide délivrée par Industrie Canada. Il faut vérifier la licence pour s'assurer qu'elle comporte le bon indicatif d'appel, et ce document doit se trouver à bord de l'aéronef. Il faut renouveler cette licence avant la date d'expiration imprimée au verso du document.

Certificat de navigabilité. La délivrance d'un certificat de navigabilité signifie que Transports Canada est d'avis que l'aéronef identifié sur le certificat est conforme aux normes de conception reconnues par Transports Canada et est jugé apte au vol et sécuritaire à la date de délivrance du certificat. Un certificat de navigabilité rend l'aéronef apte au vol dans n'importe quel pays membre de l'OACI. Pour qu'il demeure en vigueur, l'aéronef doit demeurer sécuritaire et apte au vol à tous les égards pour le vol prévu, et certaines conditions doivent être respectées :

1. Le poids de l'aéronef et de son chargement ne doit pas dépasser le poids maximal autorisé qui est spécifié.
2. Le chargement doit être convenablement réparti.
3. Le matériel et toute marchandise transportés doivent être arrimés pour éviter qu'ils ne se déplacent en vol et ils doivent être placés de façon à ne pas gêner l'évacuation des passagers en cas d'urgence.
4. Le matériel de secours nécessaire à bord doit être en bon état.
5. Pour que l'aéronef soit sécuritaire et apte au vol pour le vol prévu, il incombe aux propriétaires et aux exploitants d'aéronef de se conformer à toutes les consignes de navigabilité (CN) propres à leur aéronef. Les CN sont des avis publiés par Transports Canada sur des défectuosités menaçant la sécurité qui doivent être corrigées immédiatement, dans une période de temps précise ou dans les limites d'un certain nombre d'heures de vol.

   Toutes les inspections relatives à l'entretien de l'aéronef doivent avoir été faites. Ces inspections peuvent varier selon le type d'aéronef, son exploitation ou le programme de maintenance suivi.
6. À la suite de l'entretien d'un aéronef, le certificat de navigabilité ou le permis de vol de cet aéronef n'est pas en vigueur tant qu'une certification technique n'a pas été inscrite dans le carnet de route de l'aéronef et d'autres dossiers d'entretien et signée en fonction des travaux effectués. La certification technique indique que la maintenance a été exécutée conformément aux normes de navigabilité pertinentes.
7. Le certificat de navigabilité indique en vertu de quelle catégorie l'aéronef peut être exploité. La plupart sont exploités dans la catégorie normale. Lorsqu'on vérifie un certificat de navigabilité plus ancien, on peut trouver le terme anglais « standard ». Les termes anglais « standard » et « normal » sont équivalents. Le certificat de navigabilité doit se trouver à bord de l'aéronef pendant le vol, et le pilote doit s'assurer qu'il est valide et qu'il est bien celui qui a été délivré pour l'aéronef.

Un certificat de navigabilité spécial est délivré lorsqu'un aéronef ne satisfait pas à toutes les exigences d'un certificat de navigabilité ordinaire, mais qu'il est jugé sécuritaire et apte au vol le jour de la délivrance du certificat. Il n'est valide que dans le pays dans lequel il a été délivré. Un certificat de navigabilité spécial peut être délivré pour n'importe laquelle des catégories suivantes : provisoire, d'usage restreint, de construction amateur ou limité. Un avion d'épandage agricole serait un exemple d'aéronef pour lequel un certificat de navigabilité spécial aurait été délivré dans la catégorie à usage restreint.

Permis de vol. Un permis de vol peut être délivré à des fins expérimentales ou à d'autres fins à la place d'un certificat de navigabilité.

Un permis de vol expérimental peut être délivré pour tout aéronef, sauf les aéronefs de construction amateur. Ce permis est délivré aux aéronefs construits ou utilisés pour la recherche et le développement de produits aéronautiques ou pour démontrer la conformité aux normes de navigabilité.

Un permis de vol spécial peut être délivré pour un aéronef qui ne satisfait pas aux normes de navigabilité pertinentes, mais qui est en mesure de voler en toute sécurité. Il constitue une autorisation de vol dans les cas où un certificat de navigabilité n'est pas valide ou lorsqu'il n'y a aucun autre certificat ou permis en vigueur. Un permis de vol spécial peut être délivré pour :

1. des vols de convoyage vers une base pour réparations ou maintenance ;
2. des vols d'importation ou d'exportation ;
3. des vols de démonstration, d'étude de marché ou d'entraînement d'équipage ;
4. des essais suivant une réparation, une modification ou de la maintenance ;
5. d'autres fins, telles qu'elles sont déterminées par le ministre des Transports.

Un permis de vol spécial peut être affecté de restrictions, comme l'interdiction de transporter des passagers ; par conséquent, il faut le vérifier soigneusement avant d'utiliser l'aéronef.

Certificat d'immatriculation. Un certificat d'immatriculation est délivré à tout aéronef au Canada, à part les ailes libres. Sauf pour les ballons, il doit être conservé à bord de l'aéronef pendant le vol. Assurez-vous que le certificat d'immatriculation est bien celui qui est délivré pour l'aéronef. Si un changement de propriétaire est en cours, il peut y avoir des cas où l'aéronef ne peut être utilisé. Les renseignements relatifs à l'immatriculation de l'aéronef se trouvent dans la section Homologation, immatriculation et navigabilité (LRA) de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada.

Carnet de route de l'aéronef. Avant le vol, soyez sûr que le carnet de route est bien celui qui correspond à l'aéronef et vérifiez s'il est à jour. Vérifiez si toutes les inspections de navigabilité ont été faites et si les inscriptions et les certifications pertinentes en matière de navigabilité y figurent. N'oubliez pas que des irrégularités dans la tenue du carnet de route peuvent invalider le certificat de navigabilité. Un examen attentif du carnet de route aidera le pilote à déterminer si l'aéronef peut être piloté légalement et en toute sécurité. Certaines entreprises, dont bon nombre d'écoles de pilotage, ont été autorisées à effectuer des vols spécifiques sans que le carnet de route soit à bord. Les entreprises bénéficiant de cette autorisation ont reçu une lettre de Transports Canada précisant les conditions selon lesquelles la présence à bord du carnet de route n'est pas nécessaire. Il est recommandé qu'une copie de cette lettre se trouve à bord de l'aéronef en cas d'inspection par un fonctionnaire désigné de Transports Canada. En cas de doute sur la nécessité d'avoir un carnet de route à bord, consultez l'exploitant avant d'utiliser l'aéronef.

Les inscriptions dans le carnet de route doivent être faites à l'*encre* par une personne compétente, le plus tôt possible après les événements. Si vous faites une erreur à propos d'une inscription, n'effacez pas l'inscription et ne la modifiez pas. Rayez-la d'un trait simple sur toute la longueur, apposez vos initiales et écrivez la bonne inscription dans l'espace suivant. Personne ne doit déchirer ni enlever une page d'un carnet de route, ni mutiler ni détruire de quelque façon ce carnet.

Tout propriétaire d'aéronef doit normalement conserver un carnet de route pour une période d'au moins un an suivant la date de la dernière inscription dans le carnet. Le propriétaire doit aussi, sur la première page de tout carnet de route utilisé, inscrire les inscriptions du carnet précédent qui sont nécessaires au maintien de l'ordre chronologique.

Lors des inscriptions, il est important de distinguer le *temps de vol du temps dans les airs*. Le temps de vol couvre la période de temps totale entre le moment où l'aéronef commence à se déplacer par ses propres moyens pour décoller et le moment où il s'immobilise à la fin du vol. Le temps dans les airs est la durée écoulée entre le moment où l'aéronef quitte la surface au décollage et celui où il touche la surface à l'atterrissage.

Assurance-responsabilité. Tout aéronef canadien, qu'il porte une immatriculation privée ou commerciale, doit être couvert par une assurance-responsabilité. Les aéronefs à immatriculation privée doivent avoir à bord pendant le vol une preuve de couverture d'assurance.

Manuel de vol de l'aéronef. Le pilote peut avoir besoin pendant le vol des renseignements figurant dans ce manuel. Ce document pourrait ne pas exister pour les aéronefs construits avant que soit exigé un manuel de vol. Dans ce cas, il faut afficher les limites d'exploitation de ces aéronefs bien en vue à bord. Certains aéronefs ne sont jugés navigables que si le manuel de vol de l'aéronef est à bord avec les autres documents. Que cette exigence s'applique ou non, il est fortement recommandé que le manuel de vol publié pour le type et le modèle d'aéronef se trouve à bord en tout temps.

Autres documents

Masse et centrage. Les documents de masse et de centrage de l'aéronef doivent se trouver à bord, surtout si le pilote atterrit ailleurs qu'à sa base d'attache.

Rapport d'information annuel sur la navigabilité. Un rapport d'information annuel personnalisé sur la navigabilité est envoyé à chaque propriétaire d'aéronef immatriculé, habituellement cinq ou six semaines avant l'anniversaire de la date de la dernière délivrance du certificat de navigabilité ou du permis de vol. Le propriétaire de l'aéronef doit remplir ce rapport annuel en inscrivant toutes les données demandées et en certifiant que l'information fournie est exacte.

Procédures d'interception. Toute personne utilisant un aéronef dans l'espace aérien canadien doit comprendre les procédures d'interception et des signaux visuels. Il est recommandé d'avoir à bord une copie de ces procédures et des signaux qui se trouvent dans la partie VI du *Règlement de l'aviation canadien,* dans la section Recherches et sauvetage de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada ou dans le *Supplément de vol Canada.*

La présentation du rapport annuel est obligatoire, que le certificat de navigabilité ou le permis de vol soient renouvelés ou non. Cependant, il ne sert pas à remettre en vigueur un certificat de navigabilité ou un permis de vol expirés ou invalidés.

Une copie du Rapport d'information annuel sur la navigabilité est conservée avec le certificat de navigabilité ou le permis de vol.

Livret technique de l'aéronef. Tout aéronef doit avoir un livret technique dans lequel les antécédents de révision et de maintenance de la cellule, du moteur, de l'hélice, des composants, des installations et des modifications de l'aéronef sont consignés.

Carnet de vol du pilote. Vous devez tenir à jour un carnet de vol d'un modèle reconnu dans lequel les inscriptions sont exactes, lisibles et certifiées. Un carnet de vol est exigé pour attester de l'expérience d'un pilote pour la délivrance de licences ou de qualifications pendant toute la carrière de ce dernier.

CHAPITRE CINQ

Exploitation d'aéroport

Un aérodrome désigne toute zone de terre, tout plan d'eau (y compris la surface gelée de ce dernier) ou toute surface d'appui utilisée, conçue, aménagée, équipée ou réservée en tout ou en partie au décollage, à l'atterrissage, aux mouvements en surface ou à l'entretien courant des aéronefs.

Au Canada, il y a deux catégories d'aérodromes : les aérodromes qui ne sont pas certifiés comme étant des aéroports et les aérodromes certifiés comme étant des aéroports. Les aérodromes certifiés comme étant des aéroports doivent être entretenus et exploités conformément aux normes pertinentes de Transports Canada.

Les aérodromes figurant dans le *Supplément de vol Canada* (CFS) qui ne sont pas certifiés comme étant des aéroports sont des aérodromes enregistrés. Avant de les utiliser, les pilotes doivent obtenir des renseignements à jour sur l'état de l'aérodrome de la part du propriétaire ou de l'exploitant. Dans les cas où l'utilisation d'un aérodrome nécessite l'autorisation préalable du propriétaire ou de l'exploitant, le sigle « PPR » apparaît dans le *Supplément de vol Canada*. Toutefois, en cas d'urgence, n'importe quel aéroport ou aérodrome peut être utilisé.

Avis aux aviateurs (NOTAM) : Rapports sur l'état du terrain

À de nombreux aéroports, le bureau des NOTAM diffuse des NOTAM et des résumés de NOTAM sur les opérations qui peuvent concerner un aéronef en vol au-dessus de certains aéroports ou dans leur voisinage.

Ces NOTAM contiennent également des rapports sur l'état du terrain de divers aéroports, et les pilotes doivent les étudier très attentivement avant d'effectuer un vol local ou un vol de navigation. Habituellement, le bureau des NOTAM de l'aéroport est situé dans la Station d'information de vol (FSS) ou dans son voisinage. La publication d'information de vol de Transports Canada, le *Supplément de vol Canada,* donne des renseignements sur les aérodromes qui diffusent les NOTAM ainsi que le numéro de téléphone de l'exploitant, le cas échéant.

À l'approche d'un aéroport en vue de l'atterrissage, n'hésitez jamais à demander un rapport d'état du terrain à la tour de contrôle (ou à la station d'information de vol) si vous avez le moindre doute à ce sujet, surtout en hiver lorsque des travaux d'entretien sont en cours à l'aéroport.

État de la piste

La neige, la neige mouillée ou de l'eau sur une piste asphaltée peuvent compromettre gravement les performances au décollage. La longueur de l'herbe ou la hauteur des récoltes, le gravier, les irrégularités de surface ou de la boue sur toute zone non aménagée choisie pour le décollage peuvent aussi grandement compromettre les performances de l'aéronef. Les manuels de vol des aéronefs donnent souvent une approximation de l'augmentation de distance à prévoir pour le décollage dans certaines conditions. Selon les variables en cause — comme l'épaisseur de la neige —, la même valeur ne peut être utilisée dans toutes les situations.

Les pilotes doivent veiller particulièrement à évaluer leurs propres capacités et les capacités de leur aéronef lorsqu'ils décident de tenter ou non un décollage dans l'une ou l'autre de ces conditions ou par rapport à une combinaison de celles-ci. Il est recommandé aux pilotes de choisir un point d'interruption le long de la trajectoire de décollage. Si l'aéronef n'a pas pris l'air

une fois rendu à ce point, le pilote doit ramener la manette des gaz et s'arrêter. Il faut choisir le point d'interruption en tenant compte de la distance nécessaire pour s'arrêter si l'on doit le faire et du franchissement des obstacles au bout de la piste, une fois l'aéronef dans les airs. Les pilotes marchent souvent le long de la piste pour en vérifier l'état avant de prendre une décision finale. En cas de doute, ne décollez pas!

Lorsqu'on se pose à un endroit peu connu, il est important d'obtenir au préalable des renseignements sur l'état de la piste ou de l'aire d'atterrissage. Quelques pouces (cm) de neige suffisent à faire basculer ou renverser un aéronef. De la glace ou de l'eau peuvent réduire ou supprimer tout freinage, ce qui serait désastreux si l'aire d'atterrissage est courte. Il est possible qu'on n'ait pu obtenir de renseignements préalables ou que les conditions aient changé en cours de route. À l'arrivée, il est très important que le pilote vérifie l'aire d'atterrissage soigneusement pour déterminer si elle convient. Le pilote doit être prêt à faire un déroutement s'il doute qu'un atterrissage puisse être fait. Cette possibilité doit faire partie de toute planification prévol.

Vents de surface

Les tours de contrôle et les stations d'information de vol diffusent les données relatives aux vents de surface pour l'aéroport sur lequel elles sont situées, en nœuds et en degrés magnétiques. De même, une station d'information de vol fournissant un service consultatif télécommandé d'aérodrome (RAAS) au moyen d'une installation radio télécommandée (RCO) diffuse les données relatives aux vents de surface en nœuds et en degrés magnétiques. Aux endroits autres que l'aéroport où la station d'information de vol est située, ou lorsqu'elle fournit le service consultatif télécommandé d'aérodrome, les données relatives aux vents sont transmises en degrés vrais.

Manche à vent

Aux aérodromes dont les pistes ne sont pas aménagées, la manche à vent est habituellement montée sur un bâtiment bien en évidence associé à l'aérodrome, ou dans son voisinage, ou sur l'aire de stationnement réservée à l'aviation générale.

Les manches à vent peuvent être situées près des deux extrémités des longues pistes. Aux aérodromes où les pistes sont plus courtes, la manche à vent est située au centre pour être visible à la fois des zones d'approche et de l'aire de stationnement des aéronefs. La manche à vent est éclairée dans le cas des opérations nocturnes.

Aux aérodromes certifiés par Transports Canada destinés au public, une manche à vent standard sèche va réagir de la façon suivante à la vitesse du vent:

Vitesse du vent	Angle de la manche à vent
15 kt et plus	0° sous l'horizontale
10 kt	5° sous l'horizontale
6 kt	30° sous l'horizontale

Aux autres aérodromes, des manches à vent non standard peuvent réagir différemment à la vitesse du vent.

Aires de manœuvre

Un aéronef ne doit pas circuler sur les aires de manœuvre pour aéronefs d'un aéroport contrôlé sans en avoir reçu l'autorisation de la tour de contrôle. Même si l'aéronef doit se déplacer pour d'autres raisons que celle de prendre l'air, il faut en aviser la tour de contrôle par radio, par téléphone ou par un autre moyen.

Les marques des axes de voies de circulation et celles des points d'attente se distinguent facilement des marques de piste. Elles sont jaunes plutôt que blanches et sont relativement étroites — largeur de 6 po (15 cm). Les marques disposées aux points d'attente d'une voie de circulation consistent en des lignes continues et brisées, perpendiculaires à la voie de circulation (ou à l'aire d'attente) et parallèles à la piste (figure 1-24).

Points d'attente sur une voie de circulation

Les points d'attente sur une voie de circulation existent dans de nombreux aéroports, mais là où il n'y en a pas, un aéronef devrait attendre à au moins 200 pi (61 m) du bord de la piste en service. Si ce n'est

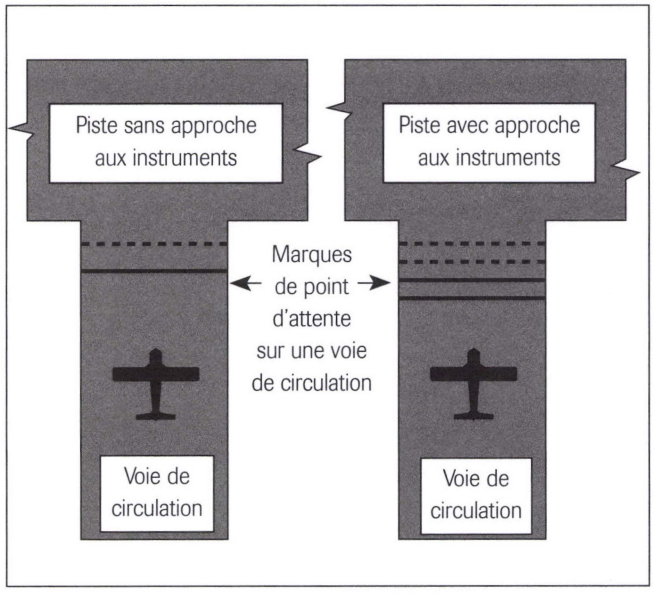


Figure 1-24 Point d'attente sur une voie de circulation

pas possible, l'aéronef doit se tenir à une distance qui ne constitue pas un danger pour les aéronefs qui arrivent ou qui décollent.

Bout de piste

Le terme «bout» utilisé au sujet d'une piste n'a aucune définition officielle. Il désigne normalement le point à l'extrémité d'une piste où se place un aéronef pour décoller avec l'intention de profiter de toute la longueur disponible de la piste.

Numérotation des pistes

Les pistes sont numérotées en fonction de leur orientation. Une piste orientée d'est en ouest serait désignée piste 09-27. Ces numéros représentent les relèvements 090° et 270° dont on a amputé le dernier chiffre, à 10° près. Par exemple, une piste dont le relèvement est de 134° porte le numéro 13 à une extrémité et le numéro 31 à l'autre. Si un aéronef s'aligne sur la piste 14, le compas devrait afficher un cap situé entre 136 et 144°.

Marques des seuils de piste

Les marques des seuils de piste consistent en une série de lignes tracées sur la largeur de la piste, aux extrémités de celle-ci. Ces lignes sont parallèles à l'axe de la piste.

On peut décaler, temporairement ou en permanence, le seuil d'une piste pour mettre hors service une surface endommagée ou pour rendre la piste conforme aux règlements de zonage. Dans certains cas, vous pourriez être tenté de vous poser en deçà du seuil décalé parce que cette zone vous semble raisonnablement en bon état. N'en faites rien. Cette zone ne fait sans doute pas l'objet d'un entretien régulier et pourrait présenter des dangers non décelables, surtout en hiver lorsque les chasse-neige y laissent des bancs de neige.

Les marques indiquant un seuil de piste temporairement décalé consistent en une ligne blanche placée en travers de la piste pour indiquer sa nouvelle extrémité et en quatre flèches blanches équidistantes disposées sur la largeur de la piste, du côté approche, leurs sommets pointant vers le nouveau seuil. Un seuil décalé en permanence présente une ligne blanche en travers de la piste et deux flèches blanches du côté approche, l'une derrière l'autre sur l'ancien axe de piste et pointant vers le nouveau seuil de piste.

Marques d'axe de piste

Les marques d'axe de piste sont utiles tant pour se guider par rapport à la direction que pour faciliter la perception de la profondeur en raison de leur disposition en lignes «brisées». Les marques sont d'une longueur de 100 pi (30,5 m) et sont espacées de 100 pi (30,5 m) aux aéroports régis par Transports Canada.

Responsabilité

Qu'un aéroport soit contrôlé ou non, rien ne dispense le pilote commandant de bord de la responsabilité de faire preuve de bon jugement et de se conformer aux règles de l'air lorsqu'il évolue dans un aéroport ou dans son voisinage. Dans le cas d'un aéroport contrôlé, le contrôle de la circulation aérienne va aider à améliorer la sécurité des opérations, mais le pilote commandant de bord ne doit jamais supposer que l'exploitation de l'aéronef est assumée par cet organisme. Par exemple, lorsqu'un contrôleur de la tour autorise un aéronef à traverser une piste ou à circuler dans une zone active, le pilote commandant de bord doit toujours vérifier qu'il n'y ait aucun danger à procéder.

CHAPITRE SIX

Considérations météorologiques

Vol par temps inférieur aux conditions VFR

Si vous êtes qualifié pour voler seulement selon les règles du vol à vue (VFR), planifiez votre vol de manière qu'il n'y ait aucun risque que vous voliez dans des conditions météorologiques plus mauvaises que les conditions VFR. Toutefois, ayez toujours un plan de rechange au cas où le temps se gâterait. Normalement, le meilleur plan consiste à faire demi-tour tôt pour revenir vers de meilleures conditions météorologiques. Lorsque vous ne pouvez avoir recours à aucun plan de rechange et que le temps continue à se gâter, communiquez avec le Contrôle de la circulation aérienne (ATC). Cet organisme fera tout ce qui est possible pour:

1. vous fournir des renseignements sur une route de dégagement et vous aider à naviguer au radar si ces mesures peuvent permettre au vol de se poursuivre dans des conditions météorologiques VFR;
2. ou vous aider à naviguer au radar ou vous guider en approche au radar si les mesures précédentes ne sont pas possibles. En cas de doute au sujet de la sécurité de votre vol, ne laissez pas cette situation douteuse se transformer en un piège: déclarez une situation d'urgence.

Vol VFR spécial

Lorsque les conditions météorologiques sont inférieures aux minima VFR, le vol VFR spécial dans une zone de contrôle peut être autorisé par l'unité ATC pertinente, en fonction du trafic aérien actuel ou anticipé qui vole selon les règles de vol aux instruments (IFR).

Une unité ATC ne peut suggérer à un pilote de voler en VFR spécial. Si le contrôleur ou le spécialiste de la station d'information de vol indique que les conditions météorologiques sont inférieures aux conditions VFR, il revient au pilote de demander une autorisation pour un vol VFR spécial. L'autorisation est normalement accordée par la tour locale ou la station d'information de vol, mais elle doit être obtenue avant qu'on puisse voler dans une zone contrôlée ou y pénétrer. Elle ne relève pas le pilote de sa responsabilité d'éviter d'autres aéronefs, des obstacles ou des conditions météorologiques qui se situent au-delà de ses capacités.

Les pilotes doivent évaluer très soigneusement leurs capacités et celles de leur aéronef avant de voler intentionnellement en conditions VFR spécial. N'oubliez pas que le temps n'est jamais constant et qu'il peut changer rapidement.

Voile blanc

Chaque hiver, un certain nombre d'accidents d'aéronefs se produisent parce que le pilote a volé dans des conditions de voile blanc et est devenu désorienté à cause de la visibilité réduite, du manque de signes distinctifs au sol et de la perte de l'horizon visuel. Les causes et les effets du phénomène connu sous le nom de voile blanc peuvent être décrits ainsi:

Voile blanc par ciel couvert. Formation d'une couche nuageuse uniforme au-dessus d'une surface recouverte de neige. Les rayons du soleil sont épars et diffus lorsqu'ils traversent les nuages, puis sont réfléchis dans toutes les directions par la surface enneigée. Il s'ensuit que l'espace entre le sol et les nuages semble rempli d'une lumière diffuse produisant une lueur blanchâtre uniforme. Il n'est pas possible de percevoir la profondeur, puisque le ciel se confond imperceptiblement avec le sol à la ligne d'horizon, ce qui cause la désorientation.

Voile blanc dans un brouillard aqueux. Produit par des nuages contenant des gouttelettes d'eau surfondues, alors que la base nuageuse est habituellement en

contact avec la surface froide recouverte de neige. La visibilité horizontale et verticale est en fonction de la taille et de la répartition des gouttelettes d'eau en suspension dans l'air.

Voile blanc dans une poudrerie. Produit par une neige fine soulevée de la surface par des vents de 20 nœuds (20 kt) ou plus et en suspension dans l'air. Les grains de neige en suspension réfléchissent et diffusent la lumière du soleil, réduisant ainsi la visibilité.

Voile blanc dans des précipitations. Bien que toute chute de neige réduise la visibilité, de petits cristaux de neige soufflés par le vent et tombant de nuages bas au-dessus desquels le soleil luit produisent un voile blanc. La réflexion multiple de la lumière entre la surface recouverte de neige et la base nuageuse est en outre compliquée par la réflexion spectrale des flocons de neige et l'obscurcissement des repères au sol par les chutes de neige.

DEUXIÈME PARTIE

LES EXERCICES DE PILOTAGE

EXERCICE UN

Familiarisation

Le premier vol, au cours duquel on n'abordera normalement aucun détail de l'instruction, consistera en un vol durant lequel votre rôle principal sera surtout celui d'un observateur, même si vous occupez le siège d'où vous piloterez plus tard. Ce vol vous offre l'occasion de vous habituer aux sensations du vol et de découvrir l'aspect du paysage vu du ciel. Néanmoins, votre instructeur peut également inclure l'exercice 4 « Circulation au sol » et l'exercice 5 « Assiettes et mouvements ».

Ce premier vol peut être une expérience complètement nouvelle et ce qui peut alors vous sembler compliqué et difficile le deviendra de moins en moins au fur et à mesure du déroulement de l'instruction.

On peut vous demander de poser légèrement les mains sur les commandes et d'appuyer sans raideur avec vos pieds sur le palonnier. L'instructeur insistera sur le fait qu'il suffit d'imprimer aux commandes des mouvements souples et de faible amplitude pour piloter l'aéronef et commentera brièvement les procédures qui seront appliquées au cours des exercices de pilotage suivants.

N'hésitez surtout pas à poser des questions à votre instructeur. La voix de ce dernier doit être parfaitement audible et compréhensible ; si ce n'est pas le cas, dites-le-lui.

L'instructeur montrera les repères au sol importants et faciles à reconnaître et il expliquera leur orientation par rapport à l'aéroport. L'instructeur expliquera également le rôle de certains instruments de vol et il pourra, de temps en temps, vous demander de lui indiquer l'altitude et la vitesse de l'avion.

Vous vous verrez aussi confier la responsabilité d'aider l'instructeur à assurer la surveillance extérieure pour repérer les autres aéronefs présents dans le voisinage. Ces aéronefs peuvent se trouver n'importe où par rapport à votre position, et ils peuvent se diriger dans toutes les directions. Vous devez signaler immédiatement leur position à l'instructeur, lequel décidera s'il y a lieu de prendre des mesures d'évitement.

EXERCICE DEUX

Connaissance de l'aéronef et préparation au vol

L'instructeur commence cet exercice en vous présentant le type d'aéronef qui va servir à la formation, puis il vous montre les principales composantes de l'aéronef avant de vous expliquer en détail à quoi elles servent. Par exemple :

Les ailes. Les ailes créent la portance nécessaire pour faire voler l'avion en suscitant une réaction aérodynamique de l'air qu'elles traversent.

Le fuselage. Élément principal de l'aéronef, c'est la structure qui reste lorsqu'on enlève les ailes, le moteur, le train d'atterrissage et l'empennage.

L'empennage. Peut généralement être divisé en deux parties : le stabilisateur (empennage horizontal) et la dérive (empennage vertical). Ces plans fixes assurent la stabilité de l'aéronef dans certains plans de mouvement.

Les ailerons, la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction. Ce sont des surfaces aérodynamiques mobiles que le pilote peut braquer afin de diriger l'aéronef en vol.

Les ailerons sont articulés au moyen de charnières montées près de l'extrémité des ailes. En vol, lorsqu'on déplace le manche vers la droite ou vers la gauche, l'un des ailerons se braque vers le haut, tandis que l'autre se braque vers le bas pour faire incliner l'aéronef à droite ou à gauche.

La gouverne de profondeur est articulée au moyen de charnières montées sur le bord de fuite du stabilisa-

1. Casserole d'hélice
2. Hélice
3. Capot du moteur
4. Train avant
5. Train d'atterrissage principal
6. Bord d'attaque de l'aile
7. Bout d'aile
8. Feu de position gauche (rouge)
9. Feu de position droit (vert)
10. Feu de position arrière (blanc)
11. Fuselage
12. Aileron
13. Volet
14. Emplanture d'aile
15. Stabilisateur (empennage horizontal)
16. Dérive (empennage vertical)
17. Gouvernail de direction
18. Gouverne de profondeur
19. Feu anti-collision

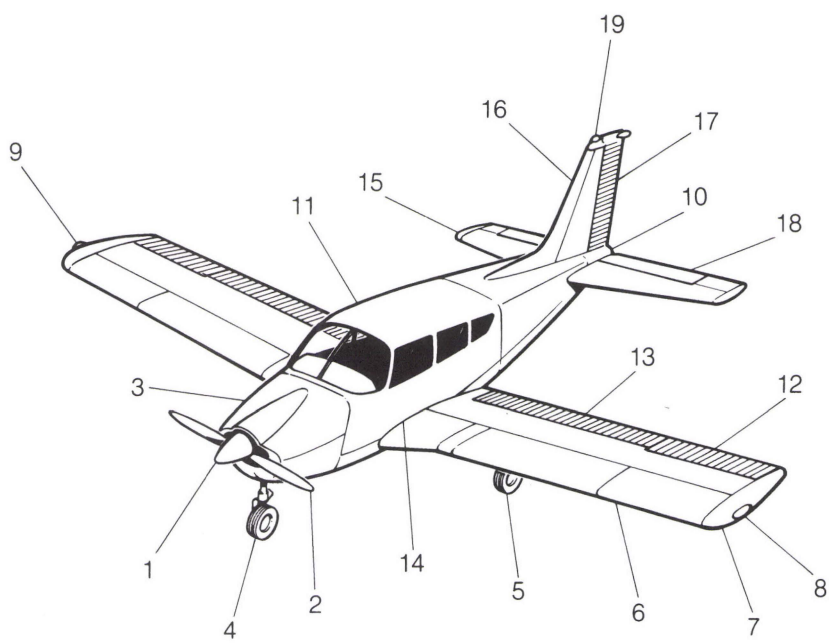


Figure 2-1 Principales composantes d'un avion

teur. Lorsqu'en vol on déplace le manche vers l'avant ou vers l'arrière, la gouverne de profondeur se braque vers le bas ou vers le haut pour faire piquer ou cabrer l'avion.

Le gouvernail de direction est articulé au moyen de charnières montées sur le bord de fuite de la dérive. Lorsqu'en vol on exerce une pression du pied sur les pédales droite ou gauche du palonnier, le gouvernail de direction se braque vers la droite ou vers la gauche pour donner à l'avion un mouvement de lacet dans la direction choisie.

Le train d'atterrissage. Le rôle de cette composante nécessite peu d'explications, si ce n'est la simple énumération des éléments qui la composent : les jambes de force, les roues, les pneus et tout ressort ou autre dispositif servant à absorber les chocs causés par les inégalités de terrain ou par l'impact lors de l'atterrissage. Les flotteurs et les skis équipent des types particuliers de trains d'atterrissage.

Les volets. Ce sont des surfaces mobiles qui sont intégrées à l'aile et qui sont montées sous cette dernière, au bord de fuite ou près de celui-ci, entre l'emplanture de l'aile et les ailerons. Ces dispositifs, commandés par le pilote, sortent ou rentrent ensemble et, ce faisant, font augmenter ou diminuer la portance effective de l'aile en faisant varier sa cambrure et, dans certains cas, sa surface.

Les volets compensateurs. Ce sont de petits profils auxiliaires qui s'articulent sur la gouverne de profondeur et, dans le cas de certains avions, également sur les ailerons et sur le gouvernail de direction. Ces dispositifs aident le pilote à manœuvrer les commandes en réduisant la pression qui s'exerce sur elles du fait des changements d'assiette de vol.

Les commandes de vol. Elles comprennent le manche et le palonnier. Le manche simple est parfois remplacé par un demi-volant qui assure les mêmes fonctions. Lorsqu'on fait tourner le volant (ou qu'on incline le manche) vers la gauche, l'aileron gauche se braque vers le haut, tandis que l'aileron droit se braque vers le bas ; inversement, lorsqu'on fait tourner le volant (ou qu'on incline le manche) vers la droite, l'aileron droit se braque vers le haut, tandis que l'aileron gauche se braque vers le bas. Lorsqu'on appuie sur la pédale gauche du palonnier, la gouverne de direction se braque vers la gauche, tandis que lorsqu'on appuie sur la pédale droite, la gouverne de direction se braque vers la droite. Les pédales du palonnier peuvent également servir à diriger l'avion au sol grâce à un dispositif d'orientation monté sur la roue avant ou sur la roulette de queue. Lorsqu'on appuie sur la pédale gauche du palonnier, l'avion tourne à gauche, et vice versa.

La manette des gaz. C'est la commande qui règle la puissance (le régime) du moteur. Pour augmenter la puissance du moteur, on pousse la manette vers l'avant et pour la diminuer, on tire la manette vers l'arrière. La plupart des manettes des gaz sont munies d'un dispositif de serrage variable qui permet de maintenir le réglage de la puissance lorsqu'on retire la main de la manette.

Les commandes auxiliaires. Elles comprennent la commande de richesse du mélange et la commande de réchauffage du carburateur (voir l'exercice 3, « Commandes auxiliaires »).

Les commandes de chauffage et de ventilation. Elles comprennent normalement les commandes de désembuage pare-brise, de chauffage et de ventilation (voir l'exercice 3, « Commandes de chauffage et de ventilation »).

Le tableau de bord. L'ensemble des instruments placés directement devant le pilote s'appelle le tableau de bord. Ces instruments se divisent en trois catégories : les instruments de pilotage, les instruments moteur et les instruments de navigation.

Instruments de pilotage

L'anémomètre (ou indicateur de vitesse). Cet instrument indique la vitesse à laquelle l'aéronef se déplace dans la masse d'air qu'il traverse ; la relation avec la vitesse de l'aéronef par rapport au sol n'est donc qu'indirecte. L'instrument peut être étalonné en milles terrestres par heure (mi/h) ou en milles marins par heure, c'est-à-dire en nœuds (kt).

L'altimètre. C'est un instrument de mesure de pression qui, s'il est correctement calé, indique l'altitude à laquelle vole l'aéronef. La procédure habituelle consiste à caler l'instrument de manière qu'il indique l'altitude par rapport au niveau moyen de la mer. Ainsi, lorsque l'aéronef est au sol, l'altimètre indique l'altitude de l'aérodrome.

L'indicateur de virage et d'inclinaison latérale. L'aiguille de cet instrument indique si l'aéronef est en virage, ainsi que le sens et la vitesse angulaire du virage. La bille de l'instrument sert essentiellement de référence pour la coordination des commandes. Au cours de toute manœuvre de vol coordonné, la bille demeure au centre de son tube de verre concave. À la place de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale traditionnel, certains aéronefs sont équipés d'un coordonnateur de virage qui fournit les mêmes renseignements que le précédent, mais sous une présentation différente.

Le compas magnétique. C'est l'instrument de référence de base en ce qui concerne le cap. En principe, le compas indique toujours le nord magnétique,

mais il est sujet à certaines erreurs engendrées notamment par les oscillations attribuables à la turbulence, et les lectures peuvent être faussées pendant les virages ou lorsque l'instrument est sous l'influence d'autres attractions magnétiques.

Ces erreurs sont expliquées dans l'exercice 6 « Vol rectiligne en palier ».

Indicateur (conservateur) de cap. Cet instrument gyroscopique n'a aucune propriété magnétique intrinsèque et il doit donc être recalé périodiquement par rapport au compas magnétique. Son principal avantage tient à ce qu'il fournit une référence de direction stable et, contrairement au compas magnétique, il ne fait presque pas d'erreur dans les virages, les accélérations et les décélérations au cours des manœuvres normales de vol.

L'indicateur d'assiette. Cet instrument gyroscopique est un horizon artificiel. La maquette d'aéronef figurant en superposition sur le cadran permet au pilote de déterminer l'assiette de l'aéronef par rapport à l'horizon réel.

Le variomètre. C'est un instrument de mesure de pression qui indique en pi/min (m/min) la vitesse verticale de montée ou de descente de l'aéronef.

L'indicateur de température extérieure. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un instrument de pilotage, mais il contribue largement à la sécurité du



Figure 2-2 Principaux instruments de vol

vol, puisque ses indications peuvent aider le pilote à détecter les conditions givrantes et le risque de givrage du carburateur. L'instrument indique généralement la température de l'air extérieur en degrés Fahrenheit et en degrés Celsius.

Instruments moteur

Le tachymètre. Cet instrument indique le nombre de tours par minute (tr/min) auquel tourne le vilebrequin du moteur. Sur les aéronefs munis d'une hélice à pas fixe, le nombre de tours par minute ou régime est en relation directe avec la puissance développée par le moteur. Lorsqu'on pousse la manette des gaz, le tachymètre indique une augmentation de régime. Lorsqu'on tire la manette, c'est l'inverse qui se produit.

L'indicateur de pression d'huile. C'est un instrument d'une importance vitale qui indique, généralement en lb/po^2 (kg/cm^2) la pression de l'huile de lubrification fournie au moteur. Le manuel de vol de l'aéronef spécifie les tolérances et les pressions recommandées pour les différentes phases d'utilisation du moteur.

L'indicateur de température d'huile. Cet instrument indique la température de l'huile de lubrification du moteur. Il permet donc de détecter une panne du circuit de pression d'huile ou un mauvais refroidissement du moteur.

L'indicateur de pression d'admission. Cet instrument, surtout utilisé sur les aéronefs équipés d'une hélice à vitesse constante, indique, généralement en pouces de mercure (mbar), la pression au niveau du collecteur d'admission du moteur. Cette pression est en relation directe avec le réglage de la manette des gaz et le régime.

Instruments de navigation

L'unité de commande et d'affichage du récepteur de radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VHF) (VOR). Cet instrument permet au pilote de faire route en rapprochement ou en éloignement d'une station terrestre VOR sur n'importe quelle trajectoire qu'il a choisie.

Le radiogoniomètre automatique (ADF). Le cadran de ce radiocompas comprend une aiguille qui pointe en direction de toute station radio terrestre appropriée sur laquelle le pilote a accordé son récepteur.

Récepteur de GPS (Système de positionnement global). En utilisant l'information reçue des satellites GPS, le récepteur de GPS affiche des renseignements précis sur la position, ce qui permet à un aéronef de suivre une trajectoire directe à destination de n'importe quel point sur la Terre. Le récepteur peut également calculer diverses solutions utiles à la navigation, comme la vitesse-sol, la trajectoire et l'heure d'arrivée prévue.

Circuit carburant

Le circuit carburant de la plupart des aéronefs qui servent au vol entraînement est relativement simple, mais comme l'arrivée du carburant au moteur est réglée par le pilote, ce dernier doit avoir une parfaite compréhension de ce circuit. Il faut gérer le circuit carburant de la façon stipulée dans le manuel de vol de l'aéronef.

Circuit électrique

Le circuit électrique d'un aéronef léger ne diffère fondamentalement pas de celui d'une automobile; il comprend une génératrice ou un alternateur, un démarreur, une batterie, un régulateur de tension, un ampèremètre et divers commutateurs qui accomplissent différentes tâches.

L'interrupteur général. Il a pour fonction de relier la batterie au circuit électrique. L'alimentation électrique est nécessaire au fonctionnement de divers instruments et équipements, ainsi qu'au démarrage du moteur. Par contre, une fois le moteur en marche, ce dernier continue de tourner indépendamment du circuit électrique, son fonctionnement étant assuré uniquement par les magnétos. Ainsi, si l'on coupe l'interrupteur général, tous les instruments et équipements électriques cessent de fonctionner, mais le moteur peut continuer de tourner.

Circuit d'allumage

Le circuit d'allumage moteur utilise des magnétos comme source de courant électrique. Par mesure de sécurité, chaque moteur est équipé de deux magnétos et chaque cylindre de deux bougies d'allumage qui fonctionnent simultanément. En cas de panne d'une magnéto en vol, le moteur continue de fonctionner de façon relativement satisfaisante grâce à la magnéto qui reste en n'accusant qu'une légère perte de puissance.

Système de communications

Le système de communications air-sol comprend habituellement un poste de radio émetteur-récepteur muni d'un sélecteur de très haute fréquence (VHF). Bien qu'il s'agisse d'un émetteur-récepteur, ce poste ne se prête pas, comme le téléphone, à la simultanéité des communications. Le pilote appuie sur le bouton du microphone pour parler et, pendant ce temps, tous les émetteurs et les récepteurs qui, dans le voisinage, sont accordés sur la même fréquence sont dans l'impossibilité

d'émettre ou de recevoir. Lorsqu'il a fini de parler (émettre), le pilote doit relâcher le bouton pour recevoir une réponse. Les communications doivent être brèves et pertinentes.

Préparation du vol

Une bonne règle consiste à emporter toutes les cartes et toutes les publications qui seront utiles à la navigation au cours du vol prévu. On ne devrait jamais entreprendre un vol VFR, même de très courte durée, sans avoir à bord les cartes aéronautiques en vigueur pour la région prévue du vol.

Après avoir défait les amarres de l'aéronef, on doit s'assurer de n'omettre aucune des mesures suivantes :

1. enlever les dispositifs extérieurs de verrouillage des gouvernes, le cas échéant ;
2. enlever le cache du tube de Pitot ;
3. retirer les cales des roues ;
4. vérifier que les commandes de vol sont libres de tout dispositif de verrouillage ou de blocage dans le poste de pilotage.

La vérification extérieure de l'aéronef avant le vol, aussi appelée la « visite prévol », vous permet de vous assurer personnellement que l'aéronef est en bon état, et qu'il y a suffisamment de carburant et d'huile à bord pour effectuer le vol projeté. La plupart des manuels de vol de l'aéronef précisent une marche à suivre pour effectuer la vérification extérieure.

À première vue, le poste de pilotage peut vous sembler encombré et complexe. Toutefois, cette première impression disparaît rapidement lorsque l'instructeur vous explique la bonne façon d'y prendre place et de régler le siège et les commandes. Une fois confortablement assis, vous apprendrez comment attacher votre ceinture et votre harnais de sécurité, ainsi que la manière de les ajuster et de les défaire. Vous devez prendre immédiatement l'habitude de vous sangler correctement aussitôt que possible après avoir pris place dans le poste de pilotage.

Dans le cas d'un hydravion, toutefois, la manière recommandée d'utiliser la ceinture et le harnais de sécurité diffère légèrement. On considère généralement qu'il est plus sûr d'attendre avant de se sangler que l'hydravion soit prêt à décoller et qu'il convient de se détacher lorsque l'hydravion commence à circuler à flot après l'amerrissage.

L'instructeur vous expliquera la façon correcte d'ouvrir et de bien verrouiller les portes, les panneaux et les hublots. L'ouverture intempestive d'une porte, d'un hublot ou d'un panneau au cours d'une phase ou une autre du vol peut être très déconcertante à cause du bruit et des vibrations de la cellule. Dans certains aéronefs, cet incident risque de compromettre la maîtrise de l'aéronef à cause de l'augmentation de traînée, de la perte de portance et de la perte de stabilité qui peuvent en découler (voir l'exercice 29 « Procédures d'urgence »).

L'aéronef doit être placé de manière que le souffle de l'hélice ne présente aucun danger ni gêne pour les autres personnes au moment du démarrage et du point fixe. Il est impoli et irréfléchi de faire démarrer le moteur d'un aéronef dont la queue pointe en direction d'une porte de hangar, d'aéronefs ou d'automobiles en stationnement, ou d'une foule de spectateurs. La surface sous l'hélice doit être ferme, gazonnée ou cimentée si possible, de sorte que le souffle de l'hélice ne projette pas vers l'arrière des cailloux, de la poussière, de la boue ou d'autres menus objets qui risquent d'endommager non seulement la partie arrière de l'aéronef, mais souvent l'hélice elle-même. Il faut éviter de bloquer une voie de circulation.

Avant de démarrer le moteur, vous devez effectuer une vérification systématique de tous les éléments du poste de pilotage ainsi que les vérifications avant démarrage. Ces vérifications sont essentielles. Par exemple, si l'on omet de serrer les freins avant le démarrage, l'aéronef risque de bondir subitement vers l'avant. Faire démarrer le moteur pendant que le réchauffage du carburateur est en marche risque d'endommager ce dispositif s'il se produit un retour de flamme. Vous risquez de décharger la batterie si vous tentez vainement de faire démarrer le moteur alors que la commande de richesse est sur étouffoir ou que le robinet sélecteur de carburant est sur « OFF ».

Votre instructeur vous enseignera la marche à suivre propre à votre aéronef. Les vérifications avant le décollage doivent être exécutées conformément au manuel de vol de l'aéronef. Il est important de vous rappeler que si vous devez changer de réservoir de carburant avant le décollage, mieux vaut le faire avant le point fixe ; ainsi, en cas de problème d'alimentation en carburant, vous le découvrirez avant le décollage.

Stationnement

Choisissez avec beaucoup de soin la surface sur laquelle vous allez stationner ou immobiliser votre aéronef. Évitez les surfaces recouvertes de glace, car le vent exerce une force considérable sur l'aéronef et il pourrait le faire avancer même si les freins sont correctement serrés. Pendant le démarrage ou le point

fixe, les roues ne doivent pas reposer sur des surfaces glissantes, sinon l'aéronef peut avancer malgré le serrage des freins. Lorsque vous stationnez l'aéronef, assurez-vous que ce soit sur un sol ferme, sinon il risque de s'enfoncer et il sera par la suite très difficile de le déplacer uniquement par la force de son propre moteur.

Si, pour une raison donnée, les freins ont beaucoup servi, le circuit de freinage a pu surchauffer. Si, dans ce cas, on serre immédiatement le frein de stationnement, il risque de se relâcher tout seul en se refroidissant. Après une surchauffe possible, laissez les freins se refroidir pendant assez longtemps avant de serrer le frein de stationnement ou mettez des cales devant et derrière chaque roue du train principal avant de quitter l'aéronef.

Lorsqu'un avion doit demeurer en stationnement pendant une certaine période, ou s'il y a des vents forts ou si de tels vents sont prévus, il faut l'amarrer au sol. L'amarrage au sol consiste à relier solidement l'aéronef à des poids au sol, à des piquets ou à d'autres dispositifs de retenue au moyen de cordes ou de cordages de nylon de longueurs appropriées. La bonne manière d'amarrer l'aéronef au sol est généralement décrite dans le manuel de vol de l'aéronef.

En plus de l'amarrage au sol, un aéronef stationné devrait être immobilisé comme suit. Il faut donc :

1. bloquer les commandes de vol du poste de pilotage ;
2. serrer le frein de stationnement. Pour plus de sécurité, placer des cales devant et derrière chaque roue du train principal ;
3. placer le cache du tube de Pitot ;
4. mettre les dispositifs extérieurs de verrouillage des gouvernes, le cas échéant.

Contamination des surfaces

N'essayez jamais de décoller lorsqu'il y a du givre, de la glace, de la neige ou tout autre contaminant de la sorte sur n'importe quelle surface critique. Les surfaces critiques sont les ailes, les gouvernes, les hélices, la partie supérieure du fuselage dans le cas des aéronefs dont les moteurs sont à l'arrière, le stabilisateur, la dérive ou toute autre surface stabilisatrice. Même une mince couche de glace ou de givre peut compromettre grandement la portance d'un profil. Des essais ont démontré qu'une contamination de l'épaisseur et de la rugosité du papier sablé moyen ou gros peut réduire la portance jusqu'à 30 % et augmenter la traînée jusqu'à 40 %. En ce qui concerne le givre, la glace ou la neige sur les autres parties de l'aéronef, il faut tenir compte du poids supplémentaire de cette accumulation et du risque de blocage des gouvernes si des morceaux de glace se déplacent ou si des précipitations fondent et regèlent.

Il y a plusieurs façons d'enlever les contaminants : par nettoyage ou dégivrage à l'aide de racloirs, de brosses, de balais ou autres, ou à l'aide d'un liquide de dégivrage approuvé qui contient un mélange d'eau chaude et de glycol, en diverses concentrations selon les conditions.

Les liquides de dégivrage ayant de fortes concentrations de glycol peuvent offrir une certaine protection contre le regel, mais offrent peu de protection contre de nouvelles accumulations. On peut enlever la boue en lavant l'aéronef mais, en hiver, il faut prendre garde que l'eau ainsi utilisée ne gèle sur l'aéronef.

Seule une inspection minutieuse peut permettre de déterminer si un aéronef est exempt de contaminants, et cette inspection doit se faire juste avant le décollage s'il y a risque de contamination. Dans certains cas, pendant la circulation au sol, de l'eau, de la neige et de la boue peuvent être projetées sur les ailes et l'empennage par les roues, par l'hélice ou par d'autres aéronefs. Le pilote ne doit pas tenter de décoller s'il ne peut confirmer que son aéronef est exempt de contaminants. Le commandant de bord a la responsabilité ultime de s'assurer que son aéronef est en état d'accomplir le vol en toute sécurité.

Matériel de survie et vêtements de vol

Parce que la plupart des aéronefs légers sont aussi bien chauffés et aussi confortables qu'une automobile, on peut être enclin à négliger la nécessité d'avoir de bons vêtements et d'apporter le matériel de survie requis. En cas d'atterrissage forcé, il y a de grands risques que le lieu d'atterrissage soit situé dans un endroit éloigné ou isolé, n'offrant pas la possibilité de se mettre immédiatement au chaud et à l'abri. De bons vêtements et un matériel de survie adéquat sont, en de telles circonstances, essentiels à votre bien-être et, peut-être même, à votre survie. À cause de la diversité des climats et des caractéristiques topographiques d'un pays aussi vaste que le Canada, il est difficile de spécifier toutes les exigences. Toutefois, vous pouvez utiliser, comme guide, des listes d'équipements et de vêtements contenues dans les chapitres suivants de la *Publication d'information aéronautique* de Transports Canada : « Opérations dans les régions inhospitalières du Canada », « Radiobalise de secours (ELT) », « Équipement de secours », « Aéronef monomoteur effectuant des vols dans le Nord du Canada ».

Radiobalise de secours (ELT)

La radiobalise de secours (ELT) est un dispositif transporté à bord de l'aéronef qui, lorsqu'il se déclenche, émet un son distinctif sur les fréquences de 121,5 mégahertz (MHz) et de 243,0 kilohertz (KHz). Ce signal aide les équipes de sauvetage à repérer rapidement les aéronefs accidentés.

Comme il existe plusieurs types de radiobalise sur le marché, vous devez bien connaître le fonctionnement de celle qui équipe l'aéronef que vous pilotez. Le chapitre «Recherches et sauvetage» (SAR) de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada contient des détails sur la nécessité de transporter un ELT et sur la façon de l'utiliser et d'en vérifier le fonctionnement.

Exposés de sécurité à l'intention des passagers

Si vous transportez des passagers, il est essentiel de leur faire un exposé de sécurité. Il faut leur expliquer le fonctionnement des ceintures et harnais de sécurité, les restrictions sur l'usage du tabac et le fonctionnement des portes. Vous devez aussi leur expliquer ce qu'ils doivent faire en cas d'atterrissage forcé et notamment l'emplacement et le fonctionnement des issues de secours, de la radiobalise de secours, des extincteurs, de la trousse de premiers soins et des autres équipements de secours. Vous devez également leur mentionner où sont les équipements propres à l'aéronef, par exemple les gilets de sauvetage.

Commandes auxiliaires

Bien que la définition la plus commune du terme auxiliaire soit «subordonnée fine» ou «secondaire», les commandes auxiliaires n'en sont pas moins essentielles à la sécurité et à l'aisance du pilotage d'un aéronef. Nous parlerons ici de la commande de réchauffage du carburateur, de la commande de mélange et des commandes de chauffage et de ventilation.

Commande de réchauffage du carburateur

Givrage

Dans certaines conditions d'humidité atmosphérique (et «humidité fine» est le mot à retenir), lorsque la température de l'air est comprise entre -13 et 38 °C, de la glace peut se former dans le circuit d'admission (figure 2-3). Le refroidissement rapide qui survient dans un circuit d'admission muni d'un carburateur à flotteur est attribuable à l'absorption de la chaleur de l'air au cours de la pulvérisation du carburant et également, en partie, au haut degré de dilatation de l'air lorsqu'il traverse le venturi du carburateur. Ces deux phénomènes provoquent un abaissement de la température dans le venturi qui peut descendre jusqu'à 21 °C en dessous de la température de l'air d'arrivée. Si cet air contient beaucoup d'humidité, le refroidissement peut entraîner une précipitation sous forme de glace, qui peut s'accumuler au point de provoquer une baisse de la puissance disponible et, si on n'y remédie pas, un arrêt complet du moteur. Pour le pilote, les principaux indices de givrage du carburateur sont une chute de régime s'il s'agit d'un aéronef muni d'une hélice à pas fixe, ou une diminution de la pression d'admission s'il s'agit d'un aéronef muni d'une hélice à vitesse constante. Dans les deux cas, ces phénomènes sont accompagnés d'une baisse de vitesse et d'un fonctionnement irrégulier du moteur.

Pour empêcher la formation de givre dans le carburateur, le pilote peut utiliser un dispositif réglable qui réchauffe l'air en amont du carburateur.

Réchauffage du carburateur

Vous devez toujours anticiper le risque de givrage et mettre en marche le réchauffage du carburateur

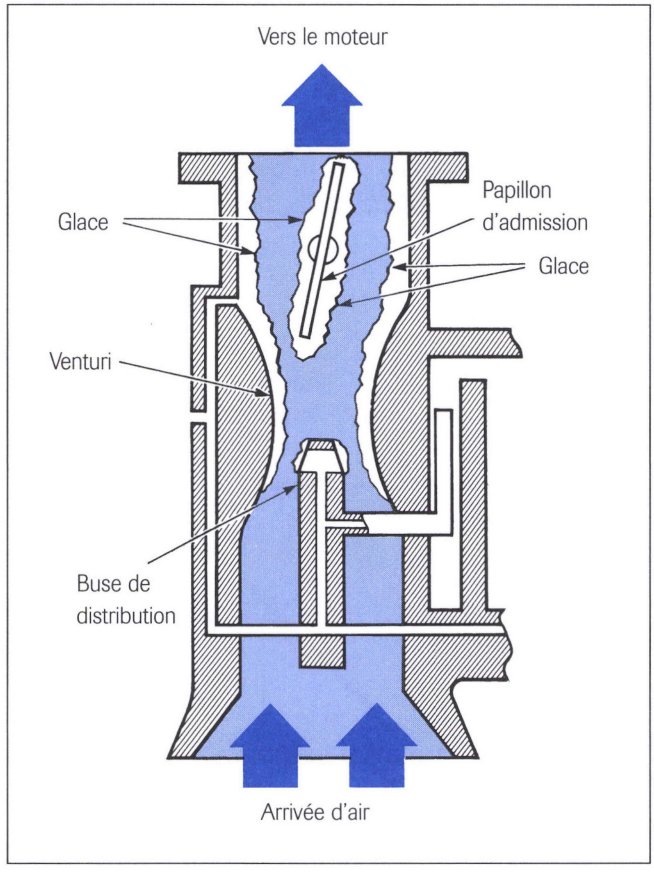


Figure 2-3 Givrage du carburateur

avant que la glace se forme. Toutefois, si de la glace commence à se former, utilisez le réchauffage à «plein chaud» suffisamment longtemps pour être sûr d'éliminer toute la glace. Cette mesure provoque toutefois une perte de puissance initiale et peut même entraîner un fonctionnement irrégulier du moteur. Le réchauffage de l'air d'admission fait fondre la glace qui pénètre ensuite dans le moteur sous forme d'eau, ce qui cause d'autres ratés et une perte de puissance supplémentaire. Néanmoins, en dépit de ces phénomènes temporaires, aucun pilote ne risque d'endommager le moteur à un régime de croisière de 75 % ou moins, quel que soit le réglage de réchauffage du carburateur qu'il utilise.

Lorsque vous utilisez le réchauffage du carburateur, vous devez vous rappeler ce qui suit. Lorsque le réchauffage fonctionne à pleine capacité, le moteur perd en moyenne 9 % de sa puissance, à cause de la baisse de rendement volumétrique de l'air réchauffé et de la perte d'effet de l'air dynamique. L'utilisation du réchauffage du carburateur, particulièrement au réglage maximal, a également pour effet d'enrichir le mélange, ce qui peut entraîner un fonctionnement irrégulier du moteur. Si la puissance demeure disponible, augmentez le régime de manière à rétablir le régime antérieur, puis appauvrissez le mélange et enfin réglez de nouveau le mélange jusqu'à ce que le moteur tourne de nouveau normalement. Par la suite, vous devez modifier le mélange pour tenir compte des variations de régime et de réglage du réchauffage du carburateur.

Lorsque le moteur tourne à bas régime, comme c'est le cas dans le circuit, il peut être préférable de ne pas appauvrir le mélange.

Les mesures suivantes peuvent permettre d'atténuer ou d'éviter le givrage du carburateur :

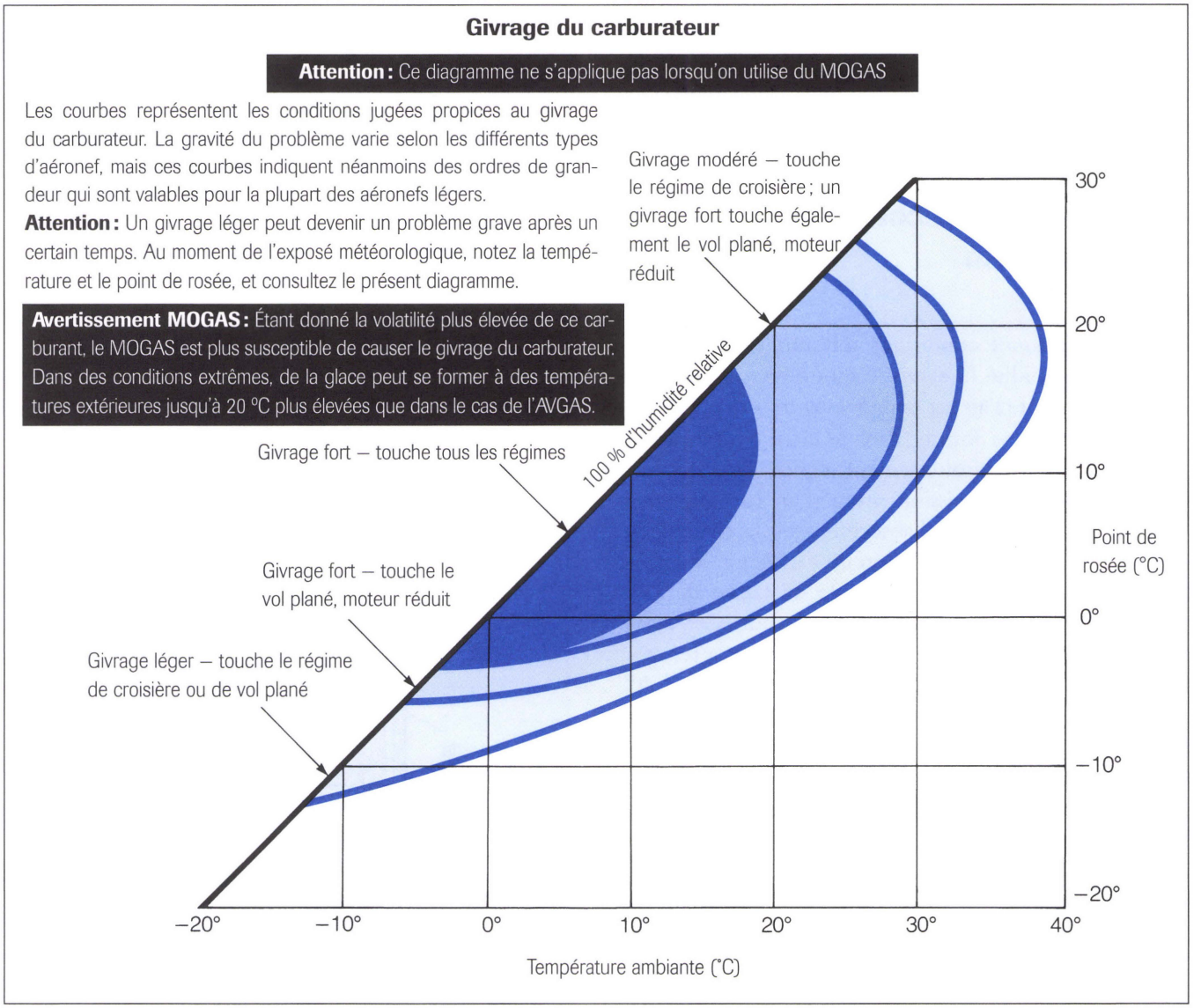


Figure 2-4 Diagramme du givrage du carburateur

1. Démarrez le moteur avant de mettre en marche le réchauffage du carburateur afin d'éviter d'endommager le dispositif de réchauffage du carburateur.
2. Lorsque l'humidité relative est élevée (en saison estivale) et que la température ambiante est inférieure à 28 °C,vous devez mettre en marche le réchauffage du carburateur tout juste avant de décoller. Généralement, il est préférable de ne pas utiliser le réchauffage du carburateur au cours de la circulation au sol car, lorsqu'il est en marche, l'air d'admission contourne habituellement le filtre à air du carburateur.
3. Évitez d'utiliser le réchauffage du carburateur pendant le décollage, car cela risque de provoquer de la détonation et d'endommager ainsi le moteur. On peut faire exception à cette règle lorsque les températures extérieures sont extrêmement froides, mais il faut alors suivre des procédures spéciales.
4. Après le décollage, demeurez attentif à tout signe de givrage du carburateur, notamment lorsque l'humidité est visible.
5. Si l'aéronef est équipé d'un indicateur de température d'air d'admission du carburateur, n'utilisez que le réglage de réchauffage du carburateur nécessaire pour maintenir une température sûre contre les risques de givrage. À défaut d'un tel instrument, réglez le réchauffage du carburateur au maximum si les conditions sont propices au givrage.
6. Si vous soupçonnez qu'il y a givrage du carburateur, vous devez aussitôt régler le réchauffage du carburateur au maximum. Surveillez la baisse de régime qui révèle l'action du réchauffage du carburateur, puis une augmentation de la puissance lorsque la glace commence à fondre.
7. Si le givrage du carburateur persiste après l'utilisation du plein réchauffage du carburateur pendant une certaine période, augmentez graduellement les gaz pour fournir le plus de chaleur possible au carburateur.
8. Le carburateur peut givrer même lorsque la température ambiante atteint 38 °C et que l'humidité relative ne dépasse pas les 50 %. Vous devez être particulièrement vigilant lorsque la température est inférieure à 28 °C et que l'humidité relative est importante. Les risques de givrage du carburateur sont moindres: a) lorsque la température est inférieure à 0 °C, parce que le taux d'humidité diminue avec la baisse de température; b) lorsque la température est aux alentours de -10 °C, parce qu'il y a alors formation de cristaux de glace qui traversent le circuit d'admission sans causer de problème. En fait, l'utilisation du réchauffage du carburateur dans ces dernières conditions risque même de provoquer le givrage du carburateur en faisant fondre les cristaux de glace et en élevant la température de l'air chargé d'humidité jusqu'à la température de givrage.
9. Si, au cours d'une descente, vous remarquez ou pressentez le givrage du carburateur, réglez le réchauffage du carburateur à pleine chaleur et augmentez périodiquement le régime afin que le moteur produise suffisamment de chaleur pour prévenir le givrage et faire fondre la glace, le cas échéant. Il s'agit d'une règle générale qui est valable pour de nombreux aéronefs. Consultez le manuel de vol de l'aéronef pour connaître les procédures qui s'appliquent spécifiquement à un aéronef donné.

Le schéma du circuit de réchauffage du carburateur (figure 2-5) montre que lorsque le dispositif est en marche, l'air qui pénètre dans le carburateur n'est plus filtré. C'est principalement pour cette raison qu'il faut s'abstenir d'utiliser le réchauffage du carburateur pendant la circulation au sol. Au niveau du sol, l'air est souvent chargé de particules de poussière et autres qui risquent d'endommager le moteur. À 100 pi-sol (30 m-sol), ce risque devient toutefois presque négligeable.

On fait parfois l'erreur de croire que le réchauffage du carburateur n'a aucune influence sur le rendement du moteur. Si tel était le cas, il y a fort longtemps que les motoristes auraient conçu leurs moteurs de manière que l'air chauffé soit dirigé en permanence vers le circuit d'admission d'air du carburateur afin d'éliminer définitivement tout risque de givrage du carburateur. S'ils se sont abstenus de le faire, c'est que l'utilisation du réchauffage du carburateur en atmosphère type provoque:

1. une réduction de la puissance maximale disponible du moteur;
2. une augmentation de la consommation de carburant.

Lorsque la température ambiante diminue, l'effet négatif du réchauffage du carburateur sur le rendement du moteur s'estompe. En effet, par températures ambiantes très froides (en saison hivernale), les moteurs de certains aéronefs légers ont besoin de la chaleur fournie par le réchauffage du carburateur pour pouvoir réagir promptement aux sollicitations de la manette des gaz.

Commande de mélange

Plus un aéronef prend de l'altitude, plus la densité de l'air qui l'entoure diminue. En altitude, les cylindres du moteur reçoivent une masse d'air moins grande qu'au

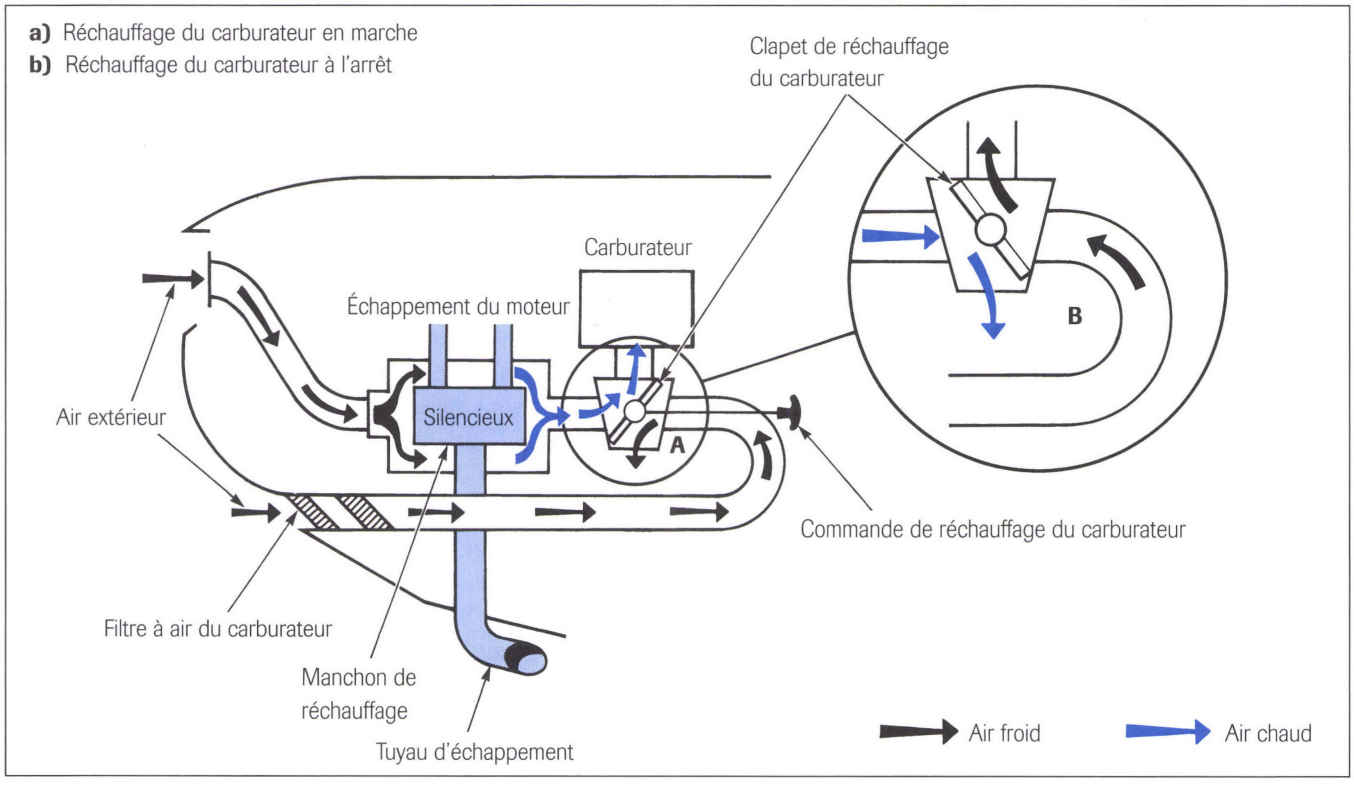


Figure 2-5 Circuit de réchauffage du carburateur

sol. Si la masse du carburant qui parvient aux cylindres demeurait toujours constante, le mélange deviendrait trop riche en altitude.

Comme le carburateur d'un moteur d'aéronef est réglé pour fournir le maximum de puissance au décollage, le mélange carburé devient graduellement trop riche à mesure que l'aéronef prend de l'altitude. On peut corriger cette disproportion à l'aide de la commande de mélange qui se présente sous la forme d'un levier ou d'une tirette placée à portée de la main du pilote.

Pour obtenir le meilleur rendement possible du moteur, il est important de maintenir un mélange carburé optimal. Toutefois, sauf indication contraire, la procédure habituelle consiste à décoller et à monter sur «FULL RICH» (plein riche), puis à conserver ce réglage aussi longtemps que l'aéronef se trouve dans le circuit d'aérodrome. Dans une certaine mesure, le moteur se refroidit mieux lorsque le mélange est riche et, puisqu'une puissance supérieure au régime normal de croisière produit davantage de chaleur à dissiper, le mélange enrichi contribue au bon fonctionnement du moteur. Les manuels de vol de certains aéronefs suggèrent de rester sur «FULL RICH» (plein riche) en dessous d'une altitude donnée. Il est très rare que l'on doive appauvrir le mélange pendant le décollage et la montée, mais cela peut arriver, par exemple, lorsqu'on décolle d'un aéroport situé à très haute altitude. Quelques aérodromes du continent nord-américain sont situés à des altitudes supérieures à 5000 pi (1524 m).

Le manuel de vol de l'aéronef précise les procédures d'utilisation correctes de la commande de mélange. Néanmoins, la procédure d'appauvrissement du mélange généralement admise consiste à tirer lentement la commande vers le réglage «LEAN» (pauvre) jusqu'à ce qu'on obtienne le régime maximal pour un réglage donné de la manette des gaz, pour ensuite repousser la commande de richesse vers le réglage «RICH» jusqu'à ce qu'une baisse de régime soit tout juste perceptible. Cette procédure permet d'obtenir la puissance optimale pour un certain réglage de la manette des gaz, tout en conservant un mélange légèrement riche qui permet d'éviter une surchauffe du moteur, puisqu'un fonctionnement continu avec un mélange trop pauvre risque d'endommager le moteur. Il convient de noter que les performances d'un aéronef relatives à la courbe de consommation de carburant et à la distance franchissable sont établies en fonction du réglage du mélange prescrit dans le manuel de vol de l'aéronef.

Bon nombre de pilotes d'aéronefs légers ont l'habitude de régler la commande de mélange sur «FULL RICH» (plein riche) avant le début de toute descente. Ils le font pour deux raisons principales: premièrement,

pour s'assurer que le mélange ne sera pas trop pauvre s'ils ont soudainement besoin de puissance et, deuxièmement, pour s'assurer que la commande sera dans la bonne position pour l'approche et l'atterrissage. Idéalement, toutefois, il faudrait régler graduellement le mélange jusqu'à «FULL RICH» (plein riche) à mesure que se déroule la descente. En effet, un mélange trop riche tend à refroidir le moteur, et ce dernier est probablement déjà trop froid à cause de la vitesse de descente élevée à puissance réduite. De plus, certains motoristes considèrent que les descentes prolongées avec un mélange trop riche sont un facteur d'encrassement prématuré des bougies.

Il est très important de connaître la bonne façon de régler la commande de mélange ainsi que les effets de ce réglage sur le fonctionnement du moteur et de l'aéronef dans son ensemble, particulièrement pour les vols voyages où l'on rencontre diverses conditions atmosphériques. Par exemple, lorsque le mélange est trop riche :

1. le moteur ne peut fournir sa puissance nominale ;
2. le moteur ne tourne pas rond ;
3. le moteur peut se refroidir plus que de raison ;
4. il y a gaspillage de carburant ;
5. il y a plus de risques d'encrassement des bougies ;
6. la distance franchissable s'en trouve réduite.

D'autre part, si le mélange est trop pauvre :

1. le moteur perd de la puissance ;
2. le moteur peut fonctionner avec des ratés et être soumis à des vibrations excessives ;
3. le moteur peut se réchauffer plus que de raison ;
4. le moteur peut être endommagé par des détonations.

Dans des conditions normales de vol, à moins que l'aéronef soit équipé d'un indicateur de mélange, il est préférable de maintenir un mélange très légèrement riche.

Commandes de chauffage et de ventilation

Dispositif de désembuage du pare-brise

Le pare-brise d'un aéronef devrait toujours être propre et exempt de tout ce qui pourrait gêner une parfaite visibilité, non seulement pour les besoins du pilotage, mais aussi pour bien voir à l'extérieur les obstacles fixes et tout le trafic aérien. Sur les aéronefs qui en sont équipés, le dispositif de désembuage du pare-brise maintient généralement le pare-brise libre de toute buée intérieure lorsque l'aéronef est en vol ; cependant, pendant la circulation au sol, l'attente pour le décollage ou le point fixe, le pare-brise peut s'embuer. Dans ce cas, on peut corriger la situation en ouvrant une fenêtre ou en entrouvrant légèrement la porte de l'aéronef afin d'améliorer la circulation d'air à l'intérieur de la cabine de l'aéronef. Cette procédure s'est également révélée valable pour les aéronefs non équipés d'un dispositif de désembuage du pare-brise.

Veillez toutefois à bien refermer et verrouiller la fenêtre et la porte avant le décollage.

Dispositif de chauffage et de ventilation

Dans la plupart des aéronefs servant à l'instruction, le chauffage de la cabine est assuré par un dispositif réglable qui dirige l'*air dynamique* extérieur (l'air qui pénètre dans une ouverture en raison du déplacement de l'aéronef vers l'avant) dans un échangeur thermique du collecteur des gaz d'échappement d'où il est dirigé par une tubulure souple dans la cabine. Beaucoup d'aéronefs sont également munis d'un dispositif réglable d'amenée d'air extérieur pour rafraîchir la cabine par temps chaud.

EXERCICE QUATRE

Circulation au sol

Généralement, on emploie l'expression *circulation au sol* pour désigner l'action de manœuvrer un aéronef sur un plan d'eau ou au sol. L'objet premier de la circulation au sol consiste à amener l'aéronef en position de décollage et à le ramener sur l'aire de stationnement après l'atterrissage. Étudiez la carte d'aérodrome et la disposition des voies de circulation et des pistes de tous les aérodromes que vous comptez utiliser afin de circuler sans hésitation et en toute sécurité.

Les voies de circulation sont identifiées par des lettres qu'on associe à des mots, comme Alpha, Bravo, Delta, Écho, etc.

Une partie de l'autorisation de la circulation au sol qu'un pilote pourrait recevoir d'une tour de contrôle pourrait être formulée de la façon suivante: «... piste deux six en service. Autorisé à circuler via Bravo et Écho.» Cette autorisation signifie que vous devez d'abord emprunter la voie de circulation Bravo, puis tourner sur la voie de circulation Écho. Vous devez connaître la disposition des voies de circulation et des pistes afin de déterminer dans quel sens tourner d'une voie à une autre. Dans l'autorisation de circulation au sol précédente, la tour de contrôle vous a autorisé à vous diriger jusqu'à la piste en service, mais non à pénétrer sur cette dernière; vous n'êtes cependant pas obligé de demander l'autorisation de traverser d'autres pistes. Lorsque la tour désire que vous vous signaliez au moment de traverser d'autres pistes, le contrôleur le précise dans son autorisation de circuler, mais vous n'êtes pas pour autant dégagé de la responsabilité de vous assurer que d'autres aéronefs ne sont pas en train d'utiliser ces pistes avant que vous les traversiez.

Si l'on vous demande d'«attendre à l'écart» avant d'accéder à un endroit donné, que ce soit une voie de circulation, une piste ou peut-être une porte d'embarquement d'aérogare, vous devez toujours «répéter» au contrôleur cette partie de l'autorisation.

Aux grands aéroports que vous connaissez mal ou pas du tout, surtout ceux où l'on utilise simultanément plus d'une piste pour les décollages et les atterrissages, la circulation au sol dans la bonne direction peut être compliquée et déroutante. N'hésitez pas à demander à la tour ou au contrôle au sol de vous guider si vous avez des doutes sur la procédure à suivre. Mentionnez que vous êtes un élève-pilote ou que vous ne connaissez pas l'aéroport; vous constaterez que le personnel de contrôle de la circulation aérienne est très serviable et coopératif.

Effet de girouette. La circulation au sol d'un aéronef monomoteur à roulette de queue dans des vents modérés ou forts peut nécessiter des efforts et de l'habileté à cause de la tendance de l'aéronef à *faire la girouette* (se placer constamment vent de face). Toutefois, dans le cas des aéronefs à train tricycle, l'effet de girouette est bien moindre, de sorte que ces aéronefs sont plus faciles à maîtriser et à diriger au sol, sauf si le vent est très fort.

Début de la circulation au sol. Pour mettre un aéronef en mouvement, il faut plus de puissance moteur que pour le garder en mouvement. La puissance nécessaire dépend de plusieurs facteurs, principalement du degré de fermeté de la surface sur laquelle se trouve l'aéronef. Dans tous les cas, on peut avoir à solliciter plus ou moins la manette des gaz, mais lorsque l'aéronef commence à se déplacer, il faut réduire aussitôt la puissance. Dès que l'aéronef commence à se déplacer, essayez les freins en amenant l'aéronef en souplesse à un arrêt complet. Il se peut que les freins ne fonctionnent pas parfaitement, mais il est important que vous connaissiez leur degré d'efficacité.

Virages. La plupart des aéronefs légers sont munis d'une roue orientable avant ou d'une roulette de queue reliée au gouvernail de direction, et dans la plupart des cas, ils peuvent être dirigés au sol par ce seul moyen sans qu'il soit nécessaire de recourir aux freins pour faciliter le virage. Pour tourner à gauche, appuyez sur le palonnier de gauche; pour rouler en ligne droite, gardez les palonniers au neutre.

L'ampleur de l'effort à exercer sur les palonniers pour se diriger où l'on veut varie selon le rayon de braquage, l'état de la surface de manœuvre ainsi que la force et la direction du vent. De ces trois facteurs, le vent est celui qui a le plus d'influence. Dans le cas des aéronefs à freinage différentiel (c'est-à-dire comprenant un circuit de freinage distinct pour chaque roue de train principal), on facilite le virage en exerçant une pression suffisante sur le frein du même côté que le palonnier utilisé pour amorcer le virage. Utilisez les freins avec modération et jamais de façon brutale.

Vitesse de circulation et visibilité. On considère que circuler à une puissance excessive et limiter continuellement la vitesse au frein est une mauvaise technique. Cette technique pourrait surchauffer les freins et réduire leur efficacité. Plus la vitesse est faible, plus il est facile de s'arrêter; circulez donc lentement et rappelez-vous qu'il s'écoule un léger laps de temps entre le moment où le pilote commence à modifier la vitesse ou la direction et le moment où le changement se produit réellement.

Il est essentiel que la visibilité vers l'avant ne soit pas gênée par le capot de l'aéronef; aussi, dans le cas de beaucoup d'aéronefs à roulette de queue, il peut être nécessaire de zigzaguer et de regarder d'abord d'un côté de l'aéronef, puis de l'autre, pour s'assurer que la voie de circulation est libre.

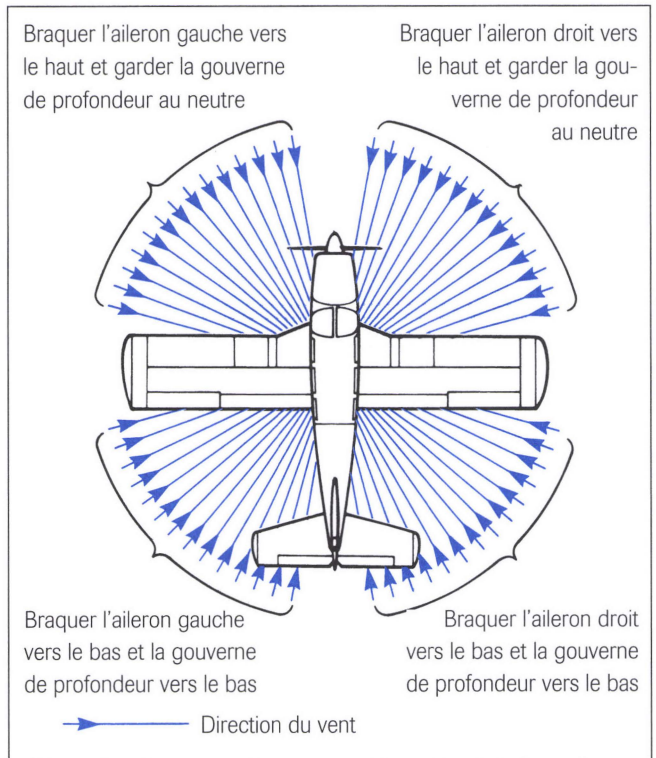
Utilisation des commandes pendant la circulation. Lorsqu'on circule directement par vent de travers, le fait de garder le manche dans le sens d'où souffle le vent aide à se diriger en raison de la manière dont sont braqués les ailerons. Dans ce cas, diverses sollicitations du gouvernail de direction seront nécessaires pour empêcher l'aéronef de virer face au vent et pour maintenir la direction de l'aéronef sur la voie de circulation. Lorsqu'on circule vent de face et qu'on désire tourner à droite, le fait de maintenir le manche à gauche aide à tourner (et vice versa).

Par forts vents de secteur arrière, redoublez d'attention lorsque vous circulez à bord d'un aéronef à train tricycle. Pour comprendre le terme *secteur arrière,* représentez-vous un aéronef circulant dans une certaine direction, franc nord par exemple. Tout vent soufflant du sud-est ou du sud-ouest est appelé un vent secteur arrière. Lorsqu'on circule par forts vents de secteur arrière, la gouverne de profondeur doit être braquée vers le bas (manche vers l'avant), et les ailerons, du côté d'où vient le vent (figure 2-6). Pour plus de précaution, évitez de freiner brusquement et de donner des coups de moteur.

Vous devez savoir que certains constructeurs d'aéronefs à train tricycle recommandent une autre façon d'utiliser les ailerons dans ce cas. Respectez toujours les recommandations du constructeur.

Lorsque vous virez et que vous passez de vent arrière à vent de face (face au vent), ralentissez. La tendance spontanée de l'aéronef de virer face au vent, encore plus aggravée par une vitesse excessive, peut donner lieu à une force centrifuge excessive. S'ajoutant au centre de gravité élevé de la plupart des aéronefs, cette force centrifuge additionnelle peut faire capoter l'aéronef; à tout le moins, les diverses parties de l'aéronef sont soumises à une force latérale néfaste.

Lorsque l'aire de manœuvre est molle ou très raboteuse, et qu'il faut utiliser plus de puissance que sur une surface ferme et de niveau, il est préférable de circuler en tenant fermement le manche vers l'arrière, à moins



Note: Les forts vents de secteur arrière exigent de la prudence. Éviter de donner des coups de moteur et de freiner brutalement lorsque l'aéronef se trouve dans cette position. Utiliser le train avant orientable et le gouvernail de direction pour maintenir la direction.

Figure 2-6 Diagramme de circulation au sol

que la force et la direction du vent ne prescrivent une autre manœuvre.

Sauf par vent nul, la force avec laquelle on doit appuyer sur les palonniers pour exécuter une manœuvre ou conserver une direction au sol dépend principalement de la vitesse du vent, de la vitesse de circulation de l'aéronef et de la configuration du train d'atterrissage de l'aéronef: tricycle ou à roulette de queue. De tous ces facteurs, la vitesse du vent est celui qui compte le plus.

Parce que de nombreux facteurs entrent en jeu, l'aéronef ne réagit pas toujours de la même façon en virage. Lorsque le vent est plus ou moins nul, on peut se diriger d'une manière presque aussi franche qu'au volant d'une automobile, mais la maîtrise de l'aéronef devient plus difficile lorsque la vitesse du vent augmente. Il faut exercer sur les pédales une pression relativement légère pour faire virer un aéronef dans le vent, mais une pression considérable et des mouvements amples peuvent être nécessaires pour faire sortir l'aéronef du lit du vent. En outre, on peut avoir à faire varier cette pression une fois que l'aéronef a commencé à tourner afin de maintenir le rayon de virage voulu. Dans certains cas, il peut être nécessaire, surtout dans le cas d'un aéronef à roulette de queue, d'agir par anticipation sur les commandes, bien que la nécessité de cette action ne soit pas encore évidente. Par exemple, si vous virez pour vous mettre dans le vent, vous pouvez avoir à anticiper qu'il faudra enfoncer le palonnier opposé au virage pour arrêter ce dernier en douceur.

Il est impossible de préconiser une vitesse de circulation qui soit sûre dans tous les cas. La première condition pour assurer la sécurité de la circulation au sol est de rester complètement maître de l'aéronef, ce qui signifie pouvoir s'arrêter ou tourner où et quand c'est nécessaire. La vitesse doit être suffisamment limitée pour que, lorsque les gaz sont coupés, l'aéronef puisse s'immobiliser rapidement. Toutefois, il faut encore insister sur le fait que la sécurité de la circulation au sol dépend de la vitesse du vent: plus le vent est fort, plus l'aéronef doit être manœuvré lentement au sol.

Lorsqu'on circule sur terrain mou, sol boueux ou enneigé, il faut conserver une vitesse faible et régulière, sinon l'aéronef risque de s'arrêter avant qu'on puisse remettre les gaz. La presque totalité de la puissance pourrait être nécessaire pour recommencer à circuler. Outre le fait que ce soit mauvais pour le moteur, l'hélice risque d'aspirer de la boue, de la glace, de la neige ou autre, qui pourraient l'endommager ou endommager d'autres parties de l'aéronef.

C'est une mauvaise technique que de tourner ou d'essayer de tourner en pivotant autour d'une des roues du train principal en se servant du freinage différentiel. Si l'on utilise le freinage différentiel pour s'aider à tourner, il faut permettre à la roue freinée de rouler suffisamment vers l'avant pour éviter d'exercer une contrainte en torsion sur la roue et la jambe du train.

Lorsque vous commencez à circuler, laissez d'abord l'aéronef rouler lentement en ligne droite pour centrer la roue avant ou la roulette de queue. Vous éviterez ainsi de heurter un autre aéronef ou un obstacle à la suite d'une embardée.

Vérification des instruments. Lorsque vous circulez sur une aire dégagée, assurez-vous que les écarts, déplacements et indications de l'indicateur de virage (IV), de l'indicateur d'assiette (IA) et de l'indicateur de cap (IC) se produisent de la manière suivante:

Instrument	Circulation en ligne droite	Virage à gauche	Virage à droite
Aiguille IV	centrée	à gauche	à droite
Bille IV	centrée	à droite	à gauche
Barre IA	immobile	immobile	immobile
Caps IC	immobile	diminuant	augmentant

Guidage au sol. Lorsqu'un aéronef reçoit des instructions de l'extérieur, on dit qu'il est guidé. Il est toujours sage de se faire aider de l'extérieur par des personnes qualifiées lorsqu'on circule sur une surface glacée, par fort vent ou dans des endroits achalandés. Les signaux réglementaires de guidage au sol figurent dans la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada de Transports Canada.

Courtoisie lors de la circulation au sol. Ne bloquez jamais une voie de circulation inutilement. Si, pour une raison quelconque, le réchauffage moteur ou le point fixe risquent de retarder l'aéronef derrière vous, choisissez un autre endroit convenable pour effectuer ces opérations.

EXERCICE CINQ

Assiettes et mouvements

Cet exercice vous apprendra dans quelles limites on modifie normalement l'assiette de l'aéronef et comment sont provoqués et dosés les mouvements nécessaires pour adopter et conserver l'assiette voulue. Certaines de ces choses peuvent sembler compliquées sur papier, mais vous les comprendrez très rapidement une fois qu'on vous en aura fait la démonstration en vol.

Surveillance extérieure

Maintenant que votre apprentissage en vol est commencé pour de bon, respectez cette règle : *regardez autour de vous*. Pour ce qui est de la sécurité en vol, *soyez à l'affût des autres aéronefs*. Soyez continuellement aux aguets. Prenez conscience de l'angle mort qui se trouve sous l'aéronef et ne supposez jamais que les autres vous voient. Soyez particulièrement sur vos gardes lorsque l'aéronef est en cabré et que l'angle mort s'agrandit du fait d'une diminution du champ de vision vers l'avant.

Un pilote doit constamment surveiller les autres aéronefs et il doit continuellement balayer le ciel des yeux. On croit généralement que l'œil voit avec la même netteté tout ce qui se présente dans son champ de vision. Ce n'est pas le cas. Fixez votre regard à un angle d'environ 5° par rapport au bord de la page et vous vous apercevrez que vous ne serez plus en mesure de lire ce qui est écrit. Des études ont révélé que l'œil percevait très mal lorsqu'il était en mouvement. Balayer largement le ciel du regard est presque inutile et peut être dangereux, puisqu'on a l'impression d'avoir examiné de grandes portions d'espace. Lorsqu'on scrute le ciel, il est recommandé de faire de petits mouvements des yeux à intervalles réguliers.

Transfert des commandes

Au cours de la formation en vol, l'élève et l'instructeur doivent, à tout moment, savoir parfaitement lequel des deux tient les commandes. Qui que ce soit qui passe les commandes à l'autre doit dire d'une voix claire : « À vous les commandes. » On doit immédiatement accuser réception en répondant : « À moi les commandes. » Lorsque l'instructeur désire prendre les commandes de l'avion, il le fait en disant en même temps : « J'ai les commandes. » L'élève confirme immédiatement en disant : « À vous les commandes. »

Assiettes

L'assiette de référence d'un aéronef est appelée *assiette de croisière*. L'assiette de croisière est la référence à laquelle se rapportent toutes les autres assiettes de vol. Elle peut être définie comme étant l'assiette d'un aéronef en palier à altitude et à vitesse constantes pour une puissance de croisière recommandée, les ailes étant parallèles à l'horizon. D'ailleurs, toutes les assiettes sont évaluées par rapport à l'horizon.

On peut diviser les assiettes de vol en deux groupes :

Assiettes en tangage. N'importe quelle position du nez de l'aéronef au-dessus ou au-dessous de la ligne de référence. La figure 2-7 montre une gamme d'assiettes en tangage de part et d'autre de cette ligne et indique approximativement les assiettes limites pour ce stade de l'instruction. On appelle « assiettes en cabré » celles qui se situent au-dessus de la ligne de référence et « assiettes en piqué » celles qui se situent au-dessous de cette ligne.

Inclinaisons latérales. N'importe quelle position des ailes lorsqu'elles sont inclinées par rapport à la ligne de référence. La figure 2-8 montre une gamme d'inclinaisons latérales par rapport à la ligne de référence ainsi que les limites d'inclinaison pour ce stade de l'instruction.

On doit noter la vitesse correspondant à l'assiette de croisière choisie afin de pouvoir la consulter lors des

démonstrations des assiettes en cabré et en piqué. On doit aussi consulter fréquemment les autres instruments. Si vous vous faites une idée du comportement de votre aéronef en consultant autant les instruments de bord que les repères extérieurs, vous acquerrez très tôt l'habitude de surveiller continuellement votre pilotage ainsi que le comportement de l'aéronef.

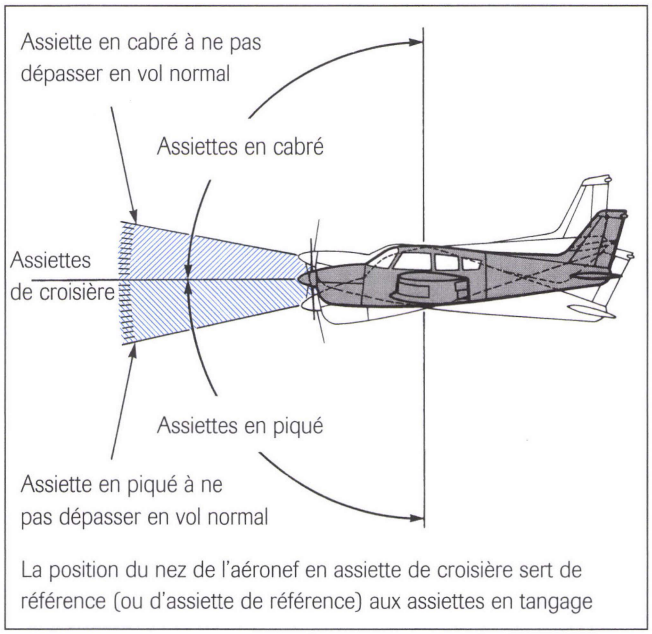


Figure 2-7 Assiettes en tangage

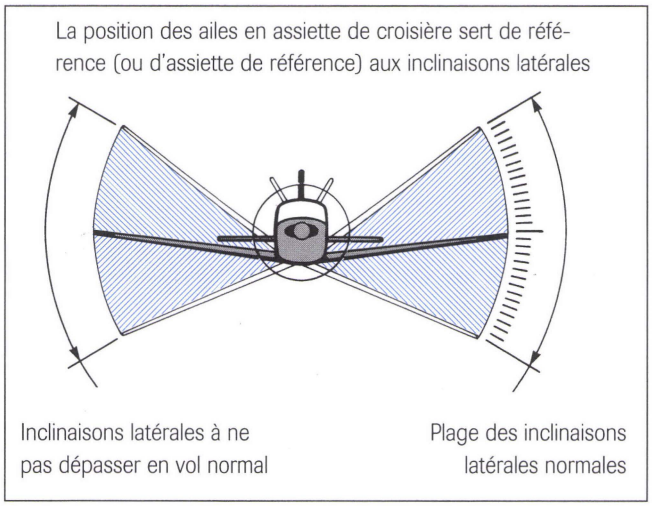


Figure 2-8 Inclinaisons latérales

Manipulation des commandes

Au cours des exercices en vol, la position des pieds, lorsqu'on excerce une pression au palonnier, doit être confortable, la plus grande partie de leur poids étant supportée par les talons reposant sur le plancher, ce qui permet d'agir avec une grande finesse du bout des pieds. Il faut tenir fermement, mais du bout des doigts, le manche et non le saisir à pleines mains pour s'y cramponner. L'appréhension ou la tension peuvent avoir pour effet qu'on serre le manche trop fort, ce qui empêche de bien «sentir» les commandes.

Réaction aux commandes

L'importance de l'action à exercer sur les commandes pour obtenir une assiette de vol voulue dépend en grande partie de la vitesse de l'air s'écoulant sur les ailerons, la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction. On peut considérer que la vitesse correspondant à l'assiette de croisière sert de référence en fait d'efficacité aux commandes. Aux vitesses supérieures à la vitesse de croisière, les commandes deviennent plus dures, et il faut exercer un plus grand effort sur les commandes pour un déplacement équivalent des gouvernes. Aux vitesses inférieures à la vitesse de croisière, les commandes deviennent plus molles, et il faut moins d'effort mais des gestes plus amples pour effectuer un changement d'assiette. Les ailerons, placés hors du souffle de l'hélice, réagissent de façon plus uniforme aux variations de vitesse, contrairement à la gouverne de profondeur et au gouvernail de direction (sauf lors d'une descente en régime de ralenti). Comme la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction sont soumis au souffle de l'hélice, ils sont toujours sensibles aux sollicitations des commandes. Cette sensibilité augmente lorsque la puissance augmente plus ou moins indépendamment de la vitesse (aux basses vitesses), jusqu'à ce que la vitesse en assiette de croisière soit atteinte. Dans une descente au moteur à basse vitesse, les ailerons nécessiteront des mouvements relativement amples, tandis que la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction nécessiteront des mouvements relativement limités.

Mouvements, commandes et axes

Fondamentalement, il faut connaître la façon de commander les trois mouvements de l'aéronef. Pour tout aéronef, ces trois mouvements se produisent autour d'un point d'application central, le centre de gravité, et on peut les définir comme ayant lieu par rapport au pilote ou à l'aéronef, ou aux deux, de la façon suivante (figure 2-9) :

1. le **tangage** : tout mouvement autour de l'axe transversal ;
2. le **roulis** : tout mouvement autour de l'axe longitudinal ;
3. le **lacet** : tout mouvement autour de l'axe vertical (axe normal).

Ces mouvements se produisent toujours par rapport à l'aéronef et au pilote, quelle que soit la position de l'aéronef par rapport à l'horizon. Il peut être difficile d'imaginer le phénomène ici, mais on le comprendra mieux au cours de l'exercice de pilotage.

Les trois mouvements d'un aéronef (figure 2-9), tangage, roulis et lacet, sont régis par trois gouvernes : la gouverne de profondeur, les ailerons et le gouvernail de direction. La gouverne de profondeur sert à produire et à doser le mouvement de tangage nécessaire à

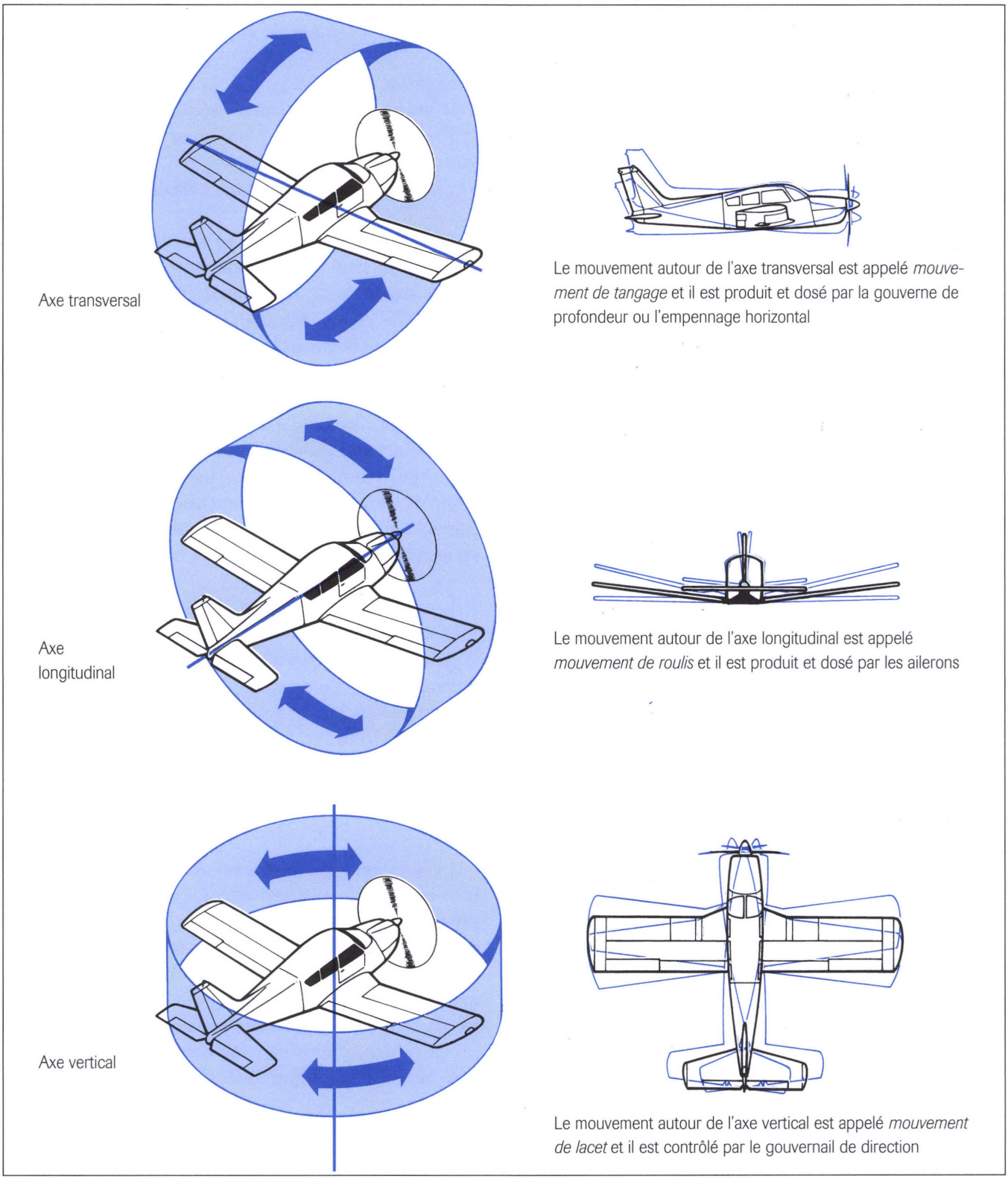


Figure 2-9 Axes et mouvements de l'avion

l'atteinte et au maintien des assiettes de tangage désirées. Les ailerons servent à produire et à doser le mouvement de roulis nécessaire à l'atteinte et au maintien des assiettes en palier et des inclinaisons latérales. Le gouvernail de direction sert à contrôler le mouvement de lacet.

Le lacet peut avoir un effet défavorable pour de nombreuses raisons : turbulence, variations de puissance ou mauvaise utilisation du gouvernail de direction. Si l'on ne contre pas le mouvement de lacet, l'aéronef peut glisser ou déraper et, ultimement, entrer dans un mouvement de roulis. Par conséquent, il est très important de maîtriser le mouvement de lacet pour demeurer en vol symétrique.

Les énoncés suivants au sujet des gouvernes sont vrais quelle que soit la position de l'aéronef par rapport à la terre.

1. Lorsqu'on tire sur le manche, le nez de l'aéronef monte.
2. Lorsqu'on pousse sur le manche, le nez de l'aéronef descend.
3. Lorsqu'on déplace le manche vers la droite, l'aéronef effectue un mouvement de roulis à droite.
4. Lorsqu'on déplace le manche vers la gauche, l'aéronef effectue un mouvement de roulis à gauche.
5. Lorsqu'on enfonce le palonnier de gauche, l'aéronef effectue un mouvement de lacet vers la gauche.
6. Lorsqu'on enfonce le palonnier de droite, l'aéronef effectue un mouvement de lacet vers la droite.

Inertie

Un aéronef a de l'inertie. Il a tendance à continuer sur sa trajectoire même lorsque des forces s'exercent pour le faire dévier de celle-ci. Ainsi, lorsqu'on déplace les commandes, il peut s'écouler un court laps de temps avant que la trajectoire de vol soit modifiée, même après que l'assiette a été modifiée. L'assiette de l'aéronef se situe toujours par rapport à l'horizon. L'horizon auquel on se réfère est l'horizon naturel de la terre, mais on désigne également ainsi l'horizon artificiel de l'indicateur d'assiette.

Indications des instruments de bord

Au cours des démonstrations des manœuvres en tangage et en inclinaison, l'instructeur vous demandera d'observer les indications de certains instruments de bord.

Lorsque l'aéronef se trouve en cabré :

1. la vitesse diminue ;
2. la maquette de l'aéronef se trouve au-dessus de l'horizon artificiel de l'indicateur d'assiette.

Lorsque l'aéronef est en piqué :

1. la vitesse augmente ;
2. la maquette de l'aéronef se trouve au-dessous de l'horizon artificiel de l'indicateur d'assiette.

Lorsque l'aéronef s'incline latéralement en virage :

1. la maquette de l'aéronef va s'incliner par rapport à l'horizon artificiel de l'indicateur d'assiette ;
2. l'indicateur de cap affiche un changement de direction ;
3. l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latéral s'incline dans le sens du virage ; si le virage est correct, la bille demeure au centre.

Lorsque l'aéronef est en cabré ou en piqué, alors qu'il est incliné à gauche ou à droite, les instruments affichent une combinaison des indications obtenues au cours de chacune des démonstrations précédentes. Par exemple, si l'aéronef est en piqué, alors qu'il effectue un virage correct à gauche :

1. la vitesse augmente ;
2. la maquette de l'aéronef se trouve sous l'horizon artificiel de l'indicateur d'assiette et inclinée à gauche ;
3. l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale s'incline à gauche, et la bille demeure au centre ;
4. l'indicateur de cap accuse une diminution de cap ;
5. l'altimètre affiche une diminution constante de l'altitude.

C'est votre premier exercice réel. Beaucoup de faits nouveaux et relativement étranges semblent se produire rapidement. Même après la démonstration en vol de cet exercice, il y a des choses que vous n'aurez sans doute pas bien comprises. C'est parfaitement normal ; alors, n'hésitez pas à questionner votre instructeur au sujet des points qui vous semblent encore obscurs.

À certains moments, vous aurez l'impression de ne faire rien de bien, de manquer de coordination et de ne rien apprendre. Tous les élèves traversent une telle période pendant leur formation. Persévérez et vous découvrirez que le processus d'apprentissage et de coordination va s'affiner à mesure que vous vous familiariserez avec l'aéronef et avec le milieu dans lequel il évolue.

EXERCICE SIX

Vol rectiligne en palier

On peut définir le vol rectiligne en palier comme étant un vol se déroulant constamment dans la même direction, les ailes à l'horizontale, pendant que l'aéronef se maintient à une altitude constante. Il est essentiel pour votre formation subséquente que vous maîtrisiez bien le vol rectiligne en palier et que vous développiez de bonnes habitudes dans le cadre de cet exercice.

Le vol rectiligne en palier s'obtient par un usage modéré des trois commandes de vol. Il est normal que se produisent de légères variations de cap, d'altitude et de vitesse. Les pilotes tâchent constamment de piloter le plus précisément possible en consultant les instruments de bord et en apportant rapidement de petites corrections pour que le vol se déroule selon les paramètres établis. En air calme, les sollicitations réelles des commandes sont si faibles qu'il s'agit plutôt d'exercer une légère pression sur celles-ci que de les déplacer de façon marquée.

Dans cet exercice, on va vous faire une démonstration du vol rectiligne en palier et vous vous y exercerez en adoptant l'assiette de croisière définie à l'exercice 5 «Assiettes et mouvements» comme référence par rapport à laquelle s'effectueront toutes les variations d'assiette et de vitesses de vol rectiligne en palier. On adopte l'assiette de croisière en prenant un repère sur une partie de l'aéronef, habituellement le nez et l'extrémité des ailes, par rapport à l'horizon. Avec l'expérience, vous acquerrez le sens du vol horizontal, mais des repères visuels serviront toujours à confirmer votre position au cours de la formation.

On maintient le vol rectiligne en conservant les ailes à l'horizontale et en exerçant la pression nécessaire sur les palonniers pour contrer tout mouvement de lacet. Si vous laissez l'aéronef s'incliner latéralement, il va commencer à tourner dans le sens de l'aile basse.

Le meilleur instrument de bord à consulter pour s'assurer de maintenir un vol rectiligne est l'indicateur de cap. Cet instrument doit d'abord être calé au moyen des lectures prélevées du compas magnétique; par la suite, il doit être recalé toutes les 15 minutes pour demeurer précis.

Compas magnétique

Étant donné la façon dont le compas magnétique est construit, des erreurs se produisent lorsqu'on traverse une zone de turbulence, qu'on effectue un virage ou qu'on modifie la vitesse. On peut classer ces erreurs, ou incohérences, en erreurs d'accélération et en erreurs causées par un virage. Les erreurs présentées ici ne sont valides que pour le vol dans l'hémisphère Nord.

Lorsqu'un aéronef accélère sur un cap est ou ouest, le compas indique un virage vers le nord. Le compas revient à son cap antérieur lorsque l'accélération diminue. Une décélération de l'aéronef produit l'effet opposé. Le compas indique un virage vers le sud et revient à son cap antérieur lorsque la décélération diminue. L'erreur d'accélération/décélération est très prononcée sur les caps est et ouest, et elle ne se produit pas sur les caps nord et sud.

L'erreur causée par un virage est très prononcée lorsqu'on tourne à partir d'un cap nord ou sud. Lorsqu'on amorce un virage à partir d'un cap nord, le compas indique d'abord un virage dans la direction opposée. Une fois le virage bien amorcé, le compas montre le virage, mais il retarde par rapport au cap réel. Lorsqu'on amorce un virage à partir d'un cap sud, le compas indique un virage dans la bonne direction; toutefois, il devance le cap réel. L'ampleur du retard ou de l'avance diminue jusqu'à zéro lorsque l'aéronef atteint un cap est ou ouest.

Lorsqu'on tourne d'un cap est ou ouest à un cap sud, il n'y a pas d'erreur lorsqu'on commence le virage. Toutefois, lorsque le cap s'approche du sud, le compas

devance de plus en plus le cap réel de l'aéronef. Le contraire est vrai lorsqu'on tourne d'un cap est ou ouest à un cap nord. Dans ce cas, le compas retarde de plus en plus sur le cap réel de l'aéronef à mesure qu'il s'approche du nord.

L'indication du compas magnétique n'est correcte que lorsque l'aéronef est en vol rectiligne à régime permanent. En d'autres termes, on peut régler le compas en vol rectiligne en palier, en montée ou en descente, à condition que la vitesse soit constante. Lorsqu'on effectue des lectures dans des conditions de turbulence, il peut être nécessaire de faire deux ou trois lectures et d'en faire la moyenne ou de lire la valeur moyenne des oscillations du compas.

Effet de la puissance

L'air refoulé vers l'arrière par une hélice tourne avec une force considérable autour de l'aéronef en vol, dans le même sens que celui de l'hélice, ce qui augmente la pression exercée sur un côté de la dérive. Il en résulte une force qui déplace la dérive latéralement et engendre un mouvement de lacet de l'aéronef. Pour compenser ce phénomène, on décale légèrement la dérive par un moyen mécanique ou aérodynamique afin d'assurer un équilibre directionnel optimal en vol de croisière normal. Une augmentation de la puissance, qui augmente la force de rotation du souffle de l'hélice, va ainsi amener un aéronef dont les hélices tournent dans le sens horaire à effectuer un mouvement de lacet vers la gauche. Une diminution de puissance va se traduire par un mouvement de lacet vers la droite. On peut facilement observer ce phénomène lorsqu'on augmente ou que l'on réduit la puissance. Il faut prévoir et corriger toute tendance de l'aéronef à effectuer des mouvements de lacet en fonction de la puissance en agissant judicieusement sur le palonnier.

Lorsqu'on augmente la puissance, le nez de l'aéronef s'élève ; si l'on ne compense pas aux commandes, l'aéronef se met à monter. Lorsqu'on diminue la puissance, le nez de l'aéronef s'abaisse, et si l'on ne compense pas aux commandes, l'aéronef se met à descendre. Lorsqu'on fait varier la puissance pour augmenter ou diminuer la vitesse en vol rectiligne en palier, il faut agir immédiatement sur les commandes pour empêcher le nez de s'élever ou de s'abaisser. Si vous augmentez ou diminuez la puissance, maintenez constante l'assiette en tangage en agissant judicieusement sur la gouverne de profondeur afin de demeurer en vol rectiligne en palier. Lorsque l'aéronef vole à la vitesse voulue, compensez de manière à supprimer la pression qu'il est nécessaire d'exercer sur le manche pour demeurer en vol rectiligne en palier.

Assiette plus puissance égalent performance

On s'interroge souvent sur les commandes du poste de pilotage qui ont le plus d'effet sur la vitesse et l'altitude. En fait, ni la gouverne de profondeur ni la manette des gaz ne commandent à elles seules la vitesse et l'altitude. La seule chose qu'on puisse vraiment affirmer à ce sujet est que la gouverne de profondeur commande l'assiette en tangage de l'aéronef et que la manette des gaz commande la puissance. Vous entendrez souvent au cours de votre carrière de pilote une expression qui explique ce fait : « Assiette plus puissance égalent performance. »

Lorsqu'un aéronef vole en croisière, le fait de tirer ou de pousser sur le manche a un effet sur la vitesse et l'altitude, tout comme des variations de puissance peuvent avoir un effet sur la vitesse et l'altitude. Voilà qui peut amener la question de savoir quelle commande a préséance dans une manœuvre qui nécessite le réglage de la puissance et des commandes de vol. Dans les faits, les commandes sont interdépendantes, puisque des changements de vitesse en croisière nécessitent un réglage simultané de la manette des gaz et de la gouverne de profondeur. Toute conception contraire ne ferait que retarder vos progrès et rendrait plus difficile la coordination des commandes, nécessaire pour manœuvrer un aéronef, quelle que soit la vitesse à laquelle il vole.

Réduction de la vitesse

Pour réduire la vitesse, alors que vous vous trouvez en vol rectiligne en palier, ramenez doucement la manette des gaz à la puissance permettant d'obtenir la vitesse voulue. Anticipez et neutralisez tout mouvement de lacet qui résultera d'une variation de puissance. Tirez suffisamment sur le manche pour conserver l'altitude désirée, et gardez les ailes à l'horizontale. Au début, la contre-pression nécessaire sera à peine perceptible, mais à mesure que la vitesse diminuera, elle se fera mieux sentir. Une fois la vitesse désirée atteinte, réglez la puissance, puis compensez l'aéronef.

Augmentation de la vitesse

Pour augmenter la vitesse, alors que vous vous trouvez en vol rectiligne en palier, poussez doucement sur la manette des gaz de façon à atteindre la puissance permettant d'obtenir la vitesse voulue. Au même moment, poussez suffisamment sur le manche pour éviter de prendre de l'altitude, et gardez les ailes à l'horizontale. Une fois la vitesse désirée atteinte, réglez la puissance, puis compensez l'aéronef.

Outre son intérêt comme exercice de pilotage, le fait d'augmenter et de diminuer la vitesse au cours du vol en

palier présente d'importantes applications pratiques. Par exemple, vous devez pouvoir conserver un espacement convenable par rapport à d'autres aéronefs dans le circuit. Aux aéroports achalandés, les aéronefs volent selon des vitesses d'approche et de circuit différentes. Il peut être nécessaire, en un point du circuit, de maintenir une vitesse de croisière élevée, puis de réduire la vitesse en un autre point pour pouvoir s'intégrer en toute sécurité au circuit tout en maintenant une altitude constante.

En vol rectiligne en palier, on n'a presque pas besoin de solliciter les commandes si l'aéronef est bien compensé et que l'air est calme. Par contre, lorsque l'air est turbulent, il faut plus d'effort physique et de coordination pour maintenir le cap et l'altitude.

Compensation

Lorsque vous augmentez ou réduisez la vitesse, vous sentez une pression sur les commandes en essayant de maintenir le vol en palier. Plus la variation de vitesse est grande, plus forte est cette pression. Une fois la nouvelle vitesse établie, éliminez la pression aux commandes en compensant l'aéronef.

La compensation est également influencée par une variation de la puissance. Les variations de pression transmises par les commandes se feront sentir avant qu'il y ait variation de vitesse. La force de pression ressentie sera fonction de la variation de puissance.

Le fait de modifier l'assiette et la puissance a un effet sur la compensation. Très rares seront les cas où vous serez en mesure de modifier ces deux paramètres sans avoir à compenser quelque peu l'aéronef. La compensation n'est pas fonction de ce que vous décidez de faire, mais plutôt de la pression que vous ressentez sur les commandes.

Votre instructeur va vous montrer comment compenser l'aéronef. Vous devrez ensuite vous habituer à compenser, à reconnaître la pression induite par les commandes et à l'éliminer. Vous piloterez ainsi d'une façon plus précise et moins fatigante.

EXERCICE SEPT

Montée

La montée est la phase du vol au cours de laquelle un aéronef gagne de l'altitude. Durant la première démonstration de cet exercice, vous remarquerez qu'il n'y a pas que l'altitude qui change. Lorsqu'un aéronef est en montée, la visibilité vers l'avant diminue du fait que le nez est relevé. La vitesse change aussi et devient une référence importante. Le fait de maintenir une vitesse donnée en montée vous permet d'obtenir une performance optimale.

La réponse à la question : « Quelle est la performance optimale ? » dépend des circonstances. Il y a plusieurs façons de monter. Si vous décollez d'un aérodrome où vous devez franchir un obstacle, la meilleure montée sera celle qui se fera à l'angle de montée le plus fort. Si vous quittez pour un vol voyage et souhaitez profiter de forts vents arrière en altitude, la meilleure montée sera celle qui vous permettra de gagner de l'altitude le plus rapidement possible (figure 2-10). Si vous montez dans le voisinage d'autres aéronefs, la meilleure montée sera celle dont l'assiette en tangage sera suffisamment faible pour offrir une bonne visibilité. Si vous montez sans autre but que de gagner de l'altitude, la meilleure montée sera celle qui combinera une vitesse ascensionnelle raisonnable, une bonne visibilité et un refroidissement efficace du moteur.

Au cours de votre formation, vous apprendrez à réaliser chacune des montées suivantes :

1. montée au meilleur taux de montée ;
2. montée au meilleur angle de montée ;
3. montée normale ;
4. montée en route.

La vitesse à laquelle vous montez va déterminer le type de montée réalisé.

Meilleur taux de montée. La vitesse de taux de montée optimal est la vitesse qui procure le meilleur gain d'altitude en un temps donné. S'il est important d'atteindre rapidement une certaine altitude, c'est la vitesse à utiliser.

Meilleur angle de montée. La vitesse d'angle de montée optimal procure le meilleur gain d'altitude sur une distance donnée. S'il y a des obstacles sur la trajectoire de décollage, par exemple, l'aéronef doit monter

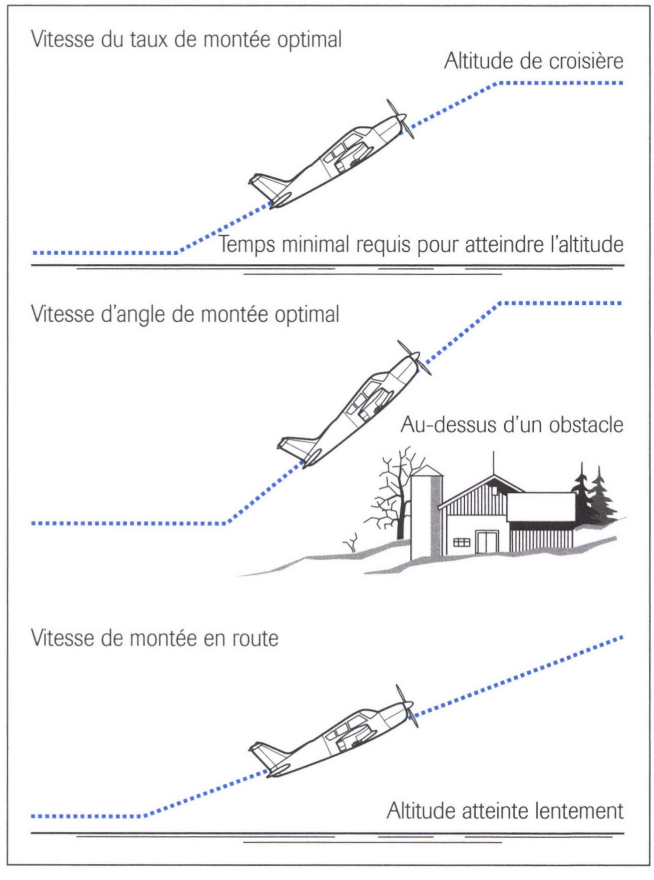


Figure 2-10 Vitesse de montée

à la vitesse du meilleur angle de montée pour passer bien au-dessus des obstacles en franchissant la plus courte distance possible au sol.

Le moteur risque de surchauffer si l'aéronef vole trop longtemps à la vitesse du meilleur angle de montée ou à la vitesse du meilleur taux de montée. Il faut donc reprendre la vitesse normale de montée dès qu'il est opportun de le faire.

Montée normale. Comme son nom l'indique, la vitesse normale de montée correspond à la vitesse à laquelle l'aéronef monte dans des conditions normales. La vitesse normale de montée est plus élevée que les vitesses donnant les meilleurs angles de montée et que les meilleurs taux de montée ; elle est donc recommandée pour les montées normales, car :

1. la visibilité vers l'avant est meilleure ;
2. la plupart des aéronefs légers décollent et montent à pleins gaz ; donc, à cette puissance, le refroidissement du moteur nécessite un important volume d'air, ce qui revient à dire que plus les vitesses sont élevées, plus le refroidissement est efficace. La vitesse normale de montée recommandée pour un aéronef tient compte (entre autres) de la nécessité d'un refroidissement suffisant.

Montée en route. Les montées en route se font à diverses vitesses, de la vitesse normale de montée à la vitesse normale de croisière. Il pourrait s'agir, par exemple, de gagner lentement de l'altitude pour monter graduellement sous une couche nuageuse ascendante en adoptant une vitesse légèrement inférieure à la vitesse normale de croisière et une puissance légèrement supérieure à la puissance normale de croisière. Durant une telle montée, le confort et les nécessités du vol sont les facteurs primordiaux, puisque la montée n'est pas soumise à des limites de temps ou de distance.

Comme on l'a vu dans l'exercice 6, « Vol rectiligne en palier », le souffle de l'hélice a tendance à imprimer à l'aéronef un mouvement de lacet vers la gauche. C'est particulièrement le cas à faibles vitesses et à régime élevé, par exemple pendant une montée. Gardez les ailes à l'horizontale et utilisez le gouvernail de direction pour contrer tout mouvement de lacet vers la gauche.

Avant d'amorcer une montée, regardez soigneusement autour, surtout vers l'avant, pour voir s'il n'y a pas d'autres aéronefs. À mesure que le nez de l'aéronef s'élève en cabré, votre visibilité vers l'avant diminue au point qu'il devient impossible d'apercevoir d'autres aéronefs à la même altitude ou à une altitude inférieure.

Pour amorcer une montée normale, placez l'aéronef dans un cabré qui vous permettra de conserver une vitesse de montée normale et augmentez la puissance à la valeur recommandée pour une montée normale. Au début, les sollicitations des commandes de vol et des commandes moteur se feront distinctement, mais à mesure que vous gagnerez de l'expérience, elles devraient se faire presque simultanément. Une fois la vitesse stabilisée, réglez l'assiette de l'aéronef pour atteindre la vitesse désirée. Vérifiez de nouveau la puissance, puis compensez l'aéronef jusqu'à ce qu'aucune pression sur le manche ne soit nécessaire pour conserver l'assiette convenable. L'altimètre affichera une augmentation constante de l'altitude, et le variomètre indiquera une vitesse ascensionnelle constante.

Si l'air est turbulent, même des pilotes chevronnés auront de la difficulté à conserver des valeurs constantes sur ces instruments, surtout sur le variomètre.

Pour revenir en vol rectiligne en palier après une montée, reprenez l'assiette de croisière normale, accélérez jusqu'à la vitesse de croisière (veillez à ne pas dépasser le régime recommandé par le constructeur), puis réduisez la puissance à sa valeur normale de croisière. Réglez de nouveau l'assiette pour maintenir l'altitude, vérifiez de nouveau la puissance, puis compensez l'aéronef pour le vol rectiligne en palier.

La densité de l'air a une influence importante sur les caractéristiques de montée d'un aéronef (figure 2-11). Plus dense est l'air, meilleure est la performance. Généralement, il y a trois facteurs importants au sujet de la densité de l'air :

1. la densité diminue à mesure que l'altitude augmente ;
2. la densité diminue à mesure que la température augmente ;
3. la densité diminue à mesure que l'humidité de l'air augmente.

L'humidité influence aussi le comportement du moteur parce que la vapeur d'eau dans l'air réduit la quantité d'air nécessaire à la combustion.

On peut donc s'attendre à ce qu'un aéronef monte relativement bien par temps froid et sec à partir d'un aéroport situé à 150 pi (45,8 m) au-dessus du niveau de la mer, alors que les caractéristiques de montée du même aéronef seront nettement moins bonnes par temps chaud et humide à un aéroport situé à 2000 pi (610 m) au-dessus du niveau de la mer.

La densité de l'air, ou son manque de densité, qui influence le comportement du moteur a aussi un effet sur l'anémomètre à mesure que l'aéronef gagne de l'altitude. La densité de l'air diminuant avec l'altitude, l'anémomètre indique progressivement une moindre

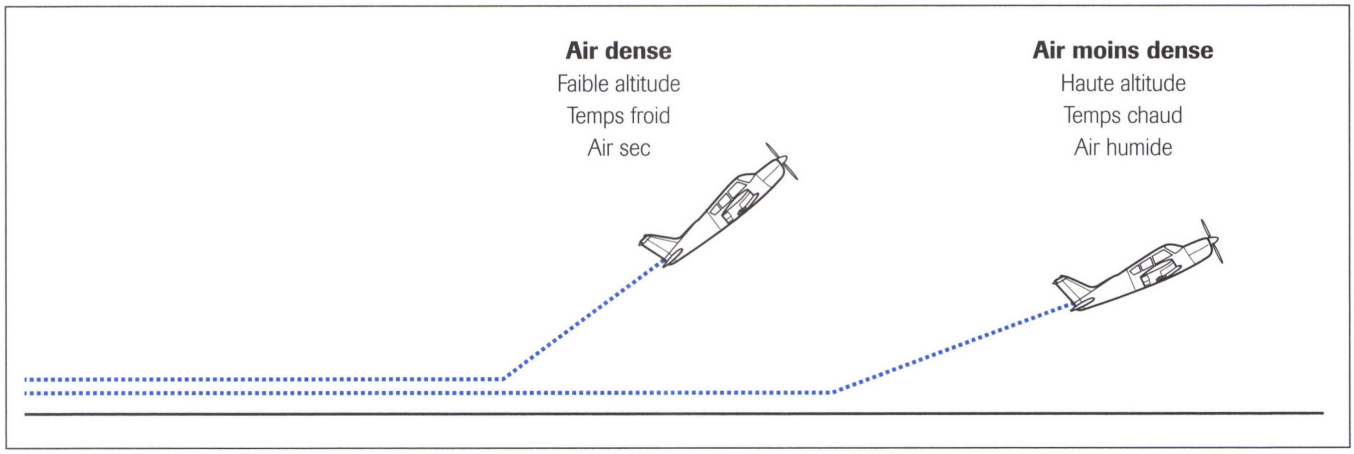


Figure 2-11 Effet de la densité de l'air sur la course au décollage et la vitesse ascensionnelle

vitesse, bien que la vitesse réelle de l'aéronef demeure relativement constante. À moins de régler la vitesse à mesure que l'aéronef prend de l'altitude, la vitesse ascensionnelle va diminuer jusqu'à ce que l'aéronef vole en palier au lieu de monter.

Pour maintenir une vitesse ascensionnelle raisonnablement précise, on suggère généralement de réduire la vitesse en montée indiquée recommandée au niveau de la mer de 1,75 % (environ 2 kt) par millier de pieds d'augmentation d'altitude, sauf pour les 1000 premiers pieds (305 m). Supposons que la vitesse indiquée recommandée en montée au niveau de la mer pour l'aéronef est de 90 kt. À une altitude de 2000 pi (610 m), la vitesse ascensionnelle indiquée serait corrigée à 88 kt ; à 3000 pi (915 m), à 86 kt, et ainsi de suite.

L'altitude-densité est l'altitude qui correspond à une densité donnée en atmosphère type. Il s'agit d'une « convention », et non d'un niveau de vol. À moins de connaître l'altitude-densité, il est difficile de déterminer avec précision les performances d'un aéronef, ce qui peut constituer un facteur très important dans certaines conditions de décollage et de montée. Par exemple, le manuel de vol d'un certain aéronef précise que si l'on décolle d'un aéroport situé à 3000 pi (915 m) d'altitude, la vitesse ascensionnelle initiale sera de 400 pi/min (122 m/min). Il faudrait convertir l'altitude de la piste en altitude-densité pour se faire une juste idée des performances de montée prévues. Si la température de l'air extérieur est de 28 °C, l'altitude-densité pourrait correspondre à 5000 pi (1524 m). D'après le manuel de vol, à 5000 pi (1524 m), la vitesse ascensionnelle initiale passe alors à 260 pi/min (79 m/min). Certaines tables de caractéristiques de montée donnent aussi les températures moyennes en plus de l'altitude de la piste, mais il faut les interpréter soigneusement en cas de températures extrêmes. L'altitude-densité se calcule rapidement à l'aide de la plupart des règles à calcul circulaires ou des calculateurs de vol électroniques. Comme l'air humide (vapeur d'eau) est moins lourd que l'air sec, sa densité est moindre. Par conséquent, par une journée pluvieuse ou humide, les performances en montée sont moins bonnes que par une journée normale où l'air est sec. Ainsi, dans certaines conditions, la vitesse ascensionnelle après décollage pourrait être critique.

Un aéronef à train escamotable monte à une plus grande vitesse et prend plus d'altitude sur une courte distance lorsque le train est rentré. Il faut donc rentrer le train dès que possible après que l'aéronef a atteint l'assiette de montée initiale pour obtenir des performances de montée optimales. Par ailleurs, il faut s'attendre à corriger l'assiette au cours de la rentrée du train, car beaucoup d'aéronefs ont tendance à se cabrer lorsque les roues n'offrent plus de résistance au souffle de l'hélice.

Sur certains types d'aéronef, la sortie limitée des volets fait partie de la procédure normale de décollage ; mais habituellement, on ne sort les volets que s'il est nécessaire de réduire la course au décollage et d'accentuer l'angle de montée initiale. Dans tous les cas, consultez le manuel de vol de l'aéronef pour savoir comment vous servir des volets, puisque même un braquage des volets qui assure une portance optimale pour un minimum de traînée diminue la vitesse ascensionnelle de l'aéronef. Par conséquent, si les volets ont été sortis pour le décollage, rentrez-les le plus tôt possible dès qu'ils ne sont plus nécessaires, mais pas avant d'avoir stabilisé l'aéronef dans l'assiette de montée désirée, bien au-dessus de tout obstacle.

S'il y a risque de givrage du carburateur, vous devrez peut-être utiliser le réchauffage du carburateur en montée. Dans le cas des montées pleins gaz, la puissance du moteur est réduite. Maintenez la vitesse et acceptez une légère diminution de la vitesse ascension-

nelle. Dans un aéronef conçu pour monter autrement qu'à pleins gaz, lorsque le réchauffage du carburateur fonctionne, il faut conserver le régime désiré (ou la pression au collecteur) en augmentant le régime et, à mesure que la densité de l'air le permet, maintenir la vitesse et la vitesse ascensionnelle. Consultez le manuel de vol de l'aéronef pour connaître la procédure qui s'applique à votre aéronef.

Plus que dans toute autre manœuvre normale, c'est en montée que l'effet de la masse est le plus prononcé sur le comportement d'un aéronef léger. À cause de l'effet de sol, un aéronef chargé à sa masse maximale autorisée peut décoller après une course au décollage relativement courte, mais une fois hors de l'effet de sol, sa vitesse ascensionnelle risque d'être sérieusement touchée. Les caractéristiques de montée sont des plus importantes si des obstacles se trouvent sur la trajectoire de montée envisagée de l'aéronef, surtout si l'altitude de l'aéroport (ou du terrain) et la température ambiante sont élevées. Consultez les caractéristiques de montée dans le manuel de vol de l'aéronef.

Il arrive parfois qu'il soit nécessaire d'interrompre une approche et de remonter, alors que l'aéronef est en configuration d'atterrissage, volets complètement sortis. Il faut alors mettre la puissance de décollage doucement, mais rapidement, tout en adoptant une assiette de montée correspondant à une vitesse de montée sécuritaire. Lorsque les volets sont complètement sortis, il faut estimer cette assiette au moyen de repères visuels correspondant à la connaissance préalable qu'on a de cette assiette. Comme l'aéronef était compensé pour l'atterrissage, la remise des gaz va fort probablement faire cabrer l'aéronef; par conséquent, il importe que vous soyez prêt à pousser sur le manche et à compenser de nouveau l'aéronef pour conserver l'assiette désirée. Rentrez les volets dès que possible au braquage qui convient à la montée, mais procédez graduellement et par petits paliers. Chaque fois qu'on modifie le braquage des volets, il faut compenser l'aéronef de nouveau. Dans le cas des aéronefs munis de volets à commande mécanique, rentrez les volets d'un cran à la fois.

En montée prolongée, abaissez momentanément le nez ou changez de cap à intervalles réguliers pour être en mesure de scruter le ciel devant vous afin de déceler la présence d'autres aéronefs.

Descente

Pour descendre d'une altitude à une autre, on peut procéder de plusieurs façons, selon les diverses exigences opérationnelles. Les descentes peuvent s'effectuer selon deux techniques de base :

1. les descentes au moteur (assistées par moteur) ;
2. les descentes en régime de ralenti (vol plané).

On peut modifier chacune de ces deux techniques de descente pour satisfaire aux exigences du taux de descente et de la distance parcourue propres à presque toutes les situations. Toutefois, la descente au moteur offre au pilote une meilleure maîtrise de la trajectoire de descente de l'aéronef.

La vitesse qui offre le meilleur coefficient de finesse permettra à l'avion de planer sur la plus grande distance possible. Déterminez cette vitesse et mémorisez-la, puisque ce type de descente est utilisé en approche précédant un atterrissage forcé. La plupart des manuels de vol des aéronefs indiquent la meilleure vitesse de vol plané dans leurs diagrammes de vol plané maximal. Un de ces diagrammes montre qu'à sa meilleure vitesse de vol plané de 70 kt (en air calme), à une hauteur de 6000 pi-sol (1829 m-sol), l'avion va planer sur une distance de 10 milles marins (nm). Le même avion volant à 60 kt présenterait un taux de descente légèrement inférieur, mais il ne parcourrait pas 10 milles (16 km) à cause de sa vitesse inférieure. Si le même avion vole à une vitesse de 55 kt, sa finesse se dégrade au point où le taux de descente est bien supérieur à ce qu'il serait à 70 kt. Pour cette raison et à cause de sa vitesse inférieure, il planerait sur une distance de moins de 4 milles (6,4 km).

La vitesse optimale de vol plané recommandée permet d'adopter une assiette correspondant à la plus grande distance parcourue en air calme. Toutefois, la vitesse du vent joue un rôle prépondérant dans la détermination de la vitesse et de l'assiette qui permettront de couvrir la plus grande distance par unité de hauteur. Il peut être très difficile de déterminer cette assiette lorsque le vent change constamment de direction et de vitesse. Voilà pourquoi, dans une situation critique comme un atterrissage forcé, il vaut mieux éviter de compliquer une situation déjà problématique en utilisant la vitesse de vol plané par vent nul recommandée, qui est bien connue, puis d'évaluer la distance franchissable qui s'offre à vous dans les circonstances. Une méthode visuelle pour estimer la distance franchissable en vol plané est présentée dans les paragraphes suivants.

Estimation de la distance franchissable

Vous avez vu dans un chapitre précédent que si un autre aéronef semble occuper une position fixe sur votre pare-brise tout en paraissant grossir de plus en plus, vous finirez par entrer en collision avec lui si vous ne prenez pas de mesures pour l'éviter. En d'autres termes, l'autre aéronef devient un objet fixe, et à mesure qu'il grossit, vous vous dirigez droit sur lui. Ce même principe peut être utilisé lorsqu'on s'efforce d'atteindre un point précis au sol lors d'une descente au moteur ou d'une descente en vol plané, par exemple, lors d'une approche normale, d'un atterrissage de précaution ou d'un atterrissage forcé. Le point au sol, à un aérodrome, peut être le point de début d'arrondi ou, dans le cas d'un atterrissage forcé, le point de toucher des roues. Si le point choisi au sol reste stationnaire par rapport à un point fixe sur votre pare-brise, l'avion touchera le sol au point choisi.

Le « point fixe » peut être n'importe quel point que vous choisissez comme repère sur le pare-brise. Il peut être situé à plusieurs pouces (cm) au-dessus du tableau

de bord ou près du compas magnétique; ce peut être une marque que vous avez faite vous-même à l'encre délébile ou un petit morceau de ruban gommé. Tout est mesuré par rapport à ce point imaginaire ou réel, fixe, sur le pare-brise.

Lorsque l'aéronef est stabilisé en descente au moteur ou en descente en régime de ralenti selon une assiette et une vitesse constantes, l'observation visuelle des points situés au sol par rapport à un point fixe situé sur votre pare-brise vous fournira les indications suivantes:

1. Les points au sol qui semblent se déplacer au bas du point fixe sur le pare-brise sont des positions au sol que vous pouvez atteindre et survoler en ayant de l'altitude en réserve.
2. Le point situé au sol qui demeure stationnaire par rapport au point fixe sur votre pare-brise représente le point au sol que votre aéronef devrait atteindre.
3. Les points au sol qui semblent se déplacer au-dessus du point fixe sur le pare-brise sont les positions au sol que votre aéronef ne peut atteindre.

Descentes en régime de ralenti

Pour amorcer une descente en régime de ralenti à partir d'un vol rectiligne en palier, vous devez:

1. effectuer toutes les vérifications dans le poste de pilotage et noter l'affichage de l'altimètre;
2. scruter le ciel au-dessus et au-dessous, pour repérer d'autres aéronefs, le cas échéant;
3. couper les gaz en douceur, mais rapidement;
4. rester en ligne droite (l'aéronef aura tendance à effectuer un mouvement de lacet vers la droite) et laisser diminuer la vitesse;
5. adopter une assiette correspondant approximativement à la meilleure vitesse de vol plané;
6. compenser;
7. au besoin, corriger légèrement l'assiette en tangage pour obtenir la vitesse appropriée, puis compenser de nouveau;
8. noter la diminution régulière d'altitude sur l'altimètre et le taux de descente sur le variomètre.

Pour revenir en vol rectiligne en palier à partir d'une descente en régime de ralenti, vous devez:

1. scruter le ciel au-dessus et au-dessous, pour repérer d'autres aéronefs, le cas échéant;
2. noter l'affichage de l'altimètre;
3. a) pousser la manette des gaz jusqu'à la puissance permettant de voler en croisière (réchauffage carburateur coupé);
   b) adopter l'assiette de croisière et la maintenir jusqu'à ce que l'aéronef accélère à la vitesse de croisière;
   c) rester en ligne droite (l'aéronef aura tendance à effectuer un mouvement de lacet vers la gauche à mesure que la manette des gaz est poussée);
4. compenser;
5. régler la puissance et les commandes de vol pour maintenir l'altitude et la vitesse désirées;
6. compenser de nouveau.

Au cours des descentes en régime de ralenti, on ne doit pas laisser le moteur trop se refroidir, sans quoi il peut ne pas répondre normalement au moment où l'on augmente les gaz pour reprendre le vol rectiligne en palier. En descente, il faut reprendre la puissance de croisière à intervalles appropriés pour maintenir la température moteur près de la normale et éviter l'encrassement des bougies. Sur beaucoup d'aéronefs, il faut utiliser le réchauffage du carburateur au cours des descentes en régime de ralenti; sur d'autres, il n'est pas recommandé de le faire. Consultez le manuel de vol de l'aéronef pour connaître la bonne méthode.

Descentes au moteur

On descend au moteur lorsqu'on veut adopter un taux de descente précis et atteindre une distance précise. La plupart des descentes et des approches en vue d'un atterrissage sont habituellement effectuées au moteur, ce qui permet d'adopter un taux de descente compatible avec le confort des passagers et qui satisfait aux exigences de vitesse et d'espacement prévues dans les procédures d'intégration au circuit de l'aéroport. Pour amorcer une descente au moteur, effectuez les vérifications dans le poste de pilotage, regardez autour pour voir s'il n'y a pas d'autres aéronefs, puis vous devez:

1. réduire la puissance à un régime prédéterminé ou jugé adéquat pour obtenir la vitesse et le taux de descente désirés;
2. laisser la vitesse diminuer à la vitesse désirée;
3. abaisser le nez selon une assiette qui assurera le taux de descente désiré;
4. compenser pour conserver cette assiette;
5. vous assurer que la vitesse et le taux de descente sont ceux qui sont désirés; si ce n'est pas le cas, augmentez ou diminuez la puissance et réglez l'assiette jusqu'à ce que vous obteniez la condition de vol recherchée;
6. compenser de nouveau.

Pour diminuer le taux de descente au cours d'une descente au moteur, adoptez la puissance qui donnera le taux de descente voulu, réglez en même temps l'assiette de l'aéronef pour conserver la meilleure vitesse de descente, puis compensez de nouveau en fonction de la nouvelle assiette. Sur la plupart des aéronefs, l'augmentation de la puissance fait cabrer l'aéronef, aussi un très petit réglage des commandes est nécessaire pour prendre la nouvelle assiette et conserver la vitesse originale. S'il faut ensuite descendre en régime de ralenti, l'aéronef va piquer du nez à mesure qu'on va réduire les gaz et adopter plus ou moins l'assiette de la meilleure vitesse de vol plané sans qu'il faille trop corriger aux commandes si l'aéronef est correctement compensé pour chaque assiette. Une compensation appropriée est la clé d'une transition précise et en douceur d'une assiette ou vitesse à une autre.

Toutes les modifications de vitesse et du taux de descente peuvent être conjuguées pour donner l'effet voulu. Une descente en route consiste généralement à réduire la puissance pour obtenir un taux de descente approprié, la vitesse de croisière demeurant la même. À l'approche de l'aéroport de destination, il peut être souhaitable de réduire la puissance de façon que la descente se fasse à vitesse réduite. En définitive, la descente au moteur nécessite un réglage de puissance qui offrira le taux de descente voulu tout en maintenant la vitesse d'approche recommandée pour l'atterrissage.

Les descentes au moteur nécessitant des angles de descente importants, comme lors d'une approche avec franchissement d'obstacles, supposent normalement la sortie complète des volets et des vitesses d'approche inférieures à la normale. Consultez le manuel de vol de l'aéronef ou le manuel d'utilisation du pilote pour déterminer le calage des volets et la vitesse. Si l'on parle de « vitesse corrigée » (CAS), assurez-vous de consulter la table de correction des vitesses de ces manuels pour calculer la « vitesse indiquée » (IAS) avant d'entreprendre l'approche avec franchissement d'obstacles.

L'angle de descente des aéronefs à train d'atterrissage escamotable peut être accentué par la sortie du train. La plupart des aéronefs se présentent en vol plané sous un angle trop fermé pour satisfaire à de nombreuses nécessités, par exemple le franchissement d'obstacles lors d'une approche avant atterrissage. L'angle de descente peut être accentué par une descente à très haute ou à très basse vitesse, mais aucun de ces deux cas ne donne satisfaction dans des circonstances normales. Voilà pourquoi l'aéronef est muni de volets. Lorsqu'ils sont sortis, les volets accentuent l'angle de

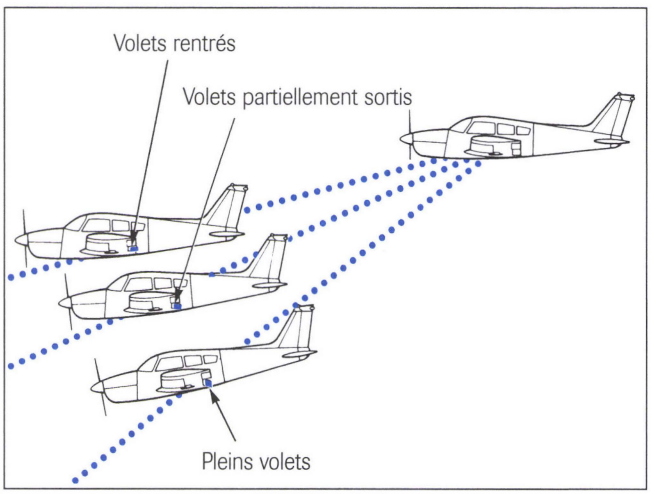


Figure 2-12 Les volets influencent le taux de descente et la distance franchissable

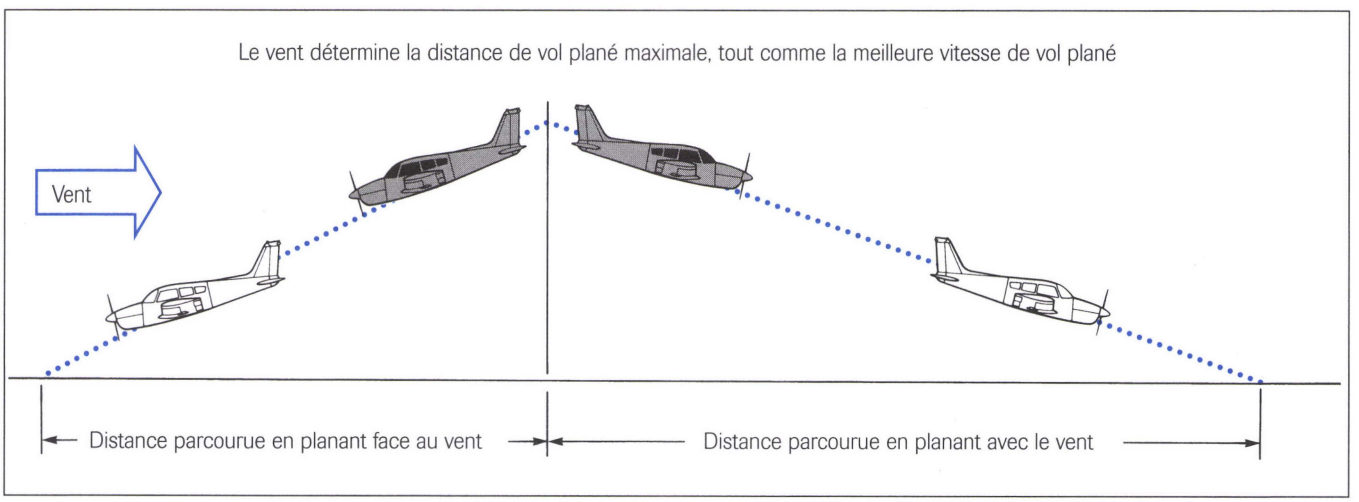


Figure 2-13 Distance et vitesse de vol plané

descente, quelle que soit la vitesse (figure 2-12). Plus les volets sont sortis, plus l'angle de descente pour une vitesse donnée est accentué. Un autre avantage réside dans le fait que plus l'assiette de descente est accentuée, meilleure est la visibilité vers l'avant. Outre la traînée causée par la sortie des volets, la portance est augmentée pour une même vitesse. Il est donc possible de descendre à une vitesse moins grande que lorsque les volets sont rentrés.

Le vent dominant va influencer grandement la distance de vol plané maximale (figure 2-13). En planant dans le vent, vous pouvez augmenter la distance franchissable en adoptant une vitesse légèrement supérieure à la normale. En planant vent arrière, vous pouvez franchir une plus grande distance en adoptant une vitesse inférieure à la normale. Le même raisonnement s'applique lors du vol de croisière visant à parcourir la plus grande distance possible face au vent ou avec le vent.

Virages

Le virage est une manœuvre de base servant à changer de cap. On décrit un virage précis en palier comme étant un changement de direction, à l'inclinaison voulue, sans glissade ni dérapage, tout en gardant l'altitude voulue. C'est ainsi qu'on définit aussi le virage coordonné. Du point de vue de l'aérodynamique, le virage est probablement une des manœuvres de base les plus complexes et il nécessite une coordination précise de toutes les commandes.

Pour faire virer un aéronef, on exerce une action coordonnée sur les commandes jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'inclinaison voulue. En virage, l'inclinaison a pour objet d'incliner la portance pour que non seulement celle-ci assure la sustentation de l'aéronef, mais qu'elle crée aussi la force nécessaire (force centripète), orientée vers le centre du virage, pour s'opposer à la force centrifuge qui tend à éloigner l'aéronef du centre du virage.

Dans un virage en palier, la portance doit être en mesure de supporter l'aéronef et de fournir une force dirigée vers l'intérieur. Par conséquent, elle doit être plus importante qu'en vol rectiligne en palier. On peut obtenir cette portance supplémentaire en augmentant l'angle d'attaque des ailes et en acceptant une certaine diminution de la vitesse (figure 2-14). Jusqu'à une certaine inclinaison, on peut conserver la vitesse en augmentant la puissance.

Aux fins de l'entraînement, on distingue trois sortes de virage :

1. le virage **à faible inclinaison**, dont l'angle d'inclinaison atteint 15° au plus ;
2. le virage **à inclinaison moyenne**, dont l'angle d'inclinaison est compris entre 15 et 30° ;
3. le virage **serré**, dont l'angle d'inclinaison est supérieur à 30°.

Outre les virages en palier, il existe :

1. les virages **en montée**, qui sont normalement des virages à faible inclinaison ;
2. les virages **en descente**, qui peuvent être des virages à faible ou à moyenne inclinaison ou des virages serrés.

Au début du virage, l'aile qui se soulève crée une traînée plus importante que l'aile qui s'abaisse. Il en résulte un mouvement de lacet du côté de l'aile haute, et l'aéronef essaie d'abord de virer dans le mauvais sens. C'est ce qu'on appelle le lacet inverse (voir Chapitre 1). Pour contrer le lacet inverse, il faut agir comme il convient sur le palonnier, du côté du virage. L'ampleur de l'action sur le palonnier varie selon la rapidité d'exécution du virage et, souvent, selon le type d'aéronef.

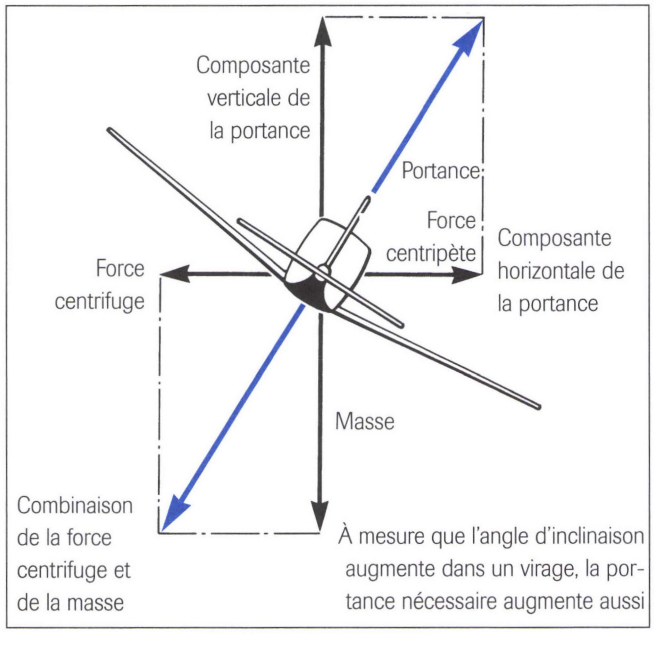


Figure 2-14 Forces agissant dans un virage

Il est très important à ce stade de bien comprendre que le palonnier n'est utilisé en virage que pour corriger le lacet inverse. Le lacet inverse a été presque entièrement éliminé sur les aéronefs de construction récente, ce qui fait qu'on a pu diminuer très efficacement la pression à exercer sur le palonnier pour contrer le lacet inverse en début de virage.

Voici des principes que vous devez bien comprendre :

1. À une vitesse donnée, plus l'angle d'inclinaison est grand :
   a) plus grand est le taux de virage ;
   b) plus petit est le rayon de virage ;
   c) plus élevée est la vitesse de décrochage ;
   d) plus grand est le facteur de charge.
2. Plus la vitesse est grande pour un angle d'inclinaison donné :
   a) plus faible est le taux de virage ;
   b) plus grand est le rayon de virage.
3. Pour effectuer un virage au plus petit rayon et au plus grand taux à un angle d'inclinaison donné, il faut voler à la plus faible vitesse possible pour cet angle. Pour tous les aéronefs, la vitesse de décrochage augmente avec l'angle d'inclinaison latérale, et cette augmentation de la vitesse de décrochage croît très rapidement à mesure que l'angle d'inclinaison s'accentue. À 30° d'inclinaison, la vitesse de décrochage augmente de 8 % par rapport à celle du vol en palier. À 45°, elle augmente de 18 %, à 60°, de 40 %, à 75°, de 100 % et à 83°, de 200 %. Par conséquent, un aéronef ayant une vitesse de décrochage de 50 kt en vol en palier verra sa vitesse de décrochage passer à 150 kt (50 + 100) dans un virage incliné à 83°.

De même, la charge alaire, ou facteur de charge, augmente lentement à mesure que l'angle d'inclinaison croît, puis très rapidement par la suite (voir « Facteur de charge » au Chapitre 1). Par exemple, le facteur de charge d'un aéronef exécutant un virage incliné à 60°, quelle que soit la vitesse et pour une même altitude, est le double de celui pour le vol rectiligne en palier, tandis que ce facteur est 5,76 fois plus élevé dans le cas d'un virage incliné à 80°.

On n'insistera jamais trop sur l'importance de bien scruter le ciel à la recherche d'autres aéronefs avant et pendant un virage. Avant d'amorcer un virage, regardez bien dans les deux directions ainsi qu'au-dessus et en dessous. Pendant le virage, continuez à surveiller le ciel, surtout dans le sens du virage. À la sortie du virage, regardez encore une fois autour, dans les deux directions ainsi qu'au-dessus et en dessous. La surveillance et le pilotage nécessitent une attention constante de la part du pilote.

La posture du pilote est importante dans toutes les manœuvres de l'aéronef, mais surtout dans les virages. Asseyez-vous confortablement et tenez-vous le buste droit. Ne vous penchez pas du côté opposé au centre du virage, mais ne vous raidissez pas non plus en position verticale. Relaxez-vous et faites corps avec l'aéronef dans le virage. Se raidir ou changer continuellement de position sur son siège modifie les références visuelles et peut rendre votre pilotage tendu et imprécis (figure 2-15).

Un virage en palier précis doit s'amorcer alors que l'aéronef se trouve le plus possible en vol rectiligne en palier. Toute erreur commise au début du virage risque d'être amplifiée pendant ce dernier. C'est aussi vrai dans le cas des virages en montée et en descente.

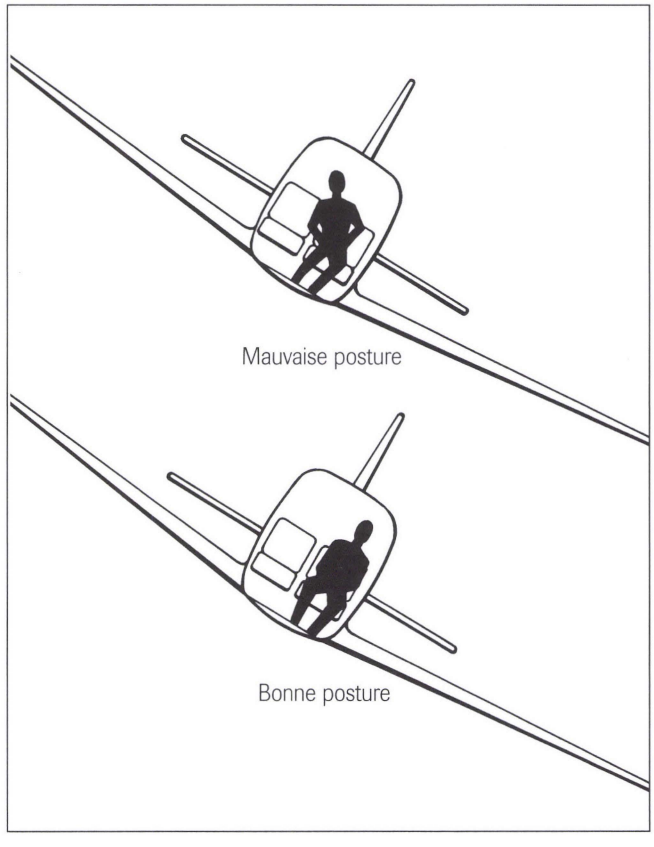


Figure 2-15 Posture durant le virage

L'entrée en virage, le virage lui-même et la sortie du virage semblent s'effectuer d'un seul mouvement simultané des trois commandes chez un pilote expérimenté. Au début, toutefois, il est préférable de considérer chaque commande individuellement, les ailerons commandant l'inclinaison, la gouverne de profondeur,

l'assiette et le gouvernail de direction contrant le lacet. De cette façon, on éliminera dès le départ certaines des erreurs les plus courantes, par exemple l'utilisation excessive du gouvernail de direction.

Pour amorcer un virage en palier :

1. assurez-vous que l'aéronef se trouve bien en vol rectiligne en palier ;
2. surveillez l'espace environnant pour repérer d'autres aéronefs ;
3. inclinez l'aéronef en souplesse au moyen des ailerons jusqu'à l'angle d'inclinaison voulu et conservez cette assiette ;
4. en même temps, utilisez judicieusement le palonnier pour contrer toute tendance de l'aéronef au lacet inverse ;
5. utilisez la gouverne de profondeur pour maintenir une bonne assiette en tangage par rapport à l'horizon ;
6. continuez à surveiller l'espace environnant.

Dans un virage à faible inclinaison, la position du nez de l'aéronef par rapport à l'horizon, qui constitue une référence visuelle de l'assiette en tangage, demeure à peu près la même qu'en vol rectiligne en palier. Cependant, à mesure que l'angle d'inclinaison augmente à partir de ce point, il faut modifier l'assiette en tangage (par une traction sur le manche) pour augmenter la portance. On compense ainsi la composante supplémentaire de charge imposée par la force centrifuge à mesure que le virage devient plus serré. La perte de vitesse, ou la nécessité d'augmenter la puissance pour maintenir la vitesse, devient plus évidente à mesure que l'angle d'inclinaison augmente.

Dès que l'aéronef est établi dans un virage coordonné :

1. le nez de l'aéronef se déplace régulièrement le long de l'horizon, sans monter ni descendre ;
2. la vitesse demeure constante ;
3. l'indicateur de virage affiche un taux de virage constant ;
4. la bille est centrée dans son tube de verre ;
5. l'altimètre affiche de façon constante l'altitude choisie.

Une des erreurs les plus fréquentes au cours de l'entrée en virage est l'utilisation excessive du palonnier. Pour corriger cette mauvaise habitude, ou même l'éviter, il faut se rappeler dès le départ que le palonnier n'est nécessaire que pour contrer le lacet inverse.

Pour sortir d'un virage :

1. surveillez l'espace environnant ;
2. ramenez les ailes à l'horizontale à l'aide des ailerons ;
3. en même temps, utilisez judicieusement le palonnier pour contrer le lacet inverse ;
4. maintenez les ailes à l'horizontale ;
5. maintenez une bonne assiette en tangage à l'aide de la gouverne de profondeur ;
6. restez en ligne droite ;
7. surveillez l'espace environnant ;
8. compensez l'aéronef.

Dans un virage en palier à faible inclinaison, la stabilité latérale inhérente à l'aéronef va avoir tendance à ramener ce dernier en vol rectiligne en palier ; voilà pourquoi il faut agir légèrement sur les ailerons pour demeurer en virage. Cependant, dès que l'inclinaison dépasse un certain angle, la stabilité latérale ne se fait plus sentir. Plus simplement, l'aile extérieure se déplace plus rapidement que l'aile intérieure et elle crée ainsi davantage de portance, ce qui fait que l'aéronef continue à s'incliner jusqu'à ce que le pilote intervienne pour y mettre fin. Il faut donc utiliser les ailerons de façon à maintenir l'angle d'inclinaison voulu.

Les virages en montée et en descente se font de la même façon que les virages en palier, mais c'est la montée ou la descente que l'on maintient constante, et non l'altitude. Bien que l'action à exercer sur les commandes pour entrer en virage, s'y maintenir et en sortir soit la même que pour les virages en palier, il faut en outre accorder une attention particulière à l'utilisation de la puissance et au contrôle de l'assiette.

Dans un virage en montée, il faut plus de puissance pour atteindre l'altitude voulue. L'assiette en cabré que l'on adoptera et maintiendra pendant le virage en montée dépendra des exigences opérationnelles du moment et sera l'une de celles qui sont décrites à l'exercice 7, « Montée ». Dans un virage en descente, on réduit la puissance de façon plus ou moins importante, du régime de croisière à la coupure complète des gaz. L'assiette en piqué va varier en fonction des résultats recherchés, mais elle va correspondre à une des assiettes décrites à l'exercice 8, « Descente ».

La stabilité latérale d'un aéronef en virage en montée ou en descente est influencée par l'angle selon lequel le vent relatif se présente par rapport à chaque aile, si bien que :

1. dans un virage en descente, l'aéronef parcourt une certaine distance vers le bas pendant un tour complet. Toutefois, l'aile intérieure, du fait qu'elle vire sur un rayon plus court, décrit en descendant une spirale plus serrée que l'aile extérieure, un peu

comme celle d'une main courante sur un escalier en spirale, de sorte qu'elle se présente sous un angle plus important par rapport au vent relatif et qu'elle crée, de ce fait, davantage de portance que l'aile extérieure. La portance supplémentaire obtenue de cette façon compense la portance supplémentaire que l'aile extérieure engendre du fait de sa plus grande vitesse de déplacement; c'est pourquoi l'angle d'inclinaison aura tendance à demeurer constant au cours d'une descente à moteur réduit;

2. dans un virage en montée, l'aile intérieure décrit toujours une spirale plus serrée, mais cette fois, il s'agit d'une spirale montante, de sorte que l'aile intérieure se présente par rapport au vent relatif sous un angle d'attaque plus petit que l'aile extérieure. Cette dernière crée alors une portance supplémentaire, à la fois parce qu'elle a davantage de vitesse et que son angle d'attaque est plus grand. De ce fait, l'angle d'inclinaison aura tendance à augmenter, et il faut alors utiliser les ailerons de façon à maintenir l'angle d'inclinaison désiré.

Au début, on amorcera les virages en montée et en descente à partir de montées et de descentes rectilignes normales, et l'on sortira de virage pour revenir en vol rectiligne, en montée ou en descente, afin que vous soyez en mesure de voir, tout en faisant l'expérience, la différence d'assiette en tangage nécessaire au maintien de la vitesse désirée. À mesure que vous progresserez, vous amorcerez alors ces virages directement à partir du vol rectiligne en palier et vous reviendrez à ce dernier après les sorties de virage.

Les virages en descente à moteur réduit sont particulièrement importants, puisqu'ils sont directement associés aux procédures d'atterrissage forcé. Il est nécessaire que l'exécution de ce type de virage devienne presque une deuxième nature, puisque en cas d'atterrissage forcé bien d'autres détails retiendront votre attention. Comme les commandes risquent de ne pas répondre aussi bien que dans un virage au moteur, les virages en descente à moteur réduit nécessitent l'acquisition d'une technique différente de celle qui s'applique aux manœuvres avec moteur.

Lorsqu'on sort d'un virage en descente à moteur réduit, il faut réduire la traction exercée sur la gouverne de profondeur pendant le virage, sinon l'aéronef va se cabrer exagérément et perdre de la vitesse. Une telle erreur nécessite beaucoup d'attention et de nombreuses corrections aux commandes avant qu'on puisse reprendre une assiette et une vitesse correctes. On perdra plus d'altitude au cours d'un virage en descente à moteur réduit que dans une descente rectiligne.

Virages serrés

Le virage serré constitue un moyen de tourner rapidement dans un espace relativement restreint, mais en tant qu'exercice de pilotage, il présente un intérêt qui dépasse la seule application pratique de virer. Il permet en effet d'éprouver assez longuement les effets d'une charge supplémentaire. Par ailleurs, il constitue un excellent exercice pratique de la coordination des trois commandes de vol et de la commande de puissance. Les applications pratiques des virages serrés se limitent presque exclusivement aux situations d'urgence. Exercez-vous consciencieusement aux virages serrés pour pouvoir les exécuter précisément et sans hésitation.

Jusqu'à un angle d'inclinaison latérale donné, on peut exécuter un virage serré sans augmenter la puissance du moteur. Toutefois, afin de maintenir une altitude constante, il faut sacrifier une partie de la vitesse. Lorsque vous exécutez cette manœuvre, rappelez-vous que la vitesse de décrochage augmente avec l'angle d'inclinaison (figure 2-16). (Dans un virage incliné à 60°, un avion qui présente une vitesse de décrochage en palier de 50 kt décrocherait alors à 70 kt.)

Plus grand est l'angle d'inclinaison, plus importante doit être la portance pour maintenir une altitude constante. Une augmentation de portance entraîne une augmentation de la traînée; par conséquent, il faut plus de puissance pour conserver une vitesse constante. Dans ces conditions, l'angle d'inclinaison qui peut être maintenu dans un virage en palier (abstraction faite des limites de structure) dépend de la puissance disponible (figure 2-17).

On amorce un virage serré de la même manière qu'un autre virage, mais à mesure que l'angle d'inclinaison dépasse les 30° du virage à inclinaison moyenne, vous aurez besoin de plus de puissance pour maintenir l'altitude et la vitesse. Un virage serré nécessite une coordination simultanée et complète de toutes les commandes. Étant donné la rapidité du changement de direction, il est encore plus important que dans les autres virages de surveiller l'espace environnant pour d'autres aéronefs.

Amorcez le virage comme pour effectuer un virage à moyenne inclinaison. À mesure que l'angle d'inclinaison devient supérieur à celui d'un virage à moyenne inclinaison, tirez sur le manche pour maintenir la bonne assiette en tangage. Commencez à augmenter la puissance au besoin pour maintenir la vitesse une fois que l'angle d'inclinaison dépasse les 30°. Une fois que l'angle d'inclinaison voulu est atteint, maintenez-le constant au moyen des ailerons.

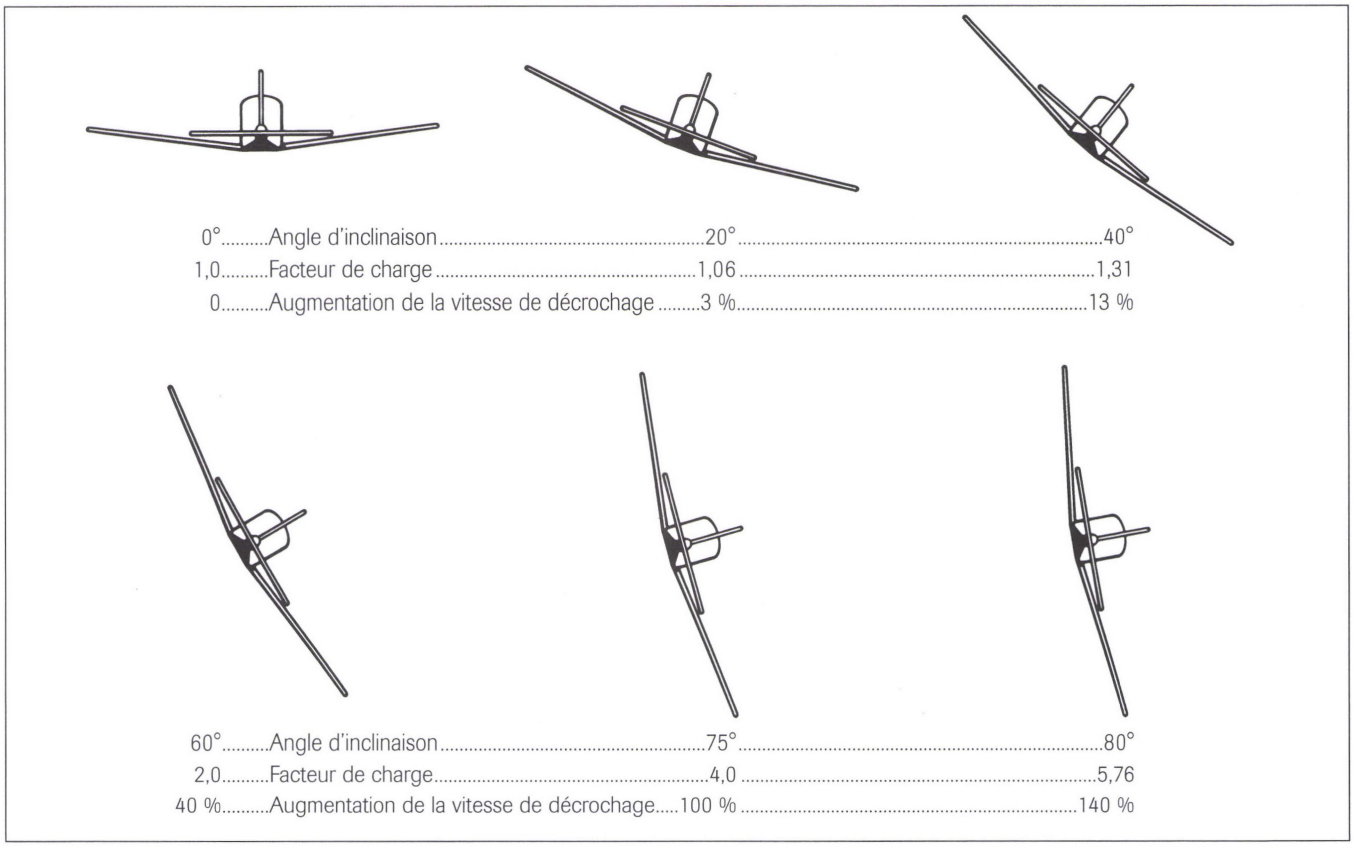


Figure 2-16 Relation entre l'angle d'inclinaison, le facteur de charge et la vitesse de décrochage de base

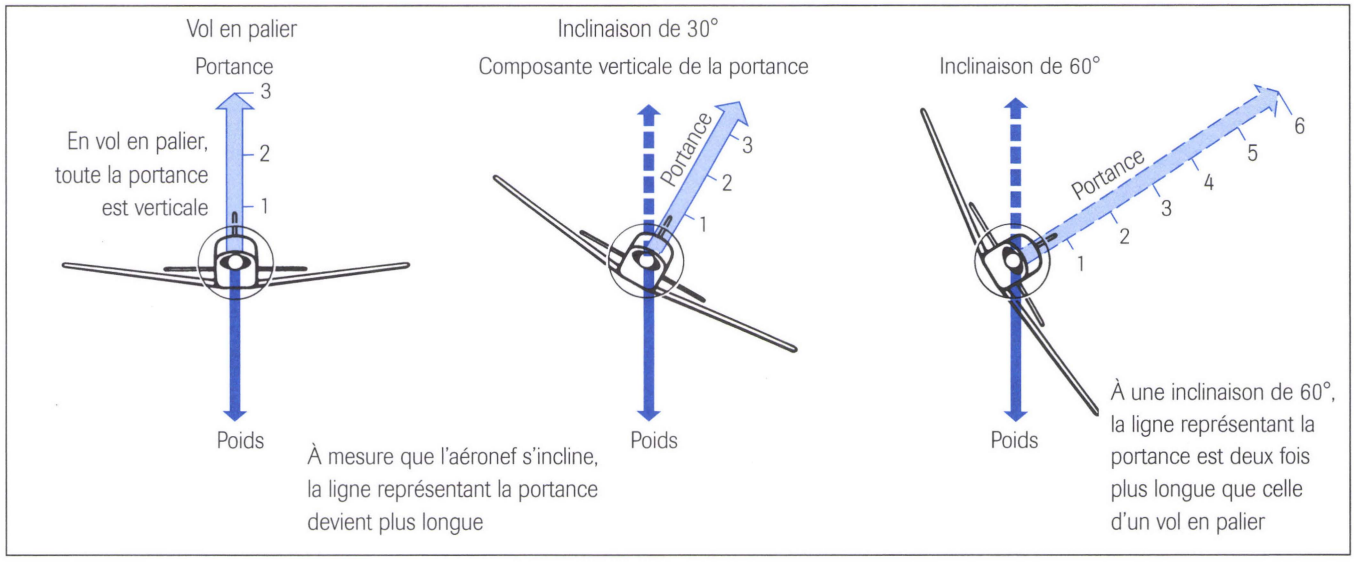


Figure 2-17 Portance et angle d'inclinaison latérale

Si l'aéronef pique trop dans un virage serré, ne tentez pas de corriger en tirant seulement sur le manche; vous ne réussiriez qu'à serrer davantage le virage. Coordonnez la commande des ailerons au palonnier pour réduire légèrement l'angle d'inclinaison et corriger l'assiette en tangage.

Sortez de ce virage exactement de la même façon que pour tout autre virage, mais réduisez la puissance à mesure que vous revenez au vol rectiligne en palier. Continuez à surveiller l'espace environnant.

En plus de vous permettre de tourner rapidement dans un rayon réduit, le virage serré présente aussi d'importantes applications pratiques. Par exemple, si l'on augmente le taux de virage et qu'on réduit le rayon de virage, on peut éviter un abordage en vol grâce au virage serré. La réduction du rayon de virage

transforme aussi le virage serré en «virage en montagne». Ce type de virage pourrait nécessiter un angle d'inclinaison très prononcé et une vitesse réduite. La vitesse à utiliser ne doit pas être inférieure à la vitesse d'autonomie maximale. Vous vous rappellerez que la vitesse d'autonomie maximale se situe quelque part entre la vitesse de vol lent et la vitesse de distance franchissable maximale. Sur la plupart des avions, un léger braquage des volets va réduire la vitesse de décrochage et augmenter par le fait même la marge de sécurité. Il est rarement nécessaire, en exercice ou en cas d'urgence, de virer au-delà des 180° nécessaires pour faire demi-tour dans un passage étroit en montagne.

Après avoir scruté l'espace environnant et une fois l'aéronef à la vitesse désirée en vol rectiligne en palier, amorcez rapidement le virage en coordonnant toutes les commandes. À mesure que l'aéronef approche les 30° d'inclinaison, augmentez le régime et adoptez l'inclinaison requise. Maintenez l'inclinaison et réglez l'assiette en tangage au besoin pour maintenir l'altitude.

Au moment de sortir de ce virage, reprenez le vol rectiligne en palier et laissez la vitesse augmenter avant de rentrer le volet et de réduire la puissance.

Un virage serré en descente peut servir à descendre dans un trou parmi les nuages si vous n'êtes pas en mesure de maintenir une référence suffisante par rapport au sol ou à un plan d'eau. Dans un virage serré en descente, veillez à maintenir une vitesse sécuritaire et constante et évitez d'entrer en spirale.

La technique des diverses applications de virage serré — angle d'inclinaison, puissance, vitesse et braquage des volets — peut varier selon la situation et le type d'aéronef. Votre instructeur en parlera avec vous.

Il est important de souligner que bien des situations qui nécessitent le recours à un virage serré résultent de mauvaises décisions. Le fait de savoir prendre de bonnes décisions peut éviter que vous ne vous retrouviez dans des situations exigeant des habiletés supérieures.

Affichages aux instruments

Au cours d'un virage, les instruments de bord affichent les indications suivantes:

Indicateur de virage et d'inclinaison latérale. L'aiguille va s'incliner dans le sens du virage et va indiquer le taux auquel l'aéronef tourne. Dans un virage coordonné, la bille est au centre dans son tube de verre incurvé. Si la bille est décalée à l'intérieur du virage, l'aéronef glisse vers le centre du virage. Si la bille est décalée vers l'extérieur du virage, l'aéronef est en train de déraper du virage.

Indicateur d'assiette. La barre d'horizon (de la plupart des instruments) va demeurer parallèle à l'horizon réel et, par rapport à la barre d'horizon, la maquette de l'aéronef va s'incliner dans le même sens que l'aéronef lui-même. Cet instrument indique aussi l'assiette de l'aéronef dans le plan longitudinal. Par rapport à son horizon artificiel, le nez de la maquette va adopter l'assiette correspondant à celle du nez de l'aéronef par rapport à l'horizon réel.

Indicateur de cap. Dès que l'aéronef amorce un virage, l'instrument commence à tourner pour indiquer les nouveaux caps successifs que prend l'aéronef pendant le virage. Pour diminuer les valeurs numériques sur l'affiche de l'instrument, tournez à gauche; pour les augmenter, tournez à droite. Un moyen mnémotechnique consiste à associer «**d**roite à **d**avantage».

Anémomètre (Indicateur de vitesse). Comme le facteur de charge augmente en virage, il faut augmenter la portance en augmentant l'angle d'attaque. Il en résulte plus de traînée, ce qui diminue la vitesse. Dans un virage serré, la diminution de vitesse est plus remarquable que dans un virage à faible ou moyenne inclinaison. Dans le cas d'un virage mal coordonné, l'anémomètre va réagir davantage. De même, si l'aéronef se cabre trop fortement, il y aura une diminution de la vitesse; inversement, si l'aéronef entre en piqué, l'anémomètre va rapidement afficher une augmentation de la vitesse.

Altimètre. Dans un virage coordonné en palier, l'aiguille de l'altimètre demeure fixe à l'altitude choisie. Si le nez de l'aéronef est trop relevé, ce dernier va gagner de l'altitude; s'il pique trop, l'anémomètre affichera une diminution d'altitude.

EXERCICE DIX

Distance franchissable et autonomie maximales

Pour utiliser efficacement votre aéronef, vous devez comprendre les notions de **distance franchissable** et d'**autonomie maximales** et être en mesure de vous servir des tableaux disponibles pour déterminer la distance franchissable et l'autonomie maximales dans des conditions connues.

Distance franchissable

Lorsqu'un aéronef vole pour atteindre la distance franchissable maximale, l'objectif consiste à parcourir la plus grande distance possible par unité de carburant consommé. Cette capacité dépend d'un certain nombre de facteurs.

Carburant disponible

La quantité de carburant disponible est sans doute le principal facteur qui influe sur la distance franchissable. Lorsque les réservoirs sont pleins, il est facile de déterminer la distance franchissable par un aéronef en consultant simplement les tableaux appropriés, qui sont dressés en fonction de réservoirs pleins, dans le manuel de vol de l'aéronef.

Cependant, il y a des cas où il n'est pas possible de voler réservoirs pleins, surtout si la masse brute de l'aéronef entre en ligne de compte. Dans ces cas, il s'agit simplement de déterminer la consommation de carburant pour une puissance donnée et de diviser la quantité de carburant à bord de l'aéronef par cette valeur.

Angle d'attaque

Du point de vue de l'aérodynamique de l'aéronef, ce dernier franchit une distance maximale lorsqu'il est exploité à l'angle d'attaque qui offre la meilleure finesse. L'angle d'attaque qui offre la meilleure finesse pour un aéronef donné sera toujours le même, et il n'est pas influencé par des changements d'altitude ni de masse brute.

Cependant, comme la plupart des aéronefs légers ne sont pas munis d'un indicateur d'angle d'attaque, le pilote doit se fier à d'autres moyens pour savoir quand son aéronef est utilisé à l'angle d'attaque approprié.

Vitesse

Il y a un rapport indirect entre la vitesse et l'angle d'attaque. Si vous consultez le tableau de la figure 2-18, vous voyez que voler au bon angle d'attaque réduit au minimum la traînée, comme en témoigne la courbe de la traînée totale, et correspond à une certaine vitesse propre corrigée. Vous pouvez vous servir de la vitesse indiquée, puisque la différence entre les deux vitesses est négligeable pour la plupart des aéronefs légers, ce qui est pratique étant donné que c'est la seule vitesse à laquelle vous avez directement accès.

Donc, il y a une vitesse indiquée qui correspond à l'angle d'attaque offrant la meilleure finesse. Cette vitesse ne change pas avec l'altitude, mais elle doit être légèrement augmentée en fonction des augmentations de la masse brute de l'aéronef.

Masse de l'aéronef

Lorsqu'on augmente la masse d'un aéronef, il faut également augmenter la quantité de portance nécessaire au maintien du vol en palier. On peut augmenter soit la vitesse, soit l'angle d'attaque. Comme il n'y a qu'un seul angle d'attaque qui offrira la meilleure finesse, la seule façon de produire la portance supplémentaire nécessaire consiste à augmenter la vitesse. Comme il faudra plus de puissance pour augmenter la vitesse, plus de carburant sera utilisé par mille ou km parcouru, et la distance franchissable va diminuer.

Il convient de souligner que les constructeurs d'aéronefs légers fondent normalement les données de performance de leurs aéronefs sur la masse brute. Ce

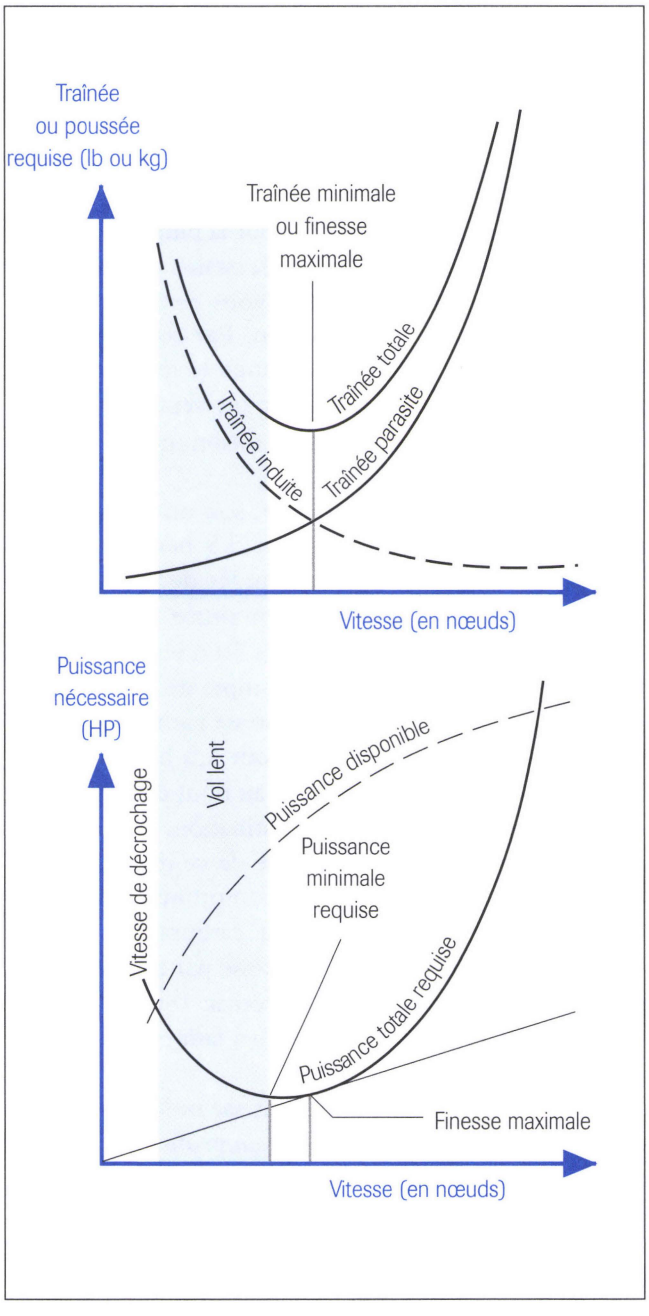


Figure 2-18 Courbes de la puissance en fonction de la traînée

qui ne veut pas dire que vous devez diminuer votre vitesse lorsque vous volez à des masses inférieures à la masse brute.

Bien que techniquement admissible, cette façon de piloter n'aurait pas un effet significatif sur la distance franchissable de la plupart des aéronefs légers. Par ailleurs, les manuels de ces aéronefs ne donnent pas de tableaux de la distance franchissable autrement qu'en fonction de la masse brute.

Centre de gravité

Une des façons de réaliser la stabilité en tangage au moment de la conception d'un aéronef consiste à faire en sorte qu'une force s'exerce vers le bas sur le stabilisateur. On y arrive habituellement en fixant le stabilisateur à l'aéronef de manière que l'écoulement de l'air exerce cette force. Cette dernière équivaut à ajouter un poids sur la queue qui pourrait atteindre, selon le type d'aéronef, plusieurs centaines de livres (kg), soit le poids d'un autre passager et de ses bagages, dans la mesure où les performances de l'aéronef en sont modifiées.

Lorsque le centre de gravité se trouve à sa limite avant, une plus grande force doit s'exercer vers le bas sur le stabilisateur. On y arrive en compensant la gouverne de profondeur pour obtenir un léger cabré, ce qui produit les effets indésirables suivants :

1. plus de portance sera nécessaire (voir la rubrique précédente sur la masse de l'aéronef) ;
2. la position du volet compensateur et de la gouverne de profondeur va augmenter la traînée.

Comme la solution à ces deux inconvénients réside dans une augmentation de la puissance pour conserver la vitesse appropriée, la distance franchissable va diminuer.

Au contraire, si le centre de gravité se situe à la limite arrière de l'enveloppe du centrage, la distance franchissable va augmenter, puisqu'il y aura moins de force qui s'exercera vers le bas sur le stabilisateur et moins de traînée engendrée par le volet compensateur de la gouverne de profondeur. Par conséquent, il faudra moins de puissance pour conserver la vitesse appropriée en fonction de la distance franchissable à atteindre.

Donc, lorsqu'il est question du centre de gravité et de son effet sur la distance franchissable, il est préférable d'avoir un centrage arrière.

Altitude

Le choix d'une altitude de vol se fonde sur de nombreux facteurs, notamment le vent, la turbulence, le plafond, la distance à parcourir, le relief, la réception radio, la consultation des cartes et les performances de l'aéronef. L'altitude a un effet important sur la distance franchissable. La meilleure altitude de vol est déterminée par l'efficacité du moteur (et jusqu'à un certain point par celle de l'hélice), et non par les caractéristiques aérodynamiques de l'aéronef.

Efficacité du moteur

À basse altitude, la puissance du moteur est commandée par le venturi du carburateur, qui est partiellement fermé par le papillon des gaz pour éviter qu'on ne dépasse les réglages de puissance recommandés. Limiter le débit du mélange air-carburant de cette façon au

moteur fait tourner ce dernier moins efficacement que lorsque le papillon des gaz est complètement ouvert.

Pour utiliser l'aéronef et le moteur afin d'obtenir une distance franchissable maximale, vous devez choisir une altitude de vol plus élevée plutôt qu'une faible altitude.

L'altitude optimale est l'altitude qui permet d'ouvrir complètement le papillon des gaz tout en obtenant la puissance nécessaire pour voler à la vitesse et à l'angle d'attaque qui conviennent. Aux altitudes supérieures à cette dernière, plus de puissance serait nécessaire pour maintenir la vitesse appropriée, ce qui ne sera pas possible, puisque le moteur tourne déjà à pleins gaz.

Montée

Dans bien des cas, il peut ne pas être pratique de monter à l'altitude optimale en fonction d'une distance franchissable maximale compte tenu de la nature du vol prévu, des conditions météorologiques et du carburant nécessaire pour monter à cette altitude.

Si vous consultez le tableau de la figure 2-19, vous pouvez constater que la distance franchissable diminue du niveau de la mer à une altitude de 12 000 pi (3660 m) lorsque la puissance est réglée à 45 %. Voilà qui semble aller à l'encontre de ce qui a été dit au sujet du choix d'une altitude supérieure pour atteindre une distance franchissable maximale. Toutefois, un coup d'œil aux remarques fournies dans le tableau en donne la raison. On a prévu des marges pour le carburant utilisé au démarrage, en circulation au sol, au décollage et en montée, pour la distance parcourue pendant la montée en altitude et la réserve de 45 minutes de carburant. Ces marges réduisent la quantité de carburant disponible pour atteindre la distance franchissable maximale à l'altitude optimale.

Vent

Une des conditions spécifiées dans le tableau de la figure 2-19 stipule que les valeurs de distance franchissable sont vraies s'il n'y a pas de vent. Selon sa force et sa direction, le vent peut avoir un plus grand effet sur la distance franchissable d'un aéronef que tout autre facteur, et il constitue un élément important lorsqu'on choisit une altitude de vol.

Comme la vitesse du vent augmente généralement avec l'altitude, il est prudent de choisir une altitude pour laquelle la composante vent de face n'aura qu'un effet minimal, et les composantes vent arrière, un effet maximal. De quelle façon le vent de face influence-t-il la distance franchissable ? Tout simplement en réduisant votre vitesse par rapport au sol et en augmentant le temps nécessaire pour vous rendre à destination. Vous utilisez alors plus de carburant.

Vous ne franchirez jamais la même distance dans un vent de face que dans un vent nul ou un vent arrière. Toutefois, dans un vent de face, vous pouvez améliorer légèrement votre situation en augmentant d'environ 5 à 10 % (quantité négligeable pour la plupart des aéronefs légers) la vitesse indiquée nécessaire à l'atteinte de la distance franchissable, ce qui vous permettra d'arriver un peu plus tôt à destination. Par conséquent, en arrivant plus tôt, vous avez diminué le temps pendant lequel vous étiez aux prises avec un vent de face sans augmenter de façon notable la consommation de carburant.

Prenons un exemple exagéré : soit un aéronef léger typique ayant du carburant pour 5,5 heures de vol à une vitesse de croisière recommandée de 80 kt et désirant se rendre à une destination située à 170 milles (273 km) dans un vent de face de 50 nœuds (kt). (Aux fins de l'exemple, ne tenez pas compte de l'exigence de la réserve de carburant.) À une vitesse par rapport au sol de 30 kt et avec du carburant pour 5,5 heures de vol, l'aéronef aurait une panne sèche au bout de 165 milles, soit 5 milles avant d'arriver à destination.

Si l'on augmente la puissance de ce même aéronef à 90 kt, on augmente aussi sa consommation de carburant, de sorte qu'il n'y a du carburant que pour 4,5 heures de vol. Mais à une vitesse par rapport au sol de 40 kt, l'aéronef pourra parcourir 180 milles, soit 10 milles (16 km) de plus qu'il n'en faut pour atteindre sa destination.

À l'inverse, en réduisant la vitesse indiquée dans les mêmes proportions (5 à 10 %) et en profitant d'un vent arrière, vous pouvez tirer avantage de la situation, puisque l'augmentation de la vitesse par rapport au sol et la légère réduction de la consommation de carburant se traduiront par une augmentation de la distance franchissable.

Détermination de la distance franchissable

Lorsque nous parlons de distance franchissable, nous parlons simplement de la distance parcourue par l'aéronef dans de nombreuses conditions très variables. Les tableaux de performances de vol et de distances franchissables fournis par le constructeur de l'aéronef rendent possible l'atteinte d'une performance optimale par votre aéronef pour un ensemble donné de conditions. Vous pouvez aussi, grâce à ces tableaux, calculer la distance franchissable en fonction d'une puissance donnée. Vous devez pouvoir utiliser facilement ces tableaux pour déterminer les renseignements sur la distance franchissable applicable à vos vols.

Profil des distances franchissables
Réserve de 45 minutes
24,5 gallons (93 litres) de carburant utilisable

Conditions :
1670 lb (757 kg)
Mélange pauvre recommandé en croisière
Température standard
Vent nul

Remarques :
1. Ce tableau tient compte du carburant utilisé au démarrage, en circulation au sol, au décollage, en montée et pour la distance parcourue pendant la montée.
2. La réserve de carburant permet 45 minutes de vol à 45 % de la puissance et elle équivaut à 2,8 gallons (10,6 litres).

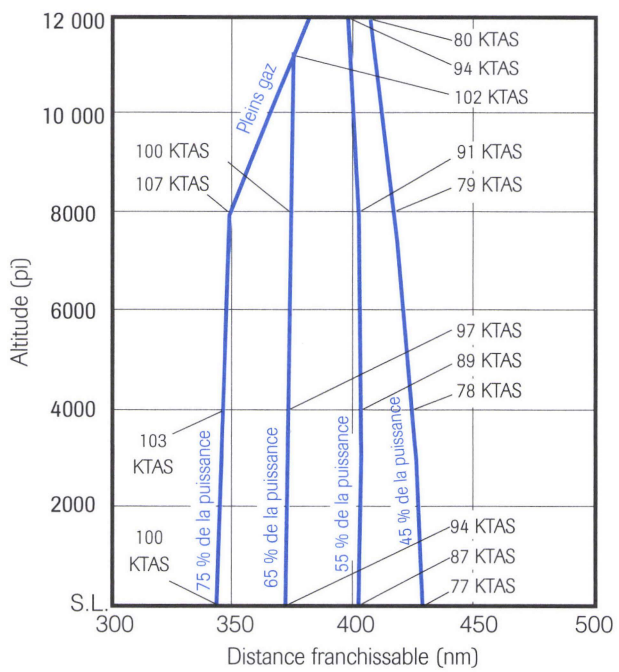


Figure 2-19 Profil des distances franchissables

Utilisation des tableaux

D'abord, lisez soigneusement les conditions spécifiées dans les tableaux du profil des distances franchissables et des performances en croisière. Dans le cas du tableau du profil des distances franchissables (figure 2-19), vous remarquez que les valeurs sont fondées sur une température standard, un vent nul et une masse de 1670 lb (757 kg), qui correspond à la masse brute de cet aéronef. Un autre point important à noter dans les conditions spécifiées pour les deux tableaux est que le mélange doit être appauvri, conformément aux procédures recommandées par le constructeur. Encore une fois, lisez soigneusement les conditions pertinentes ; ce ne sont pas les mêmes pour tous les tableaux.

En ce qui a trait aux performances de l'aéronef, la vitesse vraie et la consommation de carburant pour une puissance donnée à une altitude donnée s'obtiennent à partir d'un tableau figurant dans le manuel de vol de l'aéronef, comme celui de la figure 2-20 intitulé Performances en croisière.

Par exemple, supposons que vous ayez choisi une altitude de 6000 pi (1829 m) ASL comme altitude pour votre vol voyage (aux fins de l'exemple, ne tenez pas compte de l'exigence de l'altitude de croisière en VFR). Supposons aussi que vous tentiez d'obtenir la meilleure distance franchissable dans les circonstances (vent nul et température standard).

En consultant le tableau du profil des distances franchissables (figure 2-19), vous constatez qu'un réglage à 45 % de la puissance va vous donner la meilleure distance franchissable pour une altitude de 6000 pi (1829 m), soit un peu plus que 420 nm. Maintenant que vous savez quelle distance vous pouvez parcourir, vous devez connaître votre vitesse vraie afin de calculer votre vitesse par rapport au sol et votre heure d'arrivée prévue. Pour ce faire, consultez le tableau des performances en croisière (figure 2-20).

Trouvez l'altitude-pression de 6000 pi (1829 m), à la gauche du tableau, puis déplacez-vous vers la droite jusqu'à la case Température standard. Descendez ensuite dans la colonne % BHP jusqu'à la valeur 45, reportez-vous à la première colonne de droite et vous trouvez que votre vitesse vraie doit être de 79 kt. Comme il n'y a pas de vent, la vitesse par rapport au sol et la vitesse vraie sont les mêmes. Remarquez que la colonne voisine de celle de l'altitude-pression donne le régime correspondant aux divers réglages de puissance. Dans le cas qui nous occupe, pour une puissance de 45 %, vous devez régler le régime à 2000 tr/min.

Bien qu'il y ait des occasions où vous voudrez obtenir la meilleure distance franchissable compte tenu d'un ensemble de circonstances, en réalité, dans la plupart des cas, vous sacrifierez probablement l'économie du vol à la distance franchissable (et à des vitesses inférieures) simplement pour arriver plus vite à destination.

Le désir d'arriver plus rapidement est une question de préférence personnelle. Si c'est votre choix, vous utiliserez les tableaux de performances et de distances franchissables dans un ordre différent. Après avoir choisi une puissance et la vitesse vraie correspondante sur le tableau des performances en croisière, vous vous reportez alors au tableau des distances franchissables pour déterminer quelle distance vous pouvez parcourir

Performances en croisière

Conditions :
1670 lb (757 kg)
Mélange pauvre recommandé

Altitude Pression (pi)	tr/min	20 °F sous la température standard			Température standard			20 °F au-dessus de la température standard		
		% BHP	KTAS	gal/h	% BHP	KTAS	gal/h	% BHP	KTAS	gal/h
2000	2400	–	–	–	75	101	6,1	70	101	5,7
	2300	71	97	5,7	66	96	5,4	63	95	5,1
	2200	62	92	5,1	59	91	4,8	56	90	4,6
	2100	55	87	4,5	53	86	4,3	51	85	4,2
	2000	49	81	4,1	47	80	3,9	46	79	3,8
4000	2450	–	–	–	75	103	6,1	70	102	5,7
	2400	76	102	6,1	71	101	5,7	67	100	5,4
	2300	67	96	5,4	63	95	5,1	60	95	4,9
	2200	60	91	4,8	56	90	4,6	54	89	4,4
	2100	53	86	4,4	51	85	4,2	49	84	4,0
	2000	48	81	3,9	46	80	3,8	45	78	3,7
6000	2500	–	–	–	75	105	6,1	71	104	5,7
	2400	72	101	5,8	67	100	5,4	64	99	5,2
	2300	64	96	5,2	60	95	4,9	57	94	4,7
	2200	57	90	4,6	54	89	4,4	52	88	4,3
	2100	51	85	4,2	49	84	4,0	48	83	3,9
	2000	46	80	3,8	45	79	3,7	44	77	3,6
8000	2550	–	–	–	75	107	6,1	71	106	5,7
	2500	76	105	6,2	71	104	5,8	67	103	5,4
	2400	68	100	5,5	64	99	5,2	61	98	4,9
	2300	61	95	5,0	58	94	4,7	55	93	4,5
	2200	55	90	4,5	52	89	4,3	51	87	4,2
	2100	49	84	4,1	48	83	3,9	46	82	3,8
10 000	2500	72	105	5,8	68	103	5,5	64	103	5,2
	2400	65	99	5,3	61	98	5,0	58	97	4,8
	2300	58	94	4,7	56	93	4,5	53	92	4,4
	2200	53	89	4,3	51	88	4,2	49	86	4,0
	2100	48	83	4,0	46	82	3,9	45	81	3,8
12 000	2450	65	101	5,3	62	100	5,0	59	99	4,8
	2400	62	99	5,0	59	97	4,8	56	96	4,6
	2300	56	93	4,6	54	92	4,4	52	91	4,3
	2200	51	88	4,2	49	87	4,1	48	85	4,0
	2100	47	82	3,9	45	81	3,8	44	79	3,7

Figure 2-20 Performances en croisière

en toute sécurité avant d'arrêter pour faire le plein. Encore une fois, rappelez-vous que ces tableaux ne tiennent pas compte du vent et, dans certains cas, de l'atmosphère non standard.

Autonomie de vol

Selon la puissance choisie et la quantité de carburant à bord, il y a une durée maximale pendant laquelle un aéronef peut demeurer en vol. Cette durée, ou autonomie, va être moindre si l'aéronef est exploité à des puissances supérieures et plus grande s'il est exploité à des puissances inférieures.

Cependant, lorsqu'un aéronef est exploité de manière à demeurer en vol le plus longtemps possible compte tenu de la quantité de carburant à bord, on dit de l'aéronef qu'il vole en autonomie maximale. Même si la plupart des pilotes n'ont pas à faire face à des situations nécessitant de voler en autonomie maximale, il y

a des circonstances qui exigent l'utilisation de cette capacité.

Le pilote qui demande une autorisation VFR spéciale pour un aérodrome achalandé de catégorie C pourrait être tenu de rester à l'écart de la zone de contrôle à cause d'autres arrivées ou départs en IFR et, peut-être, en VFR spécial. Il serait préférable dans ce cas de configurer l'aéronef pour qu'il puisse voler en autonomie maximale, surtout s'il est possible que l'attente soit longue avant d'obtenir une autorisation pour cette zone.

Même dans les cas où le délai ne serait pas long au point de menacer vos réserves de carburant, ralentir et économiser le carburant relève du bon sens.

Sans doute la décision la plus importante de la part du pilote consiste-t-elle à décider s'il doit configurer l'aéronef en autonomie maximale et attendre que la situation s'améliore ou prendre une autre mesure. Dans bien des cas, se diriger vers un aéroport de dégagement est souvent la solution la plus prudente.

Altitude

Dans le cas des moteurs à piston, l'autonomie maximale est réalisée au niveau de la mer. Cela ne veut pas dire que vous devez voler au niveau de la mer chaque fois que vous configurez l'aéronef pour un vol en autonomie maximale. Toutefois, vous obtiendrez la meilleure autonomie à l'altitude sécuritaire la plus faible, ce qui comprend le trafic aérien, les instructions ou autorisations de l'ATC et les obstacles.

Turbulence

La turbulence va avoir un effet notable sur l'autonomie d'un aéronef à cause des perturbations qu'elle cause à la stabilité de ce dernier.

La turbulence modifie l'angle sous lequel le vent relatif se présente à l'aile. À de forts angles d'attaque, plus de puissance est nécessaire pour équilibrer l'augmentation de traînée. Comme l'aéronef vole déjà à la puissance minimale pour demeurer en palier, il n'y aura pas suffisamment de puissance pour à la fois équilibrer la traînée et maintenir l'altitude.

Par conséquent, si le pilote doit demeurer en palier, il devra constamment changer la puissance, ce qui augmentera considérablement la consommation de carburant. Dans ce cas, le pilote serait mieux d'utiliser une puissance continue légèrement supérieure.

Volets

Normalement, les volets ne sont pas utilisés lorsque l'aéronef vole en autonomie maximale. Les volets augmentent la portance, mais ils augmentent aussi la traînée, ce qui nécessite plus de puissance pour demeurer en palier et annule l'avantage acquis.

Mélange

Une fois qu'on a trouvé la puissance minimale pour demeurer en palier, on ne peut réaliser une autonomie maximale que si le mélange est appauvri de la façon appropriée. Vous remarquerez sans doute qu'à mesure que le mélange est appauvri, dans le cas d'un aéronef dont l'hélice est à pas fixe, il y aura une augmentation du régime. Si c'est effectivement le cas, réglez de nouveau le régime.

Détermination de l'autonomie maximale

On peut déterminer l'autonomie maximale d'un vol en consultant les renseignements fournis dans le manuel de vol de l'aéronef, qui se présentent habituellement sous la forme d'un tableau, ou en essayant divers réglages de puissance.

Utilisation du tableau

La plupart des constructeurs ne fournissent pas une vitesse précise en fonction de l'autonomie maximale. Le tableau du profil des autonomies maximales de la figure 2-21 est représentatif des renseignements fournis par un constructeur. Il donne simplement les autonomies auxquelles on peut s'attendre pour divers réglages de puissance. Lisez soigneusement les conditions associées au tableau.

L'utilisation de ce tableau est simple. Choisissez une altitude à gauche (ordonnée) du tableau et déplacez-vous horizontalement vers la droite jusqu'à la puissance désirée. Au point d'intersection de ces deux lignes, déplacez-vous verticalement vers le bas pour lire en abscisse l'autonomie maximale obtenue. Ces valeurs sont affichées par paliers de 0,2 heure, soit 12 minutes. Par exemple, à 4000 pi (1219 m) et à une puissance de 65 %, l'autonomie de cet aéronef est d'un peu moins de 4 heures.

Méthode expérimentale

En consultant le tableau Profil des autonomies maximales à la figure 2-21, vous remarquez que la plus faible puissance indiquée sur le tableau est 45 %, ce qui donne une autonomie maximale de 5,6 heures au niveau de la mer. Par contre, il se peut qu'une puissance de 45 % ne soit pas la puissance la plus faible pour demeurer en palier. En fait, la plupart des aéronefs légers sont capables de demeurer en palier à des puissances bien plus faibles.

Pourquoi alors le constructeur ne fournit-il pas une puissance ou une vitesse spécifique pour une autonomie

maximale ? Comme dans le cas de la distance franchissable, c'est impossible à cause d'un certain nombre de facteurs variables, comme l'altitude, la température et la masse brute, qui peuvent influer sur l'autonomie d'un aéronef pour un vol donné.

En l'absence de tout renseignement spécifique dans le manuel de vol de l'aéronef, il incombe au pilote de déterminer la puissance offrant une autonomie maximale pour un ensemble de conditions donné. Vous pouvez trouver la vitesse offrant l'autonomie maximale pour votre avion de façon expérimentale en pilotant l'avion à diverses puissances tout en demeurant en palier.

Par exemple, commencez par choisir une puissance située au milieu de la plage de croisière pour votre avion, puis diminuez la puissance par paliers de 100 tr/min tout en compensant l'avion pour demeurer en palier et en permettant à la vitesse de se stabiliser. Vous allez arriver à un point où toute réduction supplémentaire de puissance va se traduire par un décrochage si vous tentez de maintenir l'altitude, ou par une perte d'altitude si vous tentez d'éviter le décrochage. En fait, la seule façon que vous puissiez éviter l'une ou l'autre de ces situations consiste à augmenter la puissance de manière à voler maintenant à une vitesse nécessitant une puissance quelque peu supérieure pour demeurer en palier. Vous vous trouvez maintenant en vol lent. (Voir la figure 2-18, Courbes de la puissance en fonction de la traînée.)

Il s'agit maintenant de régler la puissance à la valeur la plus faible qui vous permettra de demeurer en palier, et vous volerez alors en autonomie maximale. N'oubliez pas de compenser l'aéronef.

La figure 2-22 montre l'essai réel d'un avion dont l'hélice est à pas fixe et le train d'atterrissage est fixe ayant une vitesse de décrochage à moteur réduit de 56 kt. Remarquez que dans le cas de cet aéronef, la puissance minimale à laquelle le vol en palier est possible se situe à 2075 tr/min, ce qui correspond ici à une vitesse indiquée de 65 kt. De cette façon, il est possible de déterminer la puissance offrant l'autonomie maximale pour tout aéronef à moteur à piston.

Profil des autonomies maximales
Réserve de 45 minutes
24,5 gallons (93 litres) de carburant utilisable

Conditions :
1670 lb (757 kg)
Mélange pauvre recommandé en croisière
Température standard

Remarques :
1. Ce tableau tient compte du carburant utilisé au démarrage, en circulation au sol, au décollage, en montée et pour la distance parcourue pendant la montée.
2. La réserve de carburant permet 45 minutes de vol à 45 % de la puissance et elle équivaut à 2,8 gallons (10,6 litres).

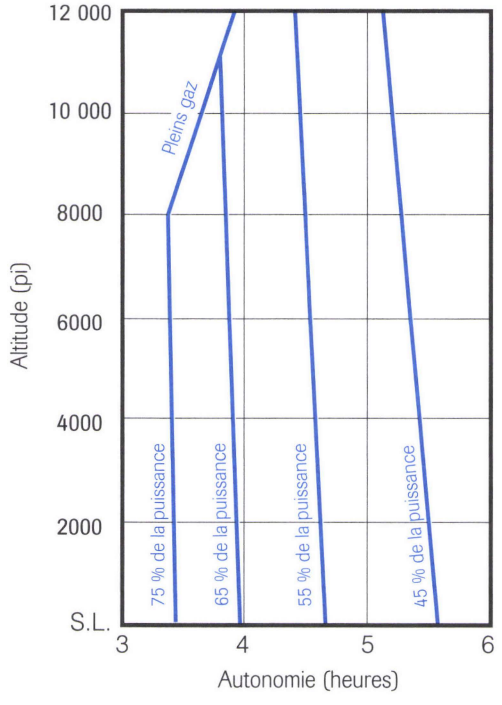


Figure 2-21 Profil des autonomies maximales

Régime	Vitesse indiquée en (kt)
2700	101
2600	96
2500	90
2400	86
2300	78
2200	74
2150	70
2075	**65**
2250	61
2300	57

Figure 2-22 Puissance d'autonomie maximale et vitesse résultante

Déterminée de cette façon, la puissance offrant une autonomie maximale conviendra au vol rectiligne

en palier. Toutefois, s'il faut faire des virages, et c'est habituellement le cas lorsque vous êtes « en attente », il sera nécessaire d'augmenter légèrement la puissance pour maintenir l'altitude et pour compenser les forces agissant sur l'aéronef en virage. Si vous gardez la puissance constante à ce réglage, vous consommerez moins de carburant que si vous changiez la puissance chaque fois que vous tournez.

N'oubliez pas : la décision de voler en autonomie maximale en attendant qu'une situation s'améliore doit être une décision informée, fondée sur la connaissance de tous les facteurs qui ont un effet sur cette décision et sur l'existence d'options raisonnables offrant une solution de rechange si les choses ne tournent pas comme prévu. En cas de doute, n'hésitez pas à vous diriger vers un aéroport de dégagement.

EXERCICE ONZE

Vol lent

Pour les besoins du présent manuel, on peut définir le vol lent comme étant « la gamme des vitesses comprises entre la vitesse d'autonomie maximale d'un aéronef donné et la vitesse immédiatement supérieure à celle du décrochage, compte tenu des conditions de vol du moment ». L'entraînement au vol lent se fixe quatre objectifs :

1. apprendre à reconnaître les symptômes d'approche de la gamme des vitesses de vol lent afin d'éviter d'atteindre cette gamme par erreur ;
2. maintenir la sécurité du vol, dans toutes les configurations au sein de la gamme des vitesses de vol lent ; on facilite ainsi l'acquisition de la coordination et on acquiert une plus grande confiance en soi quand on pilote l'aéronef ;
3. faire connaître à l'élève les conséquences possibles s'il ne prend pas immédiatement les mesures correctives qui s'imposent, surtout s'il vole à des vitesses voisines de la vitesse minimale de contrôle ;
4. apprendre à revenir rapidement aux vitesses normales avec un minimum de perte d'altitude.

Un aéronef peut se trouver en vol lent dans plusieurs conditions, par exemple, au cours d'un décollage, d'un atterrissage, de la sortie d'un atterrissage mal jugé et en imminence de décrochage. Il est de première importance que le pilote soit conscient de l'effet des gouvernes en vol lent.

En vol lent, la commande et la maîtrise de l'aéronef monopolisent toute l'attention du pilote. De plus, le fait d'évoluer en vol lent n'est pas nécessairement économique : la consommation de carburant est plus élevée, et le moteur peut subir des dommages causés par la surchauffe s'il vole longtemps dans la gamme des vitesses de vol lent, surtout s'il tente de prendre de l'altitude. On ne doit pas piloter un aéronef en vol lent en attendant une amélioration des conditions météorologiques, lorsqu'on examine une zone d'atterrissage potentielle ou lorsqu'on cherche des repères au sol après s'être égaré.

Lorsque vous volez dans la gamme des vitesses de vol lent, vous devez connaître et comprendre les caractéristiques associées au comportement et au pilotage de l'aéronef, surtout en ce qui a trait à la tenue de l'altitude et de la vitesse ainsi qu'aux mouvements de lacet.

Pour entrer en vol lent, stabilisez d'abord l'aéronef en vol rectiligne en palier pour une autonomie maximale. Une fois dans cette configuration, soulevez le nez de l'aéronef au-delà des limites de cabré normal pour une autonomie maximale. La vitesse va diminuer à cause de l'augmentation de la traînée, et vous sentirez une perte d'altitude. Pour compenser la perte d'altitude tout en conservant l'altitude, il faudra augmenter la puissance. L'aéronef se trouve maintenant en vol lent (figure 2-23).

Une fois l'aéronef stabilisé en vol lent, une autre diminution de la vitesse sans modification de la puissance va se traduire par une perte d'altitude. Vous devez donc augmenter la puissance pour demeurer à une altitude constante. Inversement, une augmentation de la vitesse sans modification de la puissance va se traduire par une diminution de la traînée induite. Vous devez alors réduire la puissance pour maintenir une altitude constante à une vitesse supérieure. Il pourrait se produire une légère perte d'altitude pendant la période de transition.

On doit s'exercer au vol lent à des vitesses minimales en vol rectiligne en palier, en montée, en descente, en virage en palier et en virages en montée et en descente. S'il est nécessaire d'évoluer en vol lent dans des rafales de vent, il faut augmenter la vitesse pour tenir compte des rafales.

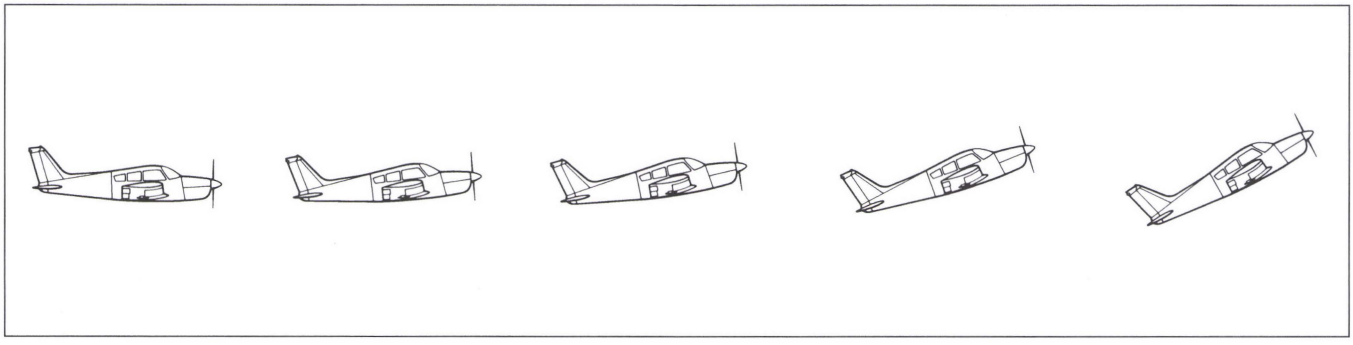


Figure 2-23 Transition de la vitesse de croisière à la vitesse minimale de contrôle

L'instruction en vol en double commande doit comprendre une démonstration au vol lent en montée pour simuler les conditions qui pourraient se présenter au cours de la remise des gaz à une altitude densité élevée ou, lorsqu'il y a des obstacles, pour montrer la nécessité d'une bonne transition rapide à partir du vol lent.

Lorsque vous êtes stabilisé à une vitesse de descente constante en vol lent, une diminution de la vitesse se traduit par une augmentation du taux de descente, ce qui nécessite une augmentation de la puissance pour maintenir le taux de descente initial.

Rappelez-vous que le vol lent doit être de courte durée parce que l'écoulement d'air ne suffit pas à refroidir le moteur.

Volets

On doit s'exercer au vol rectiligne en palier, aux montées, aux descentes et aux virages en vol lent selon divers braquages des volets. Votre instructeur va vous montrer comment certains braquages des volets offrent une meilleure visibilité vers l'avant du fait que le nez est plus incliné vers le bas. Vous verrez aussi comment le braquage des volets diminue la vitesse de décrochage, ce qui vous permettra de voler en toute sécurité à basse vitesse. Les volets sont souvent sortis lorsqu'il faut passer du vol lent au vol en palier ou à la montée, par exemple lorsqu'on sort d'un mauvais atterrissage et à la remise des gaz. Par conséquent, vous devez vous habituer à maîtriser l'aéronef en vol lent pour différents braquages des volets.

Réactions des gouvernes

La réaction des gouvernes en vol lent sera différente de celle qui se produit lorsqu'on vole dans la gamme des vitesses normales. Le manque de réaction des ailerons est particulièrement remarquable ; plus la vitesse est faible, moins efficaces sont les ailerons. En fait, la traînée causée par les ailerons deviendra assez évidente en vol lent et produira un mouvement de lacet dans le sens opposé à celui du virage prévu. À l'entrée d'un virage en vol lent, vous devez compenser cette traînée des ailerons en agissant sur le gouvernail de direction dans le sens du virage.

Le souffle de l'hélice a un effet sur la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction, et ces gouvernes demeurent efficaces en vol lent. Toute modification de la puissance et de la vitesse aura un effet sur toutes les gouvernes, et vous pourriez remarquer des changements dans leurs réactions.

Il est très important de remarquer qu'en vol lent la traction asymétrique et le souffle de l'hélice tendent à faire pivoter l'aéronef en lacet vers la gauche. Vous devez contrer ce mouvement de lacet au moyen du gouvernail de direction. Selon la puissance et la vitesse, une pression ferme sur le palonnier de droite pourrait être nécessaire pour maintenir la direction. Aussi, puisqu'une forte puissance se combine à une faible vitesse, le couple produit aura tendance à faire rouler l'aéronef vers la gauche. Ce mouvement de roulis n'est pas aussi prononcé que le mouvement de lacet, mais il faut néanmoins le compenser aux ailerons.

Décrochage

Si l'on réduit encore la vitesse, il faudra plus de puissance pour maintenir l'altitude désirée (ou le taux de descente), mais lorsque l'aéronef pique du nez à pleine puissance, la vitesse est descendue sous la *vitesse minimale de contrôle*. À ce point, l'aéronef est entré en décrochage. Près de la vitesse de décrochage, des facteurs comme la densité de l'air, la masse de l'aéronef et la traînée induite par les volets et le train d'atterrissage (le cas échéant) peuvent donner lieu à une situation selon laquelle il est impossible de maintenir l'altitude. Elle peut se produire lors d'un virage après un décollage à masse maximale élevée et à une altitude densité critique.

La gamme des vitesses de vol lent ne signifie pas nécessairement que vous éprouverez des difficultés de pilotage ni que vous vous retrouverez dans des situations dangereuses. Cependant, elle va amplifier toute erreur de pilotage. Voilà pourquoi une bonne technique de pilotage et une maîtrise précise de l'aéronef sont essentielles.

EXERCICE DOUZE

Décrochages

Un décrochage est une perte de portance et une augmentation de traînée qui se produit lorsque l'aéronef vole à un angle d'attaque supérieur à l'angle qui assure la portance maximale. L'entraînement au décrochage va vous permettre de reconnaître suffisamment tôt les symptômes de l'imminence d'un décrochage afin que vous puissiez prendre des mesures pour l'éviter. Vous apprendrez aussi comment sortir promptement et efficacement d'un décrochage avec un minimum de perte d'altitude.

Pourquoi une aile décroche-t-elle?

La portance générée par une aile dépend de l'écoulement d'air doucement accéléré au-dessus de celle-ci. À des angles d'attaque moyens, l'écoulement de l'air près du bord de fuite devient légèrement turbulent. À mesure que l'angle d'attaque augmente, la turbulence revient vers l'avant vers le bord d'attaque de l'aile jusqu'à l'atteinte de l'angle de décrochage. À ce moment, la déflexion vers le bas et la pression différentielle diminuent grandement, et il en résulte une perte de portance. En raison de la perte de portance et de l'augmentation de la traînée, la portance résiduelle ne suffit pas à supporter l'avion, et l'aile décroche. Les quatre parties de la figure 2-24 montrent l'écoulement de l'air au-dessus du profil à différents stades menant au décrochage.

Il est essentiel, pour reconnaître un décrochage, de se rappeler que, contrairement à l'angle d'incidence,

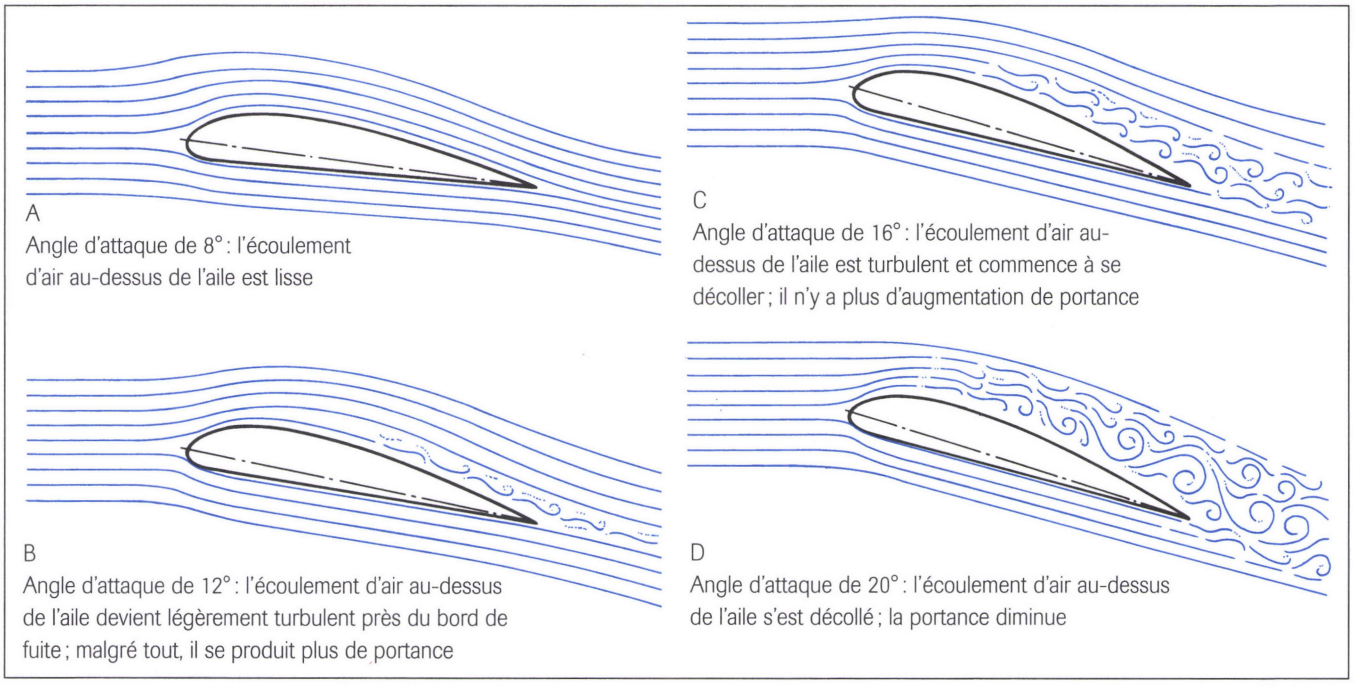


Figure 2-24 Angles d'attaque

l'angle d'attaque est un facteur relatif. Par conséquent, on ne peut se fier entièrement à l'assiette de l'aéronef comme étant une indication de la possibilité d'un décrochage. L'angle d'attaque se définit simplement comme étant l'angle formé entre la corde moyenne d'un profil et son sens de déplacement par rapport à l'écoulement de l'air (écoulement relatif). Dans le présent manuel, l'expression «écoulement relatif» sert à décrire le sens de l'écoulement d'air par rapport à un profil en vol. Un aéronef peut décrocher pratiquement à n'importe quelle vitesse, quelle que soit son assiette de vol.

Vitesses de décrochage

Quelle que soit la vitesse, un aéronef décroche toujours lorsque les ailes atteignent un même angle d'attaque. Souvenez-vous que l'angle d'attaque et l'assiette de vol de l'aéronef ne sont pas systématiquement liés. Bien que des vitesses de décrochage puissent être fournies pour un type d'aéronef donné, la vitesse de décrochage de chaque aéronef peut varier selon les facteurs suivants:

Poids. Comme le poids s'oppose à la portance, un aéronef légèrement chargé et correctement centré va présenter une vitesse de décrochage plus faible que celle d'un aéronef semblable volant à la masse maximale autorisée.

Centrage. La position du centre de gravité a aussi un effet sur la vitesse de décrochage d'un aéronef. Un centrage avant permet d'atteindre l'angle de décrochage à une vitesse plus élevée, et un centrage arrière, à une vitesse plus faible.

Un aéronef mal chargé peut présenter de mauvaises caractéristiques de décrochage. C'est particulièrement vrai dans le cas d'un aéronef chargé au-delà des limites du centrage arrière.

Puissance. Du fait de la traction additionnelle vers le haut et d'autres facteurs contribuant à la portance au cours d'un décrochage avec moteur, la vitesse de décrochage va être inférieure à celle d'un décrochage à moteur réduit.

Volets. La sortie des volets augmente la cambrure de l'aile, ce qui dirige une plus grande partie de l'écoulement d'air vers le bas pour une vitesse donnée et augmente ainsi la portance. Ce facteur permet à l'aéronef de voler à une vitesse inférieure avant que se produise le décrochage.

Tangage. Lorsque l'aéronef est cabré brusquement, le facteur de charge augmente en conséquence, et la vitesse de décrochage augmente pendant la durée du changement de l'assiette en tangage (voir «Facteurs de charge» au Chapitre 1).

Angle d'inclinaison latérale. En vol coordonné, plus l'angle d'inclinaison est important, plus la vitesse de décrochage est élevée.

État de l'aéronef. Un aéronef propre, bien entretenu et dont la cellule est bien réglée présentera invariablement de meilleures caractéristiques de décrochage et des vitesses de décrochage plus faibles qu'un aéronef similaire en mauvais état.

Train d'atterrissage escamotable. Le fait de sortir le train d'atterrissage augmente la traînée. L'effet sur la vitesse de décrochage varie d'un aéronef à l'autre, mais dans le cas du cabrage classique avec ailes à l'horizontale, on notera une légère baisse de la vitesse de décrochage, plus spécialement lorsqu'on utilise le moteur.

La densité de l'air dans lequel vole un aéronef diminue avec l'altitude. Bien que la vitesse vraie à laquelle un aéronef décroche soit plus élevée en altitude, l'anémomètre, qui fonctionne lui-même à partir de l'effet de la densité de l'air, va afficher la même vitesse, que l'aéronef décroche en altitude ou près du sol. Par conséquent, les vitesses de décrochage indiquées demeurent les mêmes quelle que soit l'altitude.

Symptômes de l'imminence d'un décrochage

Comme la plupart des aéronefs ne sont pas munis d'un indicateur d'angle d'attaque, il faut se servir de la vitesse pour reconnaître l'imminence d'un décrochage. D'autres symptômes de l'imminence d'un décrochage sont:

1. une diminution de l'efficacité des gouvernes, surtout de la gouverne de profondeur et des ailerons; la résistance qui permet de «sentir» l'aéronef aux commandes diminue progressivement à mesure que la vitesse diminue;
2. les avertisseurs de décrochage sonores ou lumineux qui équipent la plupart des aéronefs se déclenchent peu avant le décrochage;
3. le battement (effet de battement de l'écoulement d'air turbulent sur la structure de l'aéronef, qu'on peut entendre et/ou sentir) varie en intensité selon le type d'aéronef;
4. la perte d'altitude, malgré une traction sur le manche pilote.

Rappelez-vous toujours que si les symptômes de l'imminence d'un décrochage commencent à se manifester alors que vous n'avez pas l'intention de décrocher, vous devez agir promptement mais doucement sur les commandes. La plupart des profils décrochent à un angle d'attaque d'environ 17°, ce qui fait que les symptômes apparaissent à 15 ou 16°. Le pilote vigilant va être en mesure de reconnaître un décrochage, car il

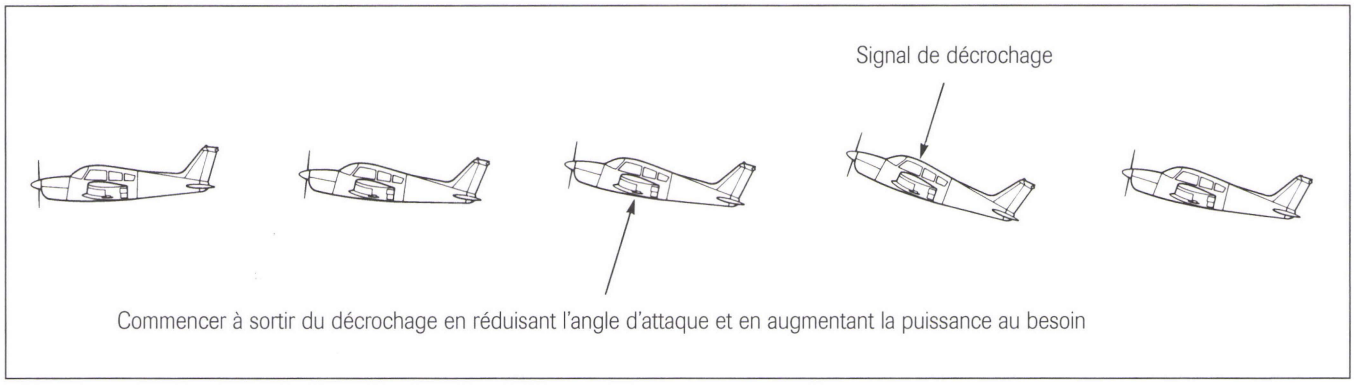


Figure 2-25 Sortie d'un décrochage imminent

se produit habituellement de façon progressive. En raison du gauchissement négatif des ailes, le décrochage prend naissance à l'emplanture de l'aile et, à mesure que l'angle d'attaque augmente, il se déplace progressivement vers l'extrémité de celle-ci. Lorsque les premiers symptômes de décrochage se manifestent, poussez promptement mais doucement le manche pour réduire l'angle d'attaque et ramener l'aéronef en vol stabilisé. Si vous disposez d'une réserve de puissance, vous pouvez y faire appel pour réduire effectivement l'angle d'attaque sans modifier l'assiette de vol de l'aéronef. Toutefois, dans des conditions normales, vous devriez éliminer les symptômes du décrochage en augmentant la puissance et en abaissant le nez de l'aéronef pour réduire l'angle d'attaque. Le fait de s'approcher du décrochage sans décrocher complètement s'appelle décrochage imminent (figure 2-25).

Entrée et sortie de décrochage à moteur réduit

Les exercices de décrochage doivent être effectués au-dessus de zones non habitées et à une altitude suffisante. Les exercices de sortie de décrochage doivent être effectués à l'altitude recommandée par le constructeur ou au-dessus de celle-ci, mais pas à moins de 2000 pi (610 m) au-dessus du sol, selon l'altitude la plus élevée. Au cours de l'entraînement, votre instructeur va souvent insister sur le fait que l'objectif ne consiste pas à faire décrocher un aéronef, mais plutôt à reconnaître l'imminence d'un décrochage et à prendre promptement des mesures correctives.

Lorsqu'on effectue des décrochages intentionnels, il faut d'abord :

1. effectuer une vérification du poste de pilotage : réchauffage du carburateur, bouclage des ceintures, fermeture des fenêtres, rangement des menus articles, etc.
2. assurer la surveillance extérieure ; regarder soigneusement dans toutes les directions, spécialement en dessous de l'aéronef.

On effectue généralement les décrochages à moteur réduit à partir du vol rectiligne en palier. Utilisez au besoin le réchauffage du carburateur, réduisez doucement les gaz, contrez tout mouvement de lacet avec le gouvernail de direction et maintenez l'aéronef en palier en tirant continuellement sur le manche. La vitesse va diminuer progressivement, passant par la vitesse d'autonomie maximale pour atteindre la gamme des vitesses de vol lent. À mesure que la vitesse diminue, la réaction des commandes diminue aussi et il faudra déplacer les commandes avec une plus grande ampleur pour obtenir le résultat recherché. Vous allez aussi remarquer un changement dans la hauteur et l'intensité du bruit causé par le souffle de l'hélice. Continuez à tirer sur le manche pour tenir le nez de l'aéronef dans l'assiette de vol utilisée en montée normale jusqu'à ce que le décrochage se produise. Restez en ligne droite à l'aide du gouvernail de direction.

Lorsque vous vous exercez au décrochage, évitez de soulever le nez de l'aéronef trop au-dessus de l'horizon pour provoquer le décrochage (figure 2-26). Vous décèlerez ainsi des symptômes plus réalistes d'un décrochage accidentel.

La façon de sortir d'un décrochage peut s'énoncer simplement de la façon suivante :

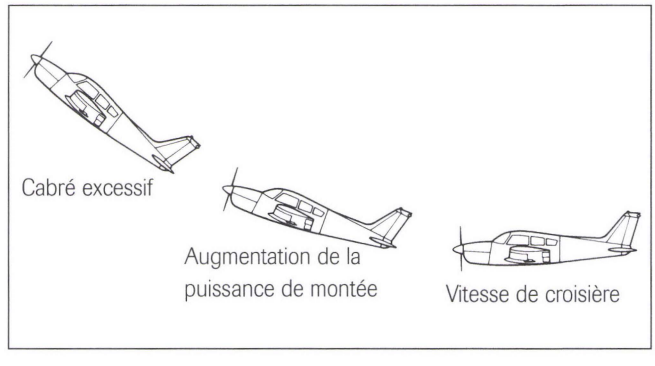


Figure 2-26 Mauvais début de décrochage à partir du vol en croisière

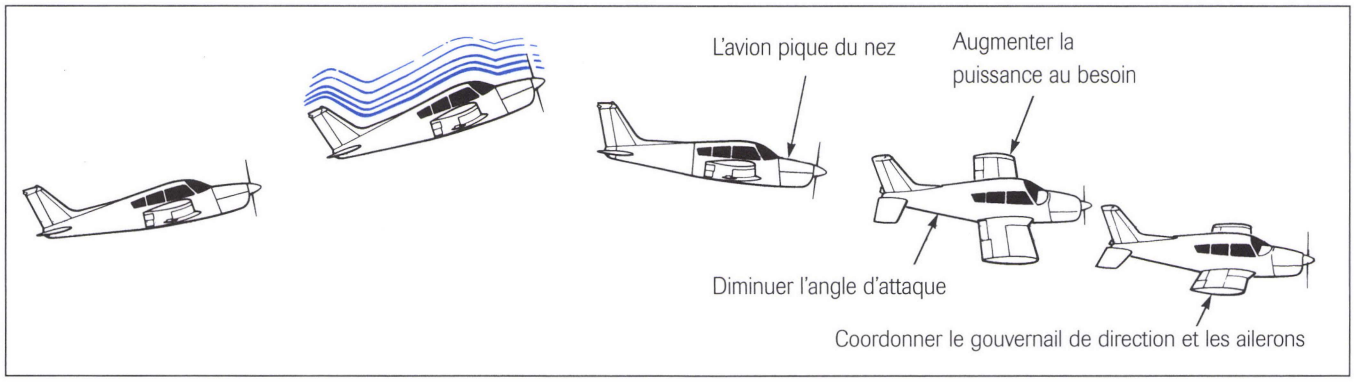


Figure 2-27 Sortie d'un décrochage complet

1. réduisez immédiatement l'angle d'attaque ;
2. reprenez une bonne assiette de vol en coordonnant l'utilisation des commandes de vol. Ce n'est pas dans toutes les situations que vous aurez besoin de donner plus de puissance, mais l'utilisation de la commande de puissance doit faire partie intégrante de la manœuvre de sortie de décrochage (figure 2-27).

Premièrement, aux premiers signes de décrochage, abaissez le nez de l'aéronef franchement et immédiatement. L'importance de la poussée sur le manche varie d'un aéronef à l'autre, mais dans la plupart des cas, une légère pression jusqu'au neutre suffit. Il s'agit de réduire l'angle d'attaque suffisamment pour que l'écoulement d'air sur les ailes redevienne régulier. Restez en ligne droite à l'aide du gouvernail de direction. Utilisez les ailerons si le manuel de vol de l'aéronef le permet.

Deuxièmement, donnez pleins gaz promptement mais en souplesse. Un déplacement brusque ou irrégulier de la manette des gaz peut retarder la réponse du moteur ou causer une perte de puissance complète à un moment particulièrement crucial, surtout si le moteur a refroidi pendant le plané. En altitude, le réglage au régime de croisière convient normalement, mais à basse altitude il faut donner pleins gaz pour réduire au minimum toute perte d'altitude. En raison de la faible vitesse, on risque très peu d'emballer le moteur. À ce stade, il vaut mieux utiliser trop de puissance que pas assez. Revenez au régime normal dès que la sortie est terminée et que vous avez repris l'assiette de vol en croisière.

On revient au vol rectiligne en palier par l'utilisation coordonnée de toutes les commandes. La sortie de décrochage doit se terminer par le retour au vol normal avec une perte minimale d'altitude. Pour la plupart des aéronefs légers, on y arrive en abaissant le nez à l'assiette de vol en croisière, ou légèrement au-dessous de celle-ci, grâce à l'utilisation de la manette des gaz.

Un décrochage peut être aggravé par le lacet. À mesure que l'avion effectue un mouvement de lacet, il se produit une différence de portance entre les deux ailes, ce qui fait s'enfoncer une de celles-ci. Cette tendance inévitable à rouler est appelée une autorotation et est expliquée en détail à l'exercice 13.

Si l'aéronef accuse un mouvement de lacet et qu'une aile s'enfonce, effectuez une sortie de décrochage complet : sortez l'aéronef du décrochage, restez en ligne droite en contrant tout lacet et mettez les ailes en palier grâce à l'utilisation coordonnée des commandes de vol (figure 2-28).

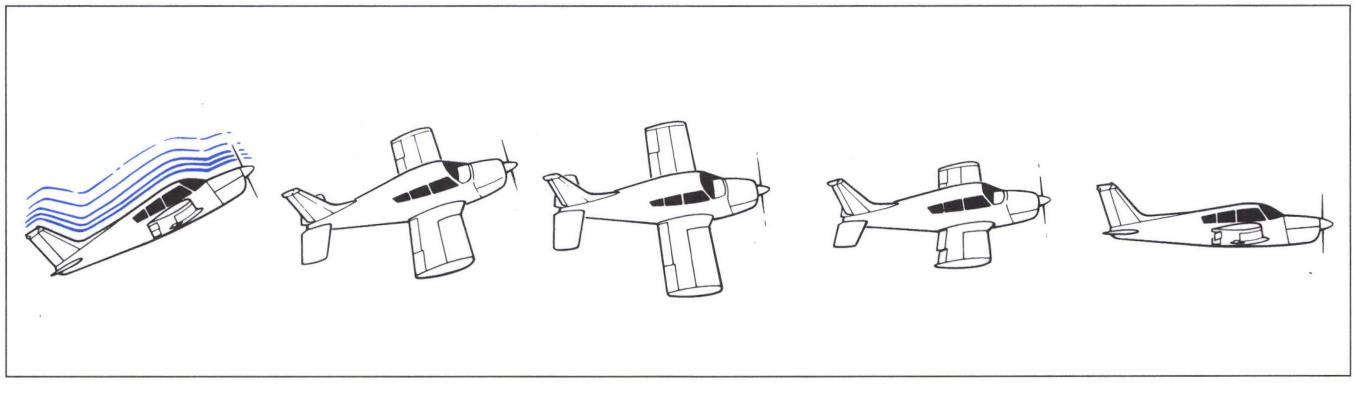


Figure 2-28 La coordination du gouvernail de direction et des ailerons est utilisée au cours de la sortie de décrochage

Entrée et sortie de décrochage avec moteur

Les principes valables pour le décrochage à moteur réduit s'appliquent également au décrochage avec moteur, bien que les deux manœuvres présentent quelques différences. Le mouvement de tangage d'un aéronef en décrochage complet avec moteur est plus accentué et plus rapide. Il est également plus difficile de maîtriser l'aéronef pendant la sortie, puisque dans bien des cas une des ailes a tendance à s'enfoncer en même temps que l'aéronef pique du nez.

Lorsqu'on commence à décrocher avec moteur, la gouverne de profondeur et les ailerons demeurent efficaces plus longtemps à cause du souffle de l'hélice. Cependant, les ailerons sont moins efficaces que dans le cas d'un décrochage à moteur réduit. Cela est dû en partie au fait que la puissance réduit légèrement la vitesse de décrochage, ce qui réduit aussi l'efficacité des ailerons.

Pour amorcer un décrochage avec moteur, cabrez doucement l'aéronef et tenez-le dans cette assiette en tirant continuellement sur le manche jusqu'à ce que le décrochage se produise. En raison de la traction supplémentaire, il faut cabrer davantage l'aéronef pour provoquer le décrochage. Au début d'un décrochage avec moteur, le lacet engendré par le souffle de l'hélice et la traction asymétrique vont rendre plus difficile la maîtrise en direction.

La sortie d'un décrochage avec moteur, quelle que soit la puissance, se fait de la même manière que pour tout autre décrochage. Toutefois, comme le décrochage pourrait être plus brutal et la perte de maîtrise plus complète, l'utilisation de toute puissance résiduelle est très importante.

Décrochages à haute vitesse

À une même masse brute, configuration et puissance, un aéronef va toujours décrocher à la même vitesse indiquée, pourvu qu'on n'augmente pas le facteur de charge par une manœuvre ou une utilisation brusque des commandes. L'aéronef va, par contre, décrocher à une vitesse supérieure lorsqu'on lui impose des charges de manœuvres par des virages brusques, des remontées ou des modifications brutales de sa trajectoire de vol. Les décrochages qui se produisent à partir de ces situations s'appellent des *décrochages à haute vitesse*.

À la suite d'un décrochage intentionnel, si on laisse l'aéronef piquer du nez selon un angle accentué, la vitesse va augmenter rapidement. Si l'on tire trop rapidement sur le manche pour sortir du piqué, l'aéronef va amorcer un « décrochage secondaire » à une vitesse bien supérieure à celle d'un décrochage normal. Quelle que soit la vitesse, tout déplacement des commandes de vol qui augmente le facteur de charge (« G ») produit une accélération.

Dans un virage, l'aéronef accélère vers le centre du virage ; plus serré est le virage, plus grande est l'accélération, donc plus grand est le facteur de charge, et plus élevée est la vitesse de décrochage. Un aéronef qui décroche normalement à 50 kt peut décrocher à une vitesse bien supérieure à 100 kt dans un virage serré lorsque l'angle d'inclinaison dépasse 60°. Par conséquent, les forces d'accélération créées par les virages ou les brusques changements de cabré, quelle que soit la vitesse, vont toujours augmenter la vitesse de décrochage. C'est vrai pour les virages en montée, les virages en palier, les virages planés et les virages serrés — en réalité pour tous les virages, quelle que soit la puissance. Une manœuvre qui nécessite une attention spéciale à la vitesse et à l'angle d'inclinaison est le virage en vol (plané) à moteur réduit, surtout s'il est effectué près du sol.

La turbulence peut augmenter de façon importante la vitesse de décrochage. Une rafale ascendante provoque une brusque variation de l'écoulement relatif, qui se traduit par une aussi brusque augmentation de l'angle d'attaque. Tous les décrochages sont provoqués par un dépassement de l'angle d'attaque critique, angle qui est mesuré par rapport à l'écoulement relatif. Voilà pourquoi il est habituellement recommandé d'adopter une vitesse légèrement supérieure à la normale lorsqu'on approche du sol dans des conditions turbulentes.

Dire qu'un aéronef peut décrocher à n'importe quelle vitesse ne signifie pas qu'il soit permis de le faire. Plus faible est la vitesse au moment où un décrochage se produit, moins grands sont les risques de dommages à la structure, puisque les facteurs de charge sont minimes. Toutefois, plus grande est la vitesse, plus grand est le facteur de charge et plus élevés sont les risques d'endommager la structure. Voilà pourquoi les manuels de vol des aéronefs emploient ce qu'il est convenu d'appeler une « vitesse de manœuvre » comme limite opérationnelle. La vitesse de manœuvre est la vitesse maximale à laquelle le braquage complet d'une commande aérodynamique ne va pas surcharger l'aéronef.

Décrochages en virage

Lorsqu'un aéronef décroche en virage en palier ou en descente, l'aile intérieure décroche normalement en premier, et l'aéronef va rouler à l'intérieur du virage. Dans un virage en palier, l'aile intérieure se déplace plus lentement que l'aile extérieure et obtient donc moins de

portance ; elle s'enfonce et son angle d'attaque augmente, ce qui, dans des conditions appropriées, cause un décrochage. Au cours d'un virage en descente, la trajectoire décrite par l'aéronef est un piqué en spirale. Par conséquent, l'aile intérieure se présente à l'écoulement relatif sous un angle d'attaque plus prononcé et elle est la première à décrocher et à s'enfoncer.

Toutefois, pendant un virage en montée, la trajectoire décrite par l'aéronef est une spirale ascendante, ce qui fait que l'aile extérieure se présente à l'écoulement relatif sous un angle d'attaque plus prononcé que l'aile basse. Il en résulte que l'aile haute sera normalement la première à décrocher et à s'enfoncer brusquement lorsque le décrochage se produira.

Décrochages au décollage

Au cours du décollage et au début du vol, un aéronef passe par une situation de vol critique. Après avoir quitté le sol et en accélération pour atteindre la vitesse de montée, l'aéronef traverse une période de faible vitesse à basse altitude. Tout brusque cabré ou toute réduction soudaine de la puissance moteur peut faire décrocher l'aéronef. Si un incident se produit à ce stade, mais que le pilote fait preuve d'une bonne technique de pilotage, il peut couper les gaz et se poser droit devant en toute sécurité en n'apportant que de légers changements de cap pour éviter les obstacles. Cependant, si l'on a trop tiré sur le manche après la rotation, un décrochage peut se produire sans qu'il soit possible de s'en rétablir. Si, par ailleurs, l'aéronef est en imminence de décrochage, il ne montera pas suffisamment pour franchir les obstacles sur sa trajectoire de vol (figure 2-29). Il est donc essentiel d'adopter une bonne assiette de cabré après le décollage. Au titre de la procédure de décollage, prenez grand soin de cabrer correctement l'aéronef lorsque vous exécutez un virage en montée, surtout si vous devez virer avant d'avoir atteint une altitude de sécurité.

Une autre situation critique au départ est créée par la « remise des gaz » à la suite d'une approche manquée. La plupart du temps, lorsqu'on décide d'interrompre l'approche, la vitesse est faible et les volets sont sortis. En outre, il peut être nécessaire de virer immédiatement après avoir interrompu l'approche (à cause du trafic). Pour éviter des conditions pouvant mener à un décrochage ou à un décrochage imminent, portez particulièrement attention aux points suivants :

1. mettez pleins gaz ; rappelez-vous qu'il s'agit d'une forme de décollage dans des conditions défavorables, aussi rien de moins que la puissance maximale ne suffira ;
2. le fait de mettre les gaz, conjugué à une compensation du cabré au cours de l'approche, va avoir tendance à faire cabrer l'aéronef davantage ; anticipez cette situation et compensez en maintenant la bonne assiette en tangage jusqu'à ce que vous puissiez compenser de nouveau ;
3. très peu d'aéronefs sont en mesure de poursuivre une montée volets complètement sortis ; rentrez doucement les volets conformément aux instructions du manuel de vol de l'aéronef. Si ce dernier ne donne aucune indication sur la façon de rentrer les volets, il est recommandé de les rentrer par étapes. Lorsque les volets sont complètement rentrés d'un seul coup, il peut se produire une brusque perte d'altitude. Toute tentative de mettre fin à cette descente en relevant brusquement le nez de l'aéronef peut causer un décrochage.

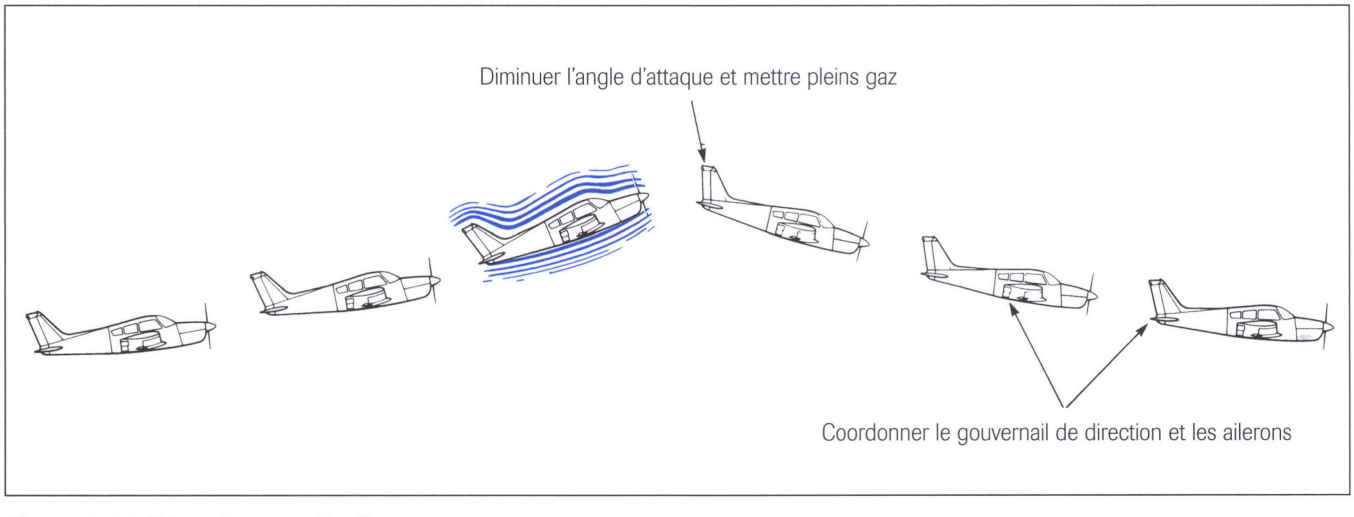


Figure 2-29 Décrochage au décollage

Vrilles

La *vrille* n'a aucune application pratique en vol normal. Vous ne recevez de la formation sur les vrilles que pour les reconnaître, les éviter et en sortir.

Il est impérieux que seul un aéronef homologué pour les vrilles intentionnelles soit utilisé pour toute forme d'instruction portant sur les vrilles. Il faut consulter le certificat de type, le manuel de vol de l'aéronef ou les affichettes apposées dans le poste de pilotage pour déterminer dans quelles conditions, le cas échéant, on peut tenter des exercices de vrille dans un aéronef donné. Le pilote d'un aéronef comportant une affichette interdisant les vrilles intentionnelles doit supposer que cet aéronef puisse devenir ingouvernable dans une vrille. Les techniques de mise en vrille et de sortie de vrille recommandées dans le présent document s'appliquent à l'aéronef d'entraînement léger moyen. Si le manuel de vol de l'aéronef renferme des indications différentes, il faut suivre ces dernières.

Autorotation

Une tendance inévitable à rouler, ou autorotation, va se développer à la suite d'un décrochage aggravé par un mouvement de lacet. Si elle persiste, l'autorotation se transforme en vrille.

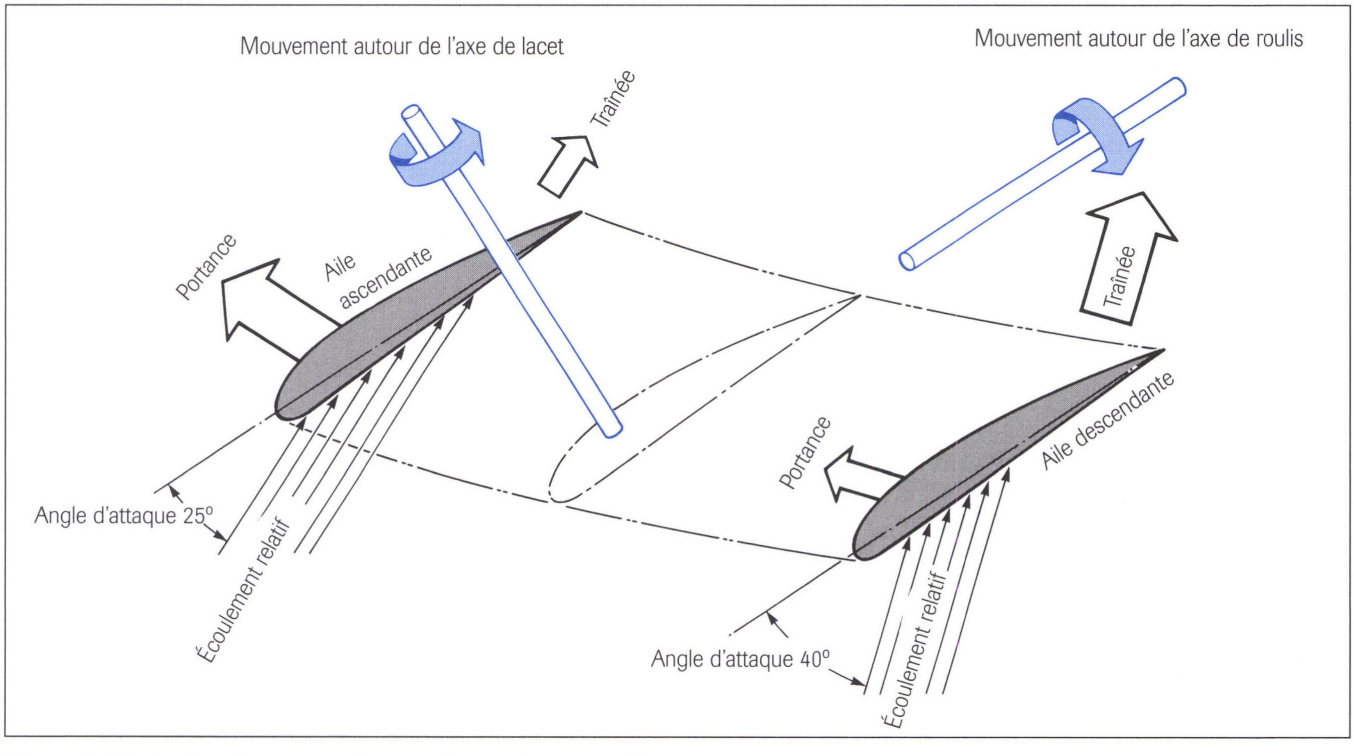


Figure 2-30 Angles d'attaque et forces agissant dans une vrille

Si, pour une raison donnée, une aile produit plus de portance que l'autre, l'aéronef va amorcer un mouvement de roulis et l'aile descendante va se présenter à l'écoulement relatif sous un angle d'attaque plus prononcé. Aux angles d'attaques courants, cette augmentation de l'angle d'attaque va augmenter la portance, ce qui tendra à ramener l'aéronef à son assiette précédente. Lorsque l'angle d'attaque d'une aile descendante augmente jusqu'à atteindre l'angle de décrochage ou une valeur voisine de ce dernier, l'aile perd de la portance, décroche encore plus et continue automatiquement à descendre. L'aile ascendante, à cause de son déplacement relatif vers le haut, se présente à l'écoulement d'air sous un angle d'attaque moins prononcé, décroche moins et produit plus de portance, ce qui accentue le mouvement de roulis. Aussi, la traînée augmente brusquement sur l'aile descendante, et elle s'ajoute à la force du mouvement de lacet, ce qui augmente effectivement l'angle d'attaque de l'aile descendante pour la faire décrocher encore plus (figure 2-30). Le nez de l'aéronef s'abaisse à cause de la perte de portance, et l'autorotation, ou la vrille, se produit.

La vrille est un mouvement compliqué qui comprend simultanément des mouvements de roulis, de lacet et de tangage. L'aéronef suit une trajectoire hélicoïdale (en tire-bouchon) vers le bas en tournant autour d'un axe vertical. Les assiettes en tangage peuvent varier, de plates à prononcées, alors que les vitesses vers l'avant et vers le bas sont comparativement faibles. Les forces en présence sont quelque peu au-dessus de la normale, mais relativement constantes.

La vrille se compose de trois étapes, illustrées à la figure 2-31 :

1. la phase de *mise en vrille* ;
2. la phase de *vrille stabilisée* ;
3. la phase de sortie de vrille.

La mise en vrille

La mise en vrille se produit au moment où l'aéronef décroche et que la rotation commence jusqu'à ce que l'axe de la vrille soit à la verticale, ou près de celle-ci. Au cours de cette phase, la trajectoire de vol passe de l'horizontale à la verticale, et la rotation de la vrille passe de zéro à la vrille stabilisée. Habituellement, la mise en vrille se produit rapidement sur les aéronefs légers (en 4 ou 6 secondes) et comprend généralement les deux premiers tours. Des essais réels et sur maquettes montrent que la mise en vrille typique commence par la chute d'une aile pendant le décrochage. À mesure que le nez de l'aéronef s'abaisse, le mouvement de lacet augmente. Aux environs du premier demi-tour, l'aéronef pique presque à la verticale, mais l'angle d'attaque est habituellement supérieur à celui du décrochage en raison de la trajectoire de vol inclinée (figure 2-31). Quand le premier tour est presque terminé, le nez de l'aéronef peut se relever, et l'angle d'attaque, continuer à augmenter. Comme l'aéronef continue de tourner dans le deuxième virage, la trajectoire de vol se rapproche de la verticale, et les trois mouvements de la vrille commencent à se répéter et se rapprochent de ceux qui se produisent en phase de vrille stabilisée.

La vrille stabilisée

En vrille stabilisée, l'assiette, les angles et les mouvements de l'aéronef se répètent quelque peu et ils se stabilisent tour après tour pour amener une descente presque verticale. La vrille se maintient grâce à un équilibre entre les forces et les moments aérodynamiques et d'inertie (figure 2-32).

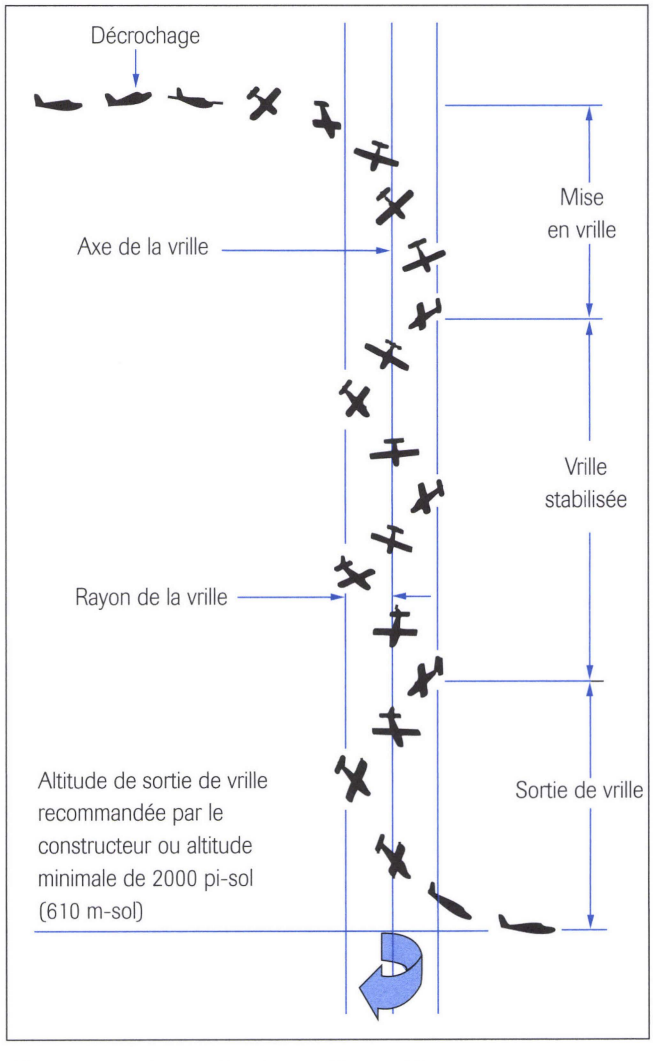


Figure 2-31 Les trois phases d'une vrille

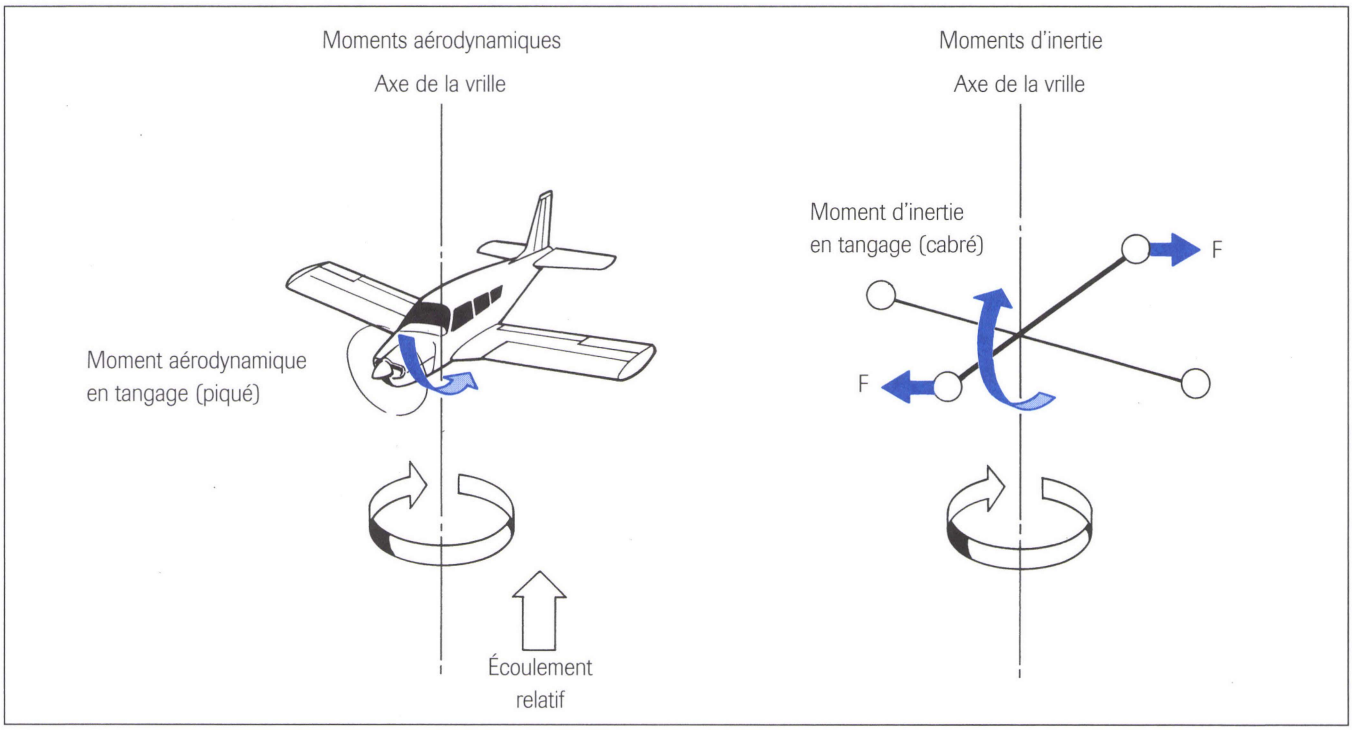


Figure 2-32 Équilibre des moments aérodynamiques et d'inertie en tangage dans une vrille

Entrée

On peut entrer dans une vrille délibérée ou accidentelle de bien des façons. Il n'est pas nécessaire que l'aéronef présente une assiette en cabré élevée pour entrer en décrochage et en vrille. L'angle d'attaque, et non l'assiette, constitue le facteur clé. Il est possible d'amorcer une vrille alors que l'aéronef est en descente, en palier ou en montée. On peut aussi entrer en vrille à partir d'un décrochage à haute vitesse. Bien des types d'aéronefs nécessitent des techniques particulières pour entrer correctement en vrille. Assez curieusement, ces aéronefs sont reconnus pour entrer accidentellement en vrille à cause d'une mauvaise manœuvre dans des virages normaux ou en vol lent.

La première condition pour amorcer une vrille est d'obtenir un décrochage complet de l'aéronef, sinon il pourrait ne pas entrer en vrille et plutôt effectuer une glissade en spirale dont la vitesse augmenterait de plus en plus. Dans ce cas, sortez immédiatement du piqué en spirale et recommencez.

Voici une façon d'amorcer une vrille :

1. prenez les mesures de sécurité : effectuez les vérifications du poste de pilotage, vérifiez l'altitude minimale, secteur approprié, surveillance extérieure, etc. La sortie de tous les exercices de vrille doit se faire à au moins 2000 pi-sol (610 m-sol) ou à l'altitude recommandée par le constructeur, si cette dernière est la plus élevée ;
2. réduisez les gaz au minimum et faites décrocher l'aéronef en tirant graduellement sur le manche tout en maintenant une assiette de montée presque normale. Au moment de décrocher ou un peu avant, poussez à fond le palonnier dans le sens de la vrille ;
3. laissez se produire l'autorotation en maintenant le palonnier à fond et en retenant le manche vers l'arrière, puisqu'à ce point, on pourrait avoir tendance à relâcher les commandes ;
4. laissez se poursuivre la vrille le nombre de tours voulu, sans jamais dépasser six tours, car les aéronefs homologués ne sont pas éprouvés au-delà de cette limite. Deux tours complets en vrille stabilisée devraient suffire.

Sortie

Le but de la sortie de vrille est de provoquer un déséquilibre entre les moments aérodynamiques et d'inertie. Comme les caractéristiques de vrille des aéronefs sont différentes, il faut respecter les techniques de sortie de vrille précisées dans le manuel de vol de l'aéronef. Les procédures suivantes conviennent à la plupart des aéronefs légers et peuvent être utilisées en l'absence d'indications du constructeur :

1. maintenez la puissance au ralenti et les ailerons au neutre ;
2. enfoncez et maintenez à fond le palonnier dans le sens opposé à la rotation ;

3. une fois que le palonnier arrive en butée, poussez franchement sur le manche pour interrompre le décrochage; il pourrait être nécessaire de pousser le manche à fond;
4. maintenez ces commandes de vol en position jusqu'à l'arrêt de la rotation;
5. dès l'arrêt de la rotation, ramenez le palonnier au neutre, les ailes à l'horizontale, et sortez doucement du piqué.

Facteurs influant sur la sortie de vrille

La différence la plus importante entre la phase de vrille stabilisée et la phase de mise en vrille réside, pour certains aéronefs, en une augmentation de la durée de la sortie de vrille et, dans une moindre mesure, de l'intensité des sollicitations aux commandes. À partir de la vrille stabilisée, il n'est pas inhabituel qu'il se produise un tour complet ou plus après la sollicitation des commandes. Par conséquent, il est très important d'agir sur les commandes dans l'ordre convenable et de maintenir les commandes jusqu'à ce que la rotation cesse. Relâcher prématurément les commandes peut augmenter la durée de la sortie de vrille.

Certains facteurs qui pourraient influencer le déroulement de la vrille et les caractéristiques de sortie de celle-ci sont le chargement de l'aéronef (répartition, masse et centrage), l'altitude, la puissance, la position des volets et le réglage des commandes.

La répartition du poids dans l'aéronef peut avoir un effet marqué sur le déroulement de la vrille. L'ajout de poids à n'importe quelle distance par rapport au centre de gravité de l'aéronef va augmenter le moment d'inertie de ce dernier autour de deux axes (figure 2-32). Cette augmentation de l'inertie, indépendamment de l'emplacement du centre de gravité ou du poids, aura tendance à produire une assiette en vrille moins prononcée et à rendre moins franches les sorties de vrille. Dans le cas d'un centrage avant, il sera plus difficile d'obtenir une vrille pure en raison de l'efficacité réduite de la gouverne de profondeur. La vrille a tendance à devenir plus plate et plus rapide dans le cas d'un centrage situé le plus à l'arrière et lorsque plus de masses sont réparties le long du fuselage. Des modifications de la masse brute et de sa répartition peuvent avoir un effet sur le déroulement de la vrille, puisqu'une augmentation de la masse brute se traduira par une augmentation de l'inertie. Des masses plus élevées peuvent prolonger légèrement les sorties de vrille.

Des altitudes élevées auront aussi pour effet de prolonger les sorties de vrille, puisque l'air moins dense offre moins de «prise» aux gouvernes pour s'opposer à la vrille. Toutefois, cela ne veut pas dire qu'il est conseillé de vous exercer aux vrilles à basse altitude.

L'effet des ailerons, dans le sens de la rotation ou non, ne semble pas obéir à une règle établie pour tous les aéronefs. Comme l'utilisation des ailerons peut augmenter le taux de rotation et retarder la sortie de vrille, il ne faut pas utiliser ces derniers, surtout en inversion.

Si une vrille se produit alors que les volets sont sortis, rentrez les volets car ceux-ci peuvent:

1. prolonger la vrille, du fait qu'ils ont tendance à produire une vrille plus plate, exécutée selon un taux de rotation plus lent;
2. réduire l'efficacité du gouvernail de direction parce qu'ils défléchissent l'écoulement d'air;
3. subir des dommages attribuables à une haute vitesse ou à une charge élevée, ou aux deux, lors de la sortie du piqué.

Si l'on maintient la puissance lors d'une vrille, l'aéronef pourrait moins piquer du nez, et l'hélice aura tendance à augmenter quelque peu l'effet gyroscopique dans un sens ou dans l'autre, selon que la vrille se produit à gauche ou à droite. Maintenir la puissance pendant une vrille a pour effet de prolonger les sorties de vrille sur certains aéronefs. De plus, une sortie de vrille au moteur aura pour effet d'augmenter la vitesse et la perte d'altitude lors de la sortie du piqué.

Si vous ne pouvez déterminer le sens de la rotation de la vrille parce que vous êtes désorienté, consultez l'aiguille de l'indicateur de virage ou le coordonnateur de virage pour le savoir. Par exemple, si l'aiguille de l'indicateur de virage ou le coordonnateur de virage indique un virage à gauche, l'aéronef est en vrille à gauche. Ne consultez pas la bille, puisqu'elle ne demeure pas à la même position à cause du lacet transitoire.

Vrille secondaire

Une vrille secondaire peut se produire à la suite d'une mauvaise utilisation des commandes après la sortie d'une première vrille. Un cabré sec ou prématuré en sortie de piqué peut causer un décrochage secondaire (figure 2-33). S'il y a un mouvement de lacet — par exemple, parce qu'on tient toujours enfoncé le palonnier utilisé pour contrer la vrille —, l'aéronef peut entrer dans une vrille secondaire.

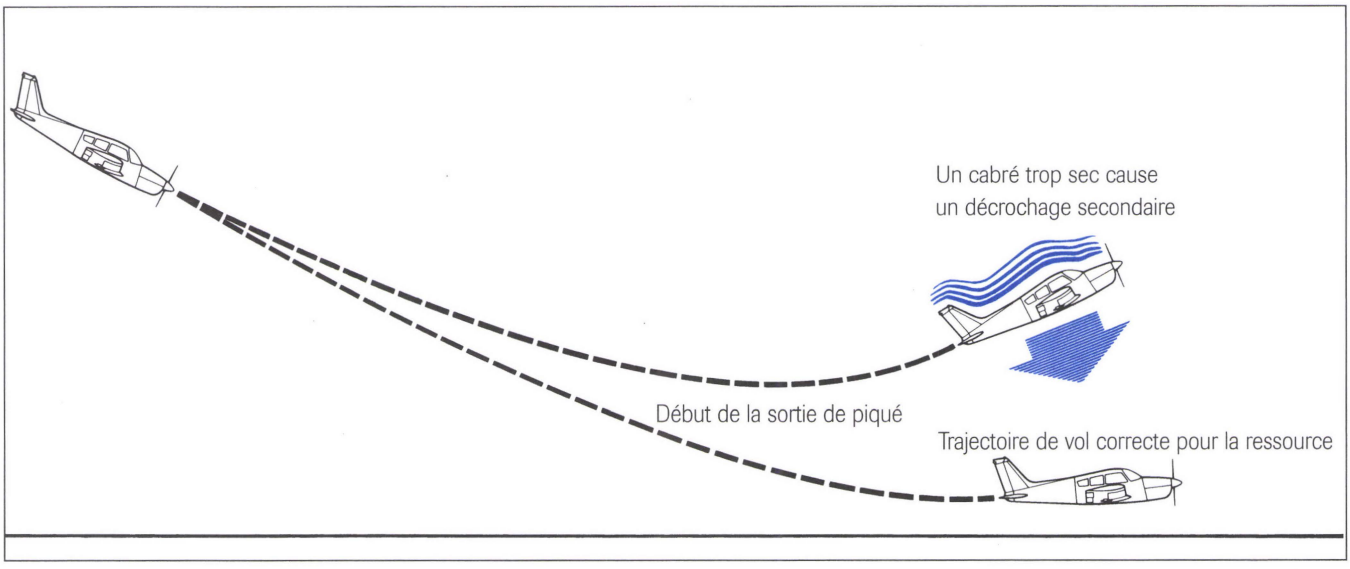


Figure 2-33 Décrochage secondaire résultant d'une mauvaise sortie de vrille

EXERCICE QUATORZE

Spirale

En termes simples, une spirale peut se définir comme étant « un virage en descente très accentué dans lequel la vitesse, le taux de descente et la charge alaire augmentent rapidement ». La spirale n'est habituellement pas considérée comme une manœuvre normale ou utile, et si elle se produit accidentellement, elle peut devenir très dangereuse.

On conçoit aisément que cette manœuvre soit jugée dangereuse, surtout si elle se produit à basse altitude. Un décrochage à haute vitesse pourrait être causé par une mauvaise utilisation de la gouverne de profondeur dans une tentative de limiter le taux de descente rapide. Si la vitesse augmente au-delà des limites normales, l'aéronef peut subir des dommages structuraux pendant la spirale ou la ressource suivant le piqué si la charge alaire devient excessive.

Dans un sens, une spirale ressemble à une vrille. Par conséquent, lorsqu'on s'exerce aux vrilles, il est possible de perdre temporairement le sens de l'orientation et de prendre pour une vrille ce qui est en réalité une spirale. Dans ces conditions, il faut toujours se rappeler que la principale différence entre ces deux manœuvres est la vitesse. Dans une vrille, la vitesse demeure faible et constante, soit à peu près la vitesse de décrochage ; dans une spirale, la vitesse se situe bien au-dessus de la vitesse de décrochage et elle augmente rapidement. Une spirale peut se produire si l'on tente de mettre prématurément l'aéronef en vrille alors que celui-ci n'a pas encore décroché, ou si l'on relâche le manche une fois que la vrille a été amorcée.

Une spirale peut aussi être causée par une mauvaise utilisation des commandes pendant des manœuvres nécessitant une plus grande puissance, comme dans les virages serrés. Dans ces cas, assurez-vous de couper les gaz pour reprendre la maîtrise de la vitesse qui augmente rapidement et pour réduire le facteur de charge au moment de la sortie du piqué.

Une fois que vous avez identifié la situation, il n'est pas difficile de sortir d'un piqué en spirale. Prenez les mesures suivantes dans l'ordre indiqué :

1. coupez les gaz ;
2. amenez les ailes à l'horizontale ;
3. sortez lentement du piqué ;
4. ne donnez des gaz qu'une fois la vitesse revenue dans la plage normale.

Vous ne devriez pas vous exercer en solo aux spirales, mais pour que vous puissiez la reconnaître et en sortir, votre instructeur va vous en faire la démonstration de diverses façons, par exemple, à partir d'une vrille mal amorcée ou d'un virage serré mal exécuté. Au cours de la démonstration, vous remarquerez très bien l'augmentation rapide de la vitesse et de la charge alaire. Vous verrez également que toute tentative de sortir de la spirale sans avoir d'abord mis les ailes à l'horizontale ne fait qu'accentuer et aggraver la manœuvre.

Résistez à la tentation de faire rouler les ailes et de sortir du piqué en une seule manœuvre, sinon une plus grande charge va s'exercer sur l'aéronef.

Lorsque vous effectuez des spirales délibérées, tenez compte des points suivants pour pouvoir prendre les précautions qui s'imposent :

1. une hauteur considérable peut être perdue ; la sortie doit être exécutée à l'altitude recommandée par le constructeur ou à 2000 pi-sol (610 m-sol), selon l'altitude la plus élevée ;
2. la vitesse augmente rapidement ; veillez à ne pas dépasser les limites de vitesse de l'aéronef ;
3. une sortie trop brusque du piqué qui s'ensuit pourrait donner lieu à un facteur de charge excessif, avec risque de voile noir du pilote, de dommages structuraux à l'aéronef ou de décrochage à haute vitesse.

EXERCICE QUINZE

Glissade

La glissade est une manœuvre dans laquelle on incline l'aéronef tout en réduisant ou en empêchant sa tendance au virage à l'aide du palonnier.

La glissade sert à deux choses. Elle vise à augmenter le taux de descente sans augmenter pour autant la vitesse. Pour un aéronef sans volet, cette technique, connue sous le nom de *glissade en ligne droite,* est essentielle pour maîtriser l'angle d'approche. Même dans le cas des aéronefs équipés de volets, on peut avoir recours à la glissade pour corriger l'angle de l'approche, pourvu que le manuel de vol de l'aéronef l'autorise, alors que les volets sont sortis. En outre, il arrive parfois que les volets ne fonctionnent pas. Un autre usage de la glissade consiste à contrer l'effet de la dérive lorsqu'on se pose par vent de travers. On parle alors de *glissade latérale.*

La glissade en ligne droite est une glissade dans laquelle l'axe longitudinal de l'aéronef forme un angle avec la trajectoire de descente recherchée. S'il y a un vent de travers, la glissade est encore plus efficace si elle est exécutée dans le vent. Comme le but visé est d'augmenter le taux de descente, la glissade devrait être effectuée moteur au ralenti.

Pour amorcer une glissade, servez-vous des ailerons pour abaisser l'aile du côté de la glissade. Au même moment, utilisez le palonnier pour déplacer le nez de l'aéronef dans le sens opposé. L'inclinaison d'un côté est compensée par l'effet du gouvernail de direction s'exerçant de l'autre côté. Le résultat est une trajectoire de vol dans une direction constante pendant la glissade. Maintenez la vitesse désirée au moyen de la gouverne de profondeur. Remarquez toutefois qu'en raison de l'emplacement du tube de Pitot et des prises statiques, la glissade peut causer des erreurs d'indication de vitesse. Les pilotes doivent apprendre à reconnaître une glissade bien exécutée d'après l'assiette de l'aéronef et les sensations éprouvées aux commandes.

Anticipez la réaction des commandes lorsque vous maintenez une glissade. Si le palonnier est utilisé à fond, vous devrez exercer une pression considérable sur la commande d'ailerons pour maintenir l'inclinaison. L'aéronef aura aussi tendance à se cabrer en raison de l'inclinaison et de l'effet du gouvernail de direction. On maîtrise cette tendance au cabrage en agissant sur la gouverne de profondeur afin de maintenir une bonne assiette en tangage.

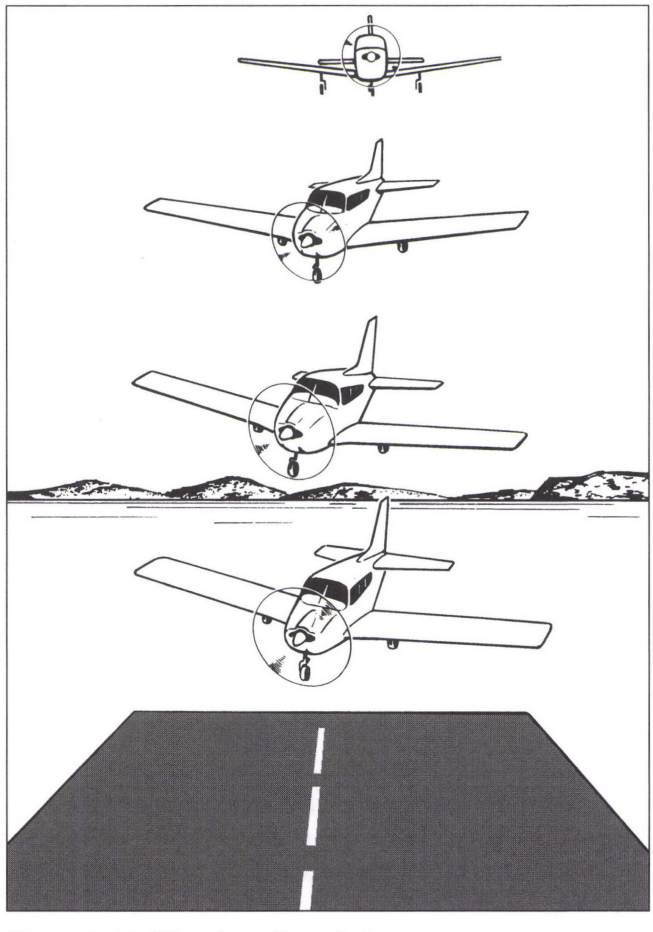


Figure 2-34 Glissade en ligne droite

Pour mettre fin à une glissade, on agit simultanément sur les commandes pour relâcher le palonnier, ramener les ailes à l'horizontale et régler l'assiette en tangage afin de reprendre la descente et la vitesse normales.

Une glissade latérale est une glissade dans laquelle l'axe longitudinal de l'aéronef demeure parallèle à la trajectoire de vol d'origine. Cette manœuvre est essentielle lors d'un atterrissage par vent de travers, où l'aéronef glisse suffisamment dans le vent pour contrer l'effet de la dérive. La trajectoire de vol recherchée dans ce cas est l'axe de la piste. L'aéronef doit demeurer positionné au-dessus de l'axe de la piste, de manière que son axe longitudinal soit aligné avec ce dernier. Cette manœuvre nécessite une grande habileté, car il faut modifier les sollicitations aux commandes à mesure que la vitesse diminue et, si le vent souffle en rafales, à mesure que le vent change de vitesse et de direction.

La *glissade en virage* vise le même objectif que la glissade en ligne droite — augmenter le taux de descente sans augmenter la vitesse —, mais le tout se produit en virage. On ralentit le virage, mais on ne l'empêche pas complètement en utilisant le palonnier opposé. La glissade en virage peut être utile lors du virage en approche finale, surtout dans le cas d'un atterrissage forcé où il faut perdre rapidement de l'altitude.

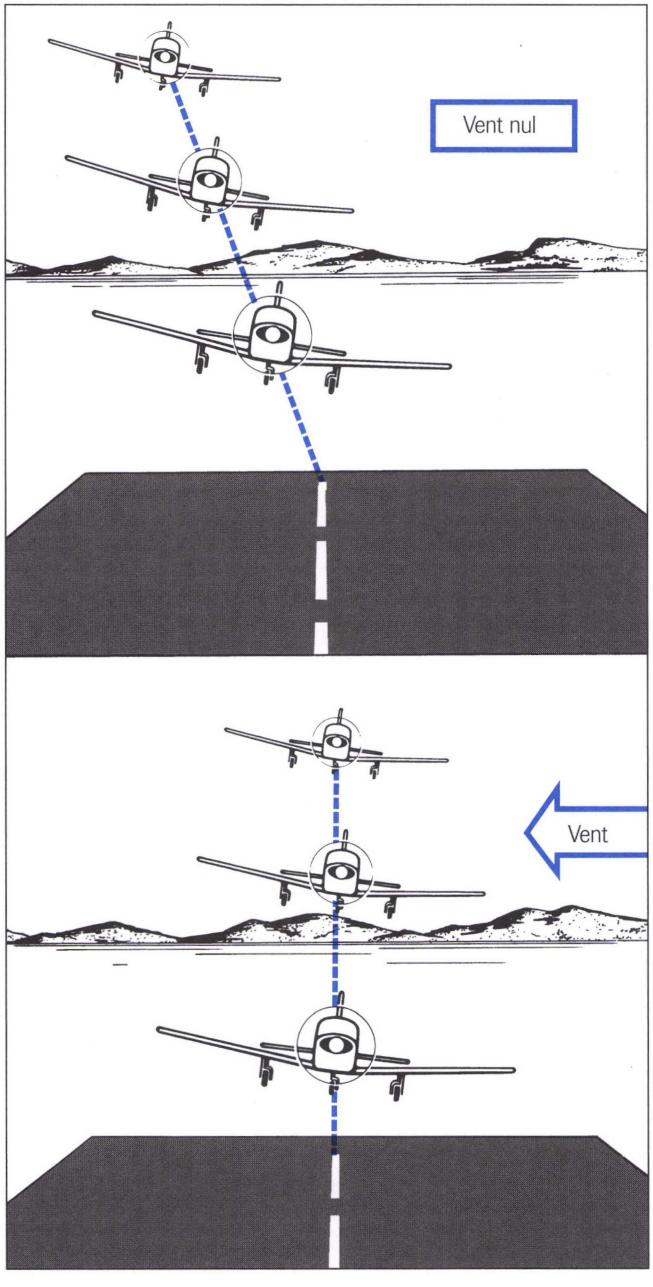


Figure 2-35 Glissade latérale

EXERCICE SEIZE

Décollage

Le décollage, selon la définition qu'en donne le *Règlement de l'aviation canadien* en ce qui a trait à un aéronef, signifie : « L'action de quitter une surface d'appui et comprend les opérations qui précèdent et suivent immédiatement cette action. » Au cours d'un décollage exécuté normalement, l'aéronef prend l'air en douceur et de façon efficace, après une course minimale au décollage, compatible avec une bonne maîtrise de l'aéronef et de bonnes caractéristiques de montée. Le *Règlement de l'aviation canadien* exige que les décollages à partir d'aérodromes soient exécutés face au vent, dans toute la mesure du possible, à moins d'autorisation contraire d'une unité appropriée du contrôle de la circulation aérienne. Ce n'est que simple bon sens que de décoller face au vent, puisque cela :

1. permet la course au décollage la plus courte et la vitesse sol la plus faible au moment du décollage ;
2. élimine la dérive et ne soumet pas le train d'atterrissage à des contraintes supplémentaires ;
3. offre la meilleure maîtrise en direction, surtout au début de la course au décollage ;
4. permet de mieux franchir les obstacles parce que la course au décollage est plus courte, et l'angle de montée, plus accentué (figure 2-36) ;
5. détermine le sens de circulation dans le circuit pour tous les aéronefs dans le cas d'un aéroport non contrôlé.

La sécurité, et très souvent la qualité, d'un décollage dépend de la bonne exécution de la vérification avant décollage. Vous devez toujours considérer cette vérification comme étant obligatoire et envisager de l'effectuer selon l'ordre prescrit par l'autorité responsable de l'exploitation de l'aéronef ou comme l'indique le manuel de vol de l'aéronef.

Les quelques premières verges (mètres) de tout décollage sont très importantes. Si le départ est bon, en ligne droite et bien maîtrisé, la réussite du décollage est

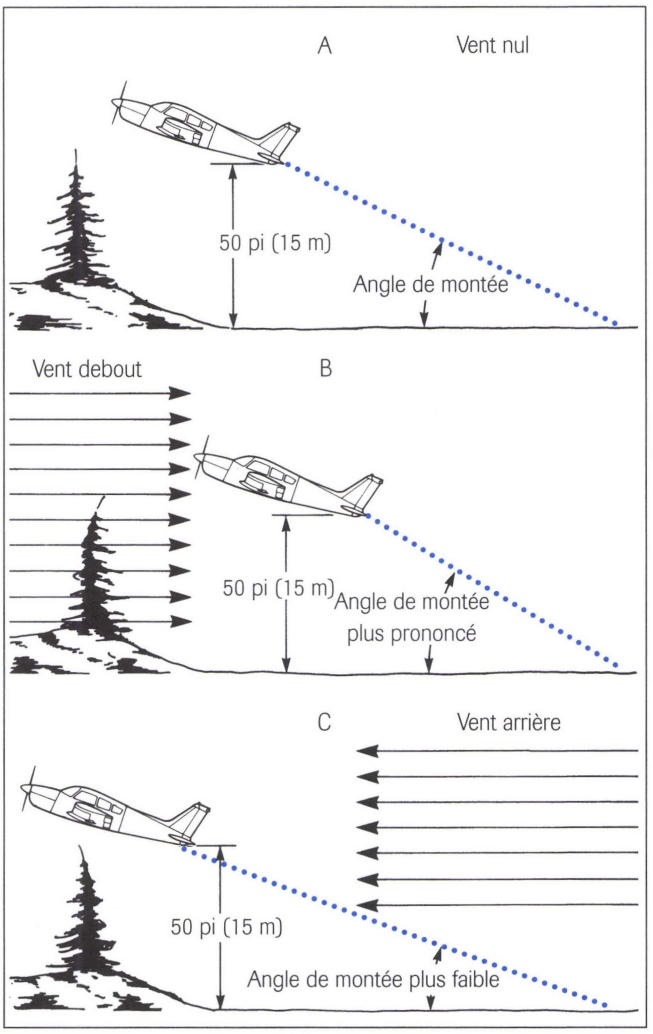


Figure 2-36 Effet du vent sur le franchissement d'un obstacle en montée

pratiquement assurée. Si possible, évitez d'utiliser les freins, car tout freinage va augmenter la distance au décollage.

Au début, il est difficile d'évaluer la pression variable à exercer sur les commandes à mesure que la vitesse de l'aéronef augmente pendant la course au décollage. Par conséquent, on a tendance à déplacer les commandes avec ampleur à la recherche des réactions prévues; il s'ensuit une tendance à exagérer les sollicitations aux commandes, lesquelles sont aggravées par la réaction initiale molle de l'aéronef au déplacement des commandes. Il est nécessaire que vous développiez une sensation à la résistance des commandes et que vous obteniez les résultats voulus en agissant sur elles. Avec l'entraînement et l'expérience, vous serez en mesure de sentir à quel moment vous avez suffisamment de vitesse pour cabrer l'aéronef sans que vous ayez à consulter trop tôt l'anémomètre. Il est important d'atteindre la vitesse recommandée avant d'effectuer la rotation, mais jusqu'à ce moment-là, toute votre attention doit se porter sur les références extérieures.

Aéronef à train tricycle. Pour un décollage normal à bord d'un avion à train tricycle, il faut aligner précisément l'aéronef sur l'axe de la piste. Assurez-vous que la roue avant est bien centrée. Poussez ensuite la manette des gaz doucement, mais franchement. Gardez les ailerons et la gouverne de profondeur au neutre. À mesure que commence la course au décollage, tirez progressivement sur le manche pour soulager la roue avant. À mesure que la vitesse de l'aéronef s'approche de la vitesse nécessaire pour décoller, soulevez le nez de l'aéronef en assiette de décollage. Un cabrage prématuré ou excessif va retarder le décollage à cause de l'augmentation de traînée. Restez en ligne droite en vous concentrant sur un point de référence situé à l'extrémité de la piste et conservez la maîtrise en direction en agissant doucement sur le palonnier. Tenez les ailes à l'horizontale au moyen des ailerons.

Les aéronefs à train tricycle ne sont habituellement pas sujets à l'effet gyroscopique ou à la traction asymétrique pendant la course au décollage puisque, jusqu'à ce que se produise la rotation précédant l'envol, la ligne de traction demeure constamment parallèle au sol. Seule exception: lorsqu'il faut adopter une assiette en cabré pour décoller d'un terrain mou.

Lorsque l'aéronef quitte le sol, il devrait se trouver à peu près dans l'assiette offrant la vitesse du meilleur taux de montée et devrait accélérer à cette vitesse avant tout nouveau réglage de la manette des gaz pour la montée. Il faut normalement tirer quelque peu sur le manche pour conserver cette assiette jusqu'à l'atteinte de la vitesse de montée appropriée. Si l'on relâche le manche avant de se trouver en montée, l'aéronef risque de «s'enfoncer», ou même de retomber sur la piste.

Il faut maintenir la vitesse du meilleur taux de montée jusqu'à ce qu'on ait atteint une altitude de sécurité, sauf s'il y a des obstacles sur la trajectoire de vol; dans ce cas, la vitesse du meilleur angle de montée devrait être utilisée. À moins d'indication contraire du manuel de vol de l'aéronef, un aéronef léger devrait maintenir la pleine puissance jusqu'à ce qu'il se trouve à au moins 500 pi (152 m) au-dessus du sol. Combiner la pleine puissance et la vitesse du meilleur taux de montée offre une marge de sécurité additionnelle, du fait qu'on atteint en un minimum de temps l'altitude à partir de laquelle on pourra manœuvrer l'aéronef en toute sécurité, advenant une panne moteur. Par ailleurs, dans de nombreux aéronefs, la pleine puissance donne un mélange plus riche, ce qui contribue à mieux refroidir le moteur pendant la montée.

Aéronef à roulette de queue. Au début de la course au décollage, tenez la roulette de queue au sol pour conserver la maîtrise en direction grâce à la commande d'orientation de la roulette. Dès que la vitesse atteint le point où la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction deviennent efficaces, abaissez le nez de l'aéronef pour adopter l'assiette de décollage.

Une fois la vitesse de décollage atteinte, tirez doucement sur le manche pour aider l'aéronef à prendre l'air. Il ne faut pas le forcer à décoller prématurément.

L'aéronef pourrait avoir tendance à accuser un mouvement de lacet sur la gauche pendant la course au décollage. C'est sans aucun doute à cause de l'hélice, mais il n'est pas facile de déterminer lequel de ses effets en est la cause principale. Par exemple:

1. la réaction du couple d'une hélice tournant dans le sens horaire se manifestant dans le sens antihoraire, la pression sur la roue gauche du train principal sera plus importante, et le frottement supplémentaire à ce point aura tendance à faire pivoter l'aéronef en lacet vers la gauche — cette situation s'apparente à un pneu partiellement dégonflé sur la roue avant gauche d'une automobile;
2. le souffle de l'hélice frappe la dérive et le gouvernail de direction du côté gauche, ce qui tend à faire pivoter l'aéronef en lacet vers la gauche;
3. l'effet gyroscopique entre en jeu lorsque la queue se soulève et il aura tendance à faire pivoter l'aéronef en lacet vers la gauche;
4. la traction asymétrique; dans le cas d'un aéronef à roulette de queue, comme le côté droit du plan de rotation de l'hélice produit plus de traction que le côté gauche, l'aéronef aura tendance à accuser un mouvement de lacet vers la gauche pendant que la roulette de queue est au sol.

Décollages par vent de travers

La force et la direction du vent constituent des facteurs importants dans les décollages. Il n'est pas toujours possible de décoller directement face au vent. Par conséquent, il faut apprendre les principes du décollage par vent de travers et s'entraîner jusqu'à ce qu'on maîtrise bien cette manœuvre.

Dans tous les décollages, l'aéronef doit conserver une trajectoire rectiligne sur l'axe de la piste. Pendant un décollage par vent de travers, le vent qui souffle en travers de la piste rend difficile la maîtrise en direction et doit être contré. L'aile qui se trouve dans le vent a tendance à se soulever, ce qui entraîne l'aéronef dans un mouvement de roulis. Le vent soufflant en travers de la piste a aussi tendance à faire pivoter l'aéronef face au vent ou à le faire dériver latéralement.

Au moins quatre facteurs entrent en ligne de compte dans les réactions d'un aéronef à un vent de travers (figure 2-37) :

1. l'aéronef présente une plus grande surface latérale derrière les roues du train principal que devant celles-ci ; le vent exerce alors une plus grande force latéralement sur la partie arrière de l'aéronef, ce qui amène le nez à tourner face au vent : c'est l'effet de girouette ;
2. le vent soufflant en travers de la piste a tendance à pousser tout l'aéronef latéralement, ce qui cause une contrainte latérale sur le train d'atterrissage ;
3. l'aile qui se trouve dans le vent est plus exposée au vent parce que le fuselage masque quelque peu l'autre aile ; l'aile plus exposée produit plus de portance ;
4. en raison du dièdre positif, l'angle d'attaque de l'aile exposée au vent est supérieur à celui de l'autre aile. Encore ici, l'aile la plus exposée au vent produit plus de portance que l'autre.

Au cours d'un décollage par vent de travers, la maîtrise en direction est maintenue au palonnier. Selon la force du vent et le type d'aéronef, un bien plus grand effort qu'en temps normal peut être nécessaire au palonnier pour maintenir une trajectoire rectiligne sur l'axe de la piste.

Au cours d'un décollage par vent de travers, les ailerons sont braqués comme si l'aéronef tournait face au vent afin de contrer la tendance de l'aile exposée à se soulever. Braquez complètement les ailerons au début de la course au décollage. À mesure que l'aéronef accélère sur la piste, réduisez la déflexion des ailerons. Chaque fois qu'il y a vent de travers, servez-vous des ailerons au point de décollage pour contrer la tendance de l'aéronef à effectuer un mouvement de roulis.

L'aéronef doit quitter la surface de la piste franchement et en douceur. Une fois qu'il a pris l'air, il ne doit pas redescendre sur la piste. Si l'aéronef devait dériver sur le côté après le décollage et se reposer sur la piste,

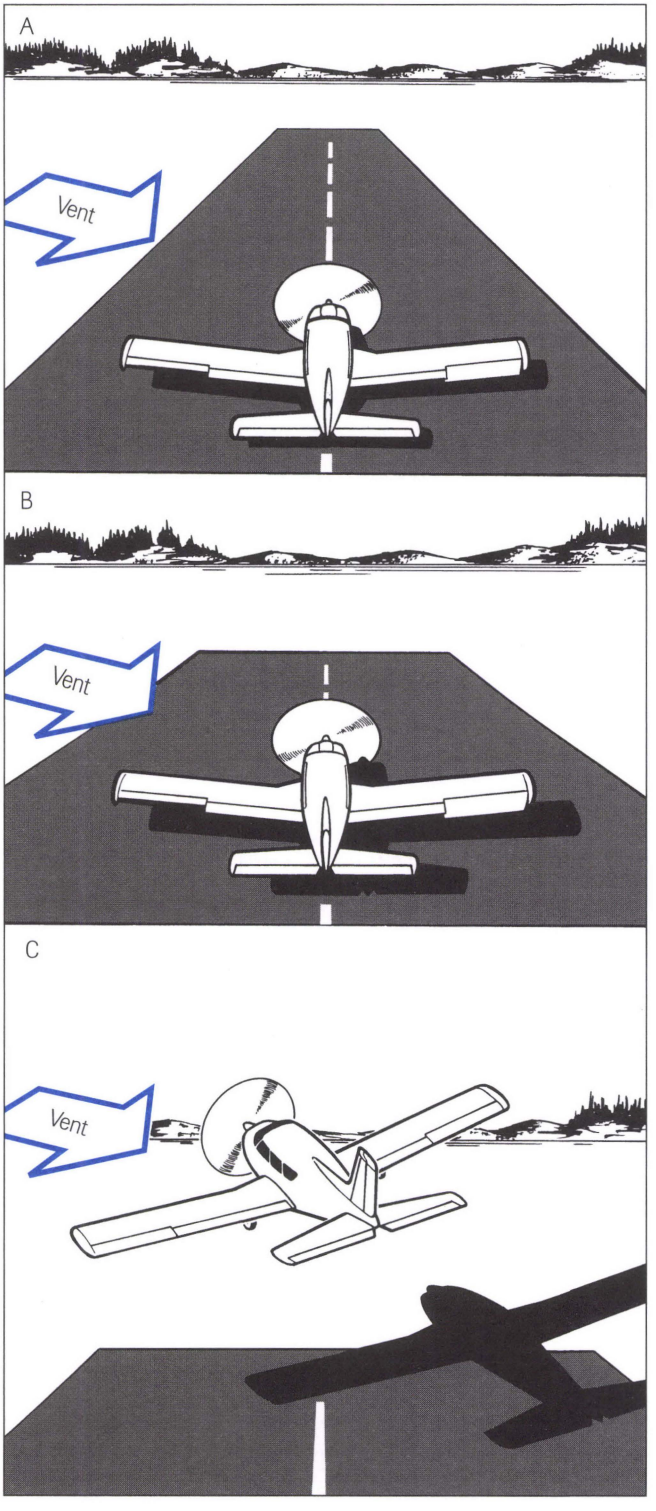


Figure 2-37 Effets d'un vent de travers au cours du décollage

le mouvement latéral engendrerait une contrainte latérale considérable sur le train d'atterrissage. Si la piste est assez étroite, l'avion risque de dériver complètement hors de la piste sur la surface non aménagée située à côté de la piste.

Dès que l'aéronef a pris l'air et qu'il ne risque plus de redescendre sur la piste, effectuez un virage coordonné face au vent. Arrêtez le virage et gardez les ailes à l'horizontale lorsque le nouveau cap compense bien la dérive. Maintenez l'aéronef en montée sur ce cap, ce qui devrait se traduire par une route au sol dans l'alignement de l'axe de piste. Parfois, l'expression vol en crabe est utilisée pour décrire une correction de cap destinée à compenser la dérive d'un aéronef. Cette expression est très imagée et commode, mais n'oubliez jamais que cette manœuvre se rapporte au sol seulement.

Sauf dans le cas d'un vent complètement de face ou d'un vent de travers à 90°, un vent soufflant de n'importe quel angle des secteurs avant comprend une composante vent de face et une composante vent de travers. Un vent de travers à 90° se compose uniquement d'une composante traversière. Une des façons les plus simples de déterminer si un vent de travers est acceptable ou non se fonde sur ce principe comme base de calcul.

C'est une exigence de certification qu'un aéronef puisse être piloté en toute sécurité dans un vent de travers à 90°, pourvu que la vitesse du vent ne dépasse pas 20 % de la vitesse de décrochage pour cet aéronef. Ce renseignement, joint à la vitesse de décrochage connue d'un aéronef donné, permet d'utiliser le graphique des composantes de vent traversier (figure 2-38) afin de déduire une règle générale pour la plupart des aéronefs légers. Ne vous servez de cette méthode qu'à titre indicatif, puisque ce sont les circonstances du moment, y compris le degré de compétence du pilote commandant de bord, qui déterminent si un vent soufflant à un angle donné ou à une force donnée est acceptable. Des exemples de la méthode utilisée dans cette interpolation sont indiqués ci-dessous :

Exemple n° 1 - Aéronef ayant une vitesse corrigée (CAS) de décrochage de 60 nœuds (kt)

Angle du vent par rapport à la piste	Vitesses de vent acceptables
90° (0,2 x 60 kt [vitesse de décrochage])	12 kt
60° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	14 kt
30° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	24 kt
15° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	45 kt

Exemple n° 2 - Aéronef ayant une vitesse corrigée (CAS) de décrochage de 50 nœuds (kt)

Angle du vent par rapport à la piste	Vitesses de vent acceptables
90° (0,2 x 50 kt [vitesse de décrochage])	10 kt
60° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	12 kt
30° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	20 kt
15° (selon le graphique des composantes de vent traversier)	38 kt

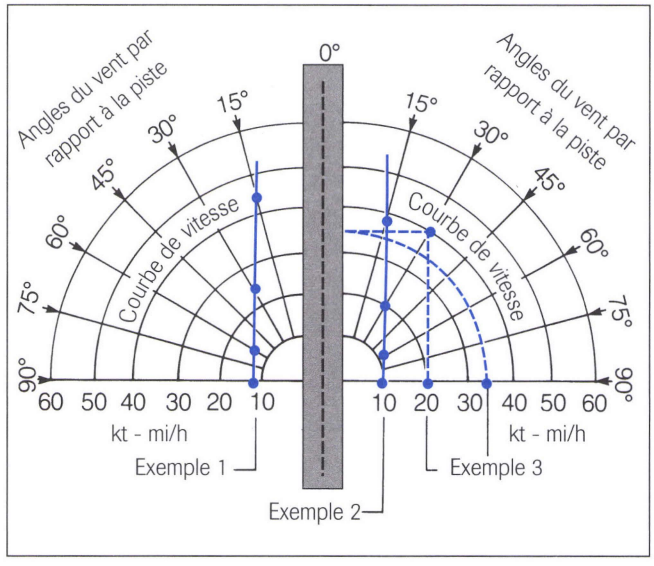


Figure 2-38 Graphique des composantes de vent traversier

Une fois que vous avez déterminé qu'un fort vent de travers se situe dans les limites acceptables, il est souvent important de connaître ensuite la valeur de la composante vent de face et de la composante vent de travers. Déterminez ces deux valeurs en consultant le graphique de la figure 2-38. Supposons, si l'on prend un exemple exagéré, que le vent souffle à un angle de 30° par rapport à la piste à une vitesse de 40 kt (exemple 3). Le point où la « courbe de vitesse » de 40 kt croise la ligne de 30° des « angles du vent par rapport à la piste » devient la référence. À partir de cette dernière, tracez une ligne verticale vers le bas, et au point où elle touche la ligne « kt - mi/h » , lisez la composante vent de travers (20 kt). Tracez ensuite une ligne horizontale de la référence au « bord de la piste », puis, de ce point, parallèlement aux « courbes de vitesse », jusqu'à un point sur la ligne « kt - mi/h ». Lisez maintenant la composante vent de face (34 kt).

Considérations particulières

La majeure partie de l'instruction se déroule à des aérodromes dont la surface est ferme, d'une longueur suffisante et dépourvue d'obstacle, ce qui permet des décollages normaux. Toutefois, bon nombre de décollages doivent être effectués dans des conditions moins idéales. Il se peut que vous deviez décoller d'endroits où :

1. la longueur totale de la piste est réduite ;
2. des bancs de neige, des mares d'eau ou d'autres dangers limitent la longueur de piste utilisable ;
3. il y a des obstacles (figure 2-39) ;
4. le terrain est mou ou raboteux (figure 2-40).

Chaque fois que se présentent des conditions de décollage particulières, consultez le manuel de vol de l'aéronef pour obtenir des renseignements essentiels. Le manuel peut faire état de procédures spéciales à suivre ou préciser la configuration qui offrira une performance de décollage optimal, ou fournir des graphiques, des tableaux ou d'autres moyens de déterminer les performances de décollage, comme la distance nécessaire pour prendre l'air ou la distance nécessaire pour franchir des obstacles en montée. Lorsque vous calculez la distance de décollage et de montée nécessaire, vous pouvez décider de renoncer au décollage jusqu'à ce que des conditions plus favorables se présentent.

Décollages de surface ferme de longueur réduite

Pour maximiser les performances de l'aéronef dans ces situations, vous devrez configurer l'aéronef de manière à pouvoir décoller en toute sécurité à basse vitesse. Vous devrez aussi accélérer le plus rapidement possible jusqu'à cette vitesse de décollage. Le manuel de vol de l'aéronef va vous indiquer de quelle façon vous y prendre.

Selon l'aéronef utilisé, la configuration qui permet la vitesse de décollage la plus faible en toute sécurité peut nécessiter une sortie partielle des volets ou des volets rentrés. Consultez le manuel de vol de l'aéronef afin de déterminer la position des volets pour votre aéronef.

On réalise une accélération maximale en s'assurant, avant le début de la course au décollage, que l'aéronef peut produire la puissance maximale. Freins serrés sur une surface dure, la puissance maximale que vous pouvez obtenir doit être comparée aux valeurs fournies par le constructeur de l'aéronef. Si vous n'obtenez pas les valeurs de puissance spécifiées dans le manuel, votre moteur ne produit pas la puissance maximale. Les performances de décollage ne seront donc pas celles auxquelles vous vous attendrez ; par conséquent, vous ne devriez pas décoller. Si la pleine puissance est disponible, vous devriez entamer votre course au décollage à pleine puissance. La plupart des constructeurs suggèrent, dans la mesure du possible, d'augmenter la puissance freins serrés jusqu'à ce que le moteur produise la pleine puissance, puis de lâcher les freins.

Normalement, la course au décollage est effectuée alors que l'avion se trouve dans l'assiette qui produit le moins de traînée. Cette assiette est semblable à celle du vol de croisière normal. Laissez l'aéronef atteindre la bonne vitesse de décollage avant de cabrer l'aéronef pour décoller. Si vous effectuez le décollage à une trop faible vitesse, vous éprouverez des difficultés à maîtriser l'aéronef et vous risqueriez même de décrocher.

Une fois en vol, laissez l'aéronef accélérer à la vitesse désirée, puis entamez la montée.

Décollages de surfaces molles ou raboteuses

Les surfaces molles et raboteuses nécessitent une plus grande distance d'accélération pour que l'aéronef atteigne la vitesse de vol. Les décollages à partir de ces surfaces se font normalement après qu'on a complété les listes de vérifications nécessaires sur une surface ferme donnée, puis circulé et décollé sur la lancée sans s'arrêter sur la surface molle ou raboteuse. Si l'on s'arrête, on risque de rester pris, ce qui va nécessiter une grande puissance pour faire avancer l'aéronef. Ce dernier doit être configuré comme l'indique le manuel de vol.

Maintenez une assiette de cabré pendant la course au décollage. L'aéronef prendra alors le vol à une vitesse inférieure à celle d'un décollage normal, laquelle sera inférieure à la vitesse nécessaire pour une montée sans danger. Dans certains cas, en raison de l'effet de sol, la vitesse de décollage peut être voisine de la vitesse normalement associée à un décrochage. Immédiatement après le décollage, faites passer l'aéronef en palier, les roues étant à peine dégagées du sol jusqu'à ce que la vitesse de montée désirée soit atteinte. Attendez que cette vitesse soit atteinte avant d'amorcer la montée. Vous devez aussi vous assurer que l'aéronef ne sera pas forcé de redescendre sur la piste.

Outre le fait d'assurer une accélération maximale, toute mesure visant à réduire la vitesse de vol minimale peut se traduire par une distance de décollage plus courte. Sur certains aéronefs légers, une sortie partielle des volets peut permettre un décollage de sécurité à une vitesse inférieure à la vitesse normale. Un braquage trop important des volets génère une traînée excessive. Vérifiez le manuel de vol de l'aéronef pour déterminer la position des volets recommandée pour le décollage.

Les aéronefs à train tricycle présentent des difficultés particulières lorsqu'il s'agit de décoller de surfaces

molles. Le train avant risque de labourer la surface molle à moins qu'on se serve de la gouverne de profondeur pour soulever la roue avant de la surface. Même si l'augmentation de l'angle d'attaque qui en résulte augmente aussi la traînée, cette traînée est moins importante que la résistance causée par la roue avant qui roule sur une surface de piste molle.

Décollages avec franchissement d'obstacle

Que l'on décolle d'une surface ferme ou d'une surface molle ou raboteuse, il est possible que des obstacles à franchir par l'aéronef viennent compliquer le décollage. Chaque fois qu'il faut tenir compte des obstacles, il faut d'abord entreprendre le décollage selon la procédure déterminée par les conditions de la surface. Les terrains mous appellent toujours une technique de décollage sur terrain mou, les terrains courts, une technique de décollage sur terrain court.

Une fois en vol, il faut piloter l'aéronef pour gagner le plus de hauteur possible par rapport à la distance parcourue au-dessus du sol. Lorsque vous décollez et que vous devez franchir un obstacle, utilisez la vitesse du meilleur angle de montée (Vx), comme l'indique le manuel de vol de l'aéronef. Après avoir décollé à la vitesse recommandée, faites accélérer l'aéronef à la vitesse du meilleur angle de montée, puis entamez la montée dès que cette vitesse est atteinte. Maintenez cette vitesse jusqu'à ce que vous ayez franchi l'obstacle ou jusqu'à ce qu'il devienne évident qu'une montée normale conviendrait. Dès que le sommet de l'obstacle semble se trouver au-dessous de l'horizon, l'aéronef se trouve alors au-dessus de l'obstacle. À ce moment, établissez-vous en montée normale pour améliorer la visibilité vers l'avant et la sécurité.

Sur certains aéronefs, une sortie partielle des volets est recommandée pour réduire la distance au décollage. Dans certains cas, une sortie partielle des volets améliore les performances en montée; dans d'autres, il les réduit. Vérifiez le manuel de vol de votre aéronef pour déterminer la procédure et la position des volets recommandées.

La masse de l'aéronef a un effet sur les performances de montée. Beaucoup d'aéronefs utilisent, selon leur masse, des vitesses légèrement différentes pour franchir un obstacle en montée. Encore ici, consultez le manuel de vol de votre aéronef à ce sujet.

Vent arrière après le décollage

En raison du frottement de surface et pour d'autres raisons, il se peut qu'il y ait un «vent nul» au niveau du sol, mais, à plusieurs pi (m) au-dessus de celui-ci, suffisamment de vent pour influencer les performances de montée de l'aéronef. Si ce phénomène se traduit par un vent arrière en vol, l'aéronef risque de ne pas pouvoir franchir les obstacles au cours de la montée initiale. Lorsque le vent est nul ou léger et variable en surface, suivez les procédures de décollage qui prévoient la possibilité d'un vent arrière peu après que l'aéronef a quitté le sol.

Aquaplanage

Les roues d'un aéronef roulant sur une piste ferme mouillée créent une «vague d'étrave» devant elles. Un film d'eau suffisamment résistant peut alors se former entre les pneus et la piste pour faire «flotter» un aéronef durant sa course au décollage. Dans ces conditions, l'aéronef peut dériver latéralement, et ses freins peuvent perdre leur efficacité, rendant la maîtrise de l'aéronef difficile à des moments critiques du décollage. Lorsque les gouttes de pluie semblent rebondir sur la piste, il faut s'attendre à de l'aquaplanage. Des creux dans la piste peuvent provoquer la formation de nombreuses flaques pendant les fortes pluies ou de mares résultant de la fonte des neiges au printemps, ce qui risque de faire aquaplaner un aéronef pendant la course au décollage. Si vous devez décoller dans de telles conditions, préparez-vous à maîtriser l'aéronef sans l'aide des freins après avoir atteint une vitesse au sol d'environ 30 kt.

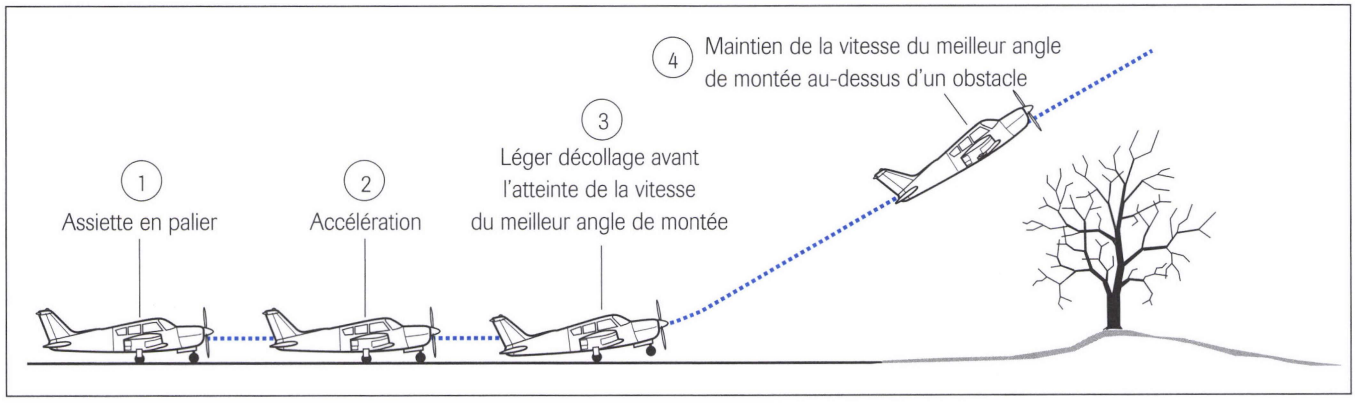


Figure 2-39 Rotation et décollage au cours d'un décollage avec franchissement d'obstacle

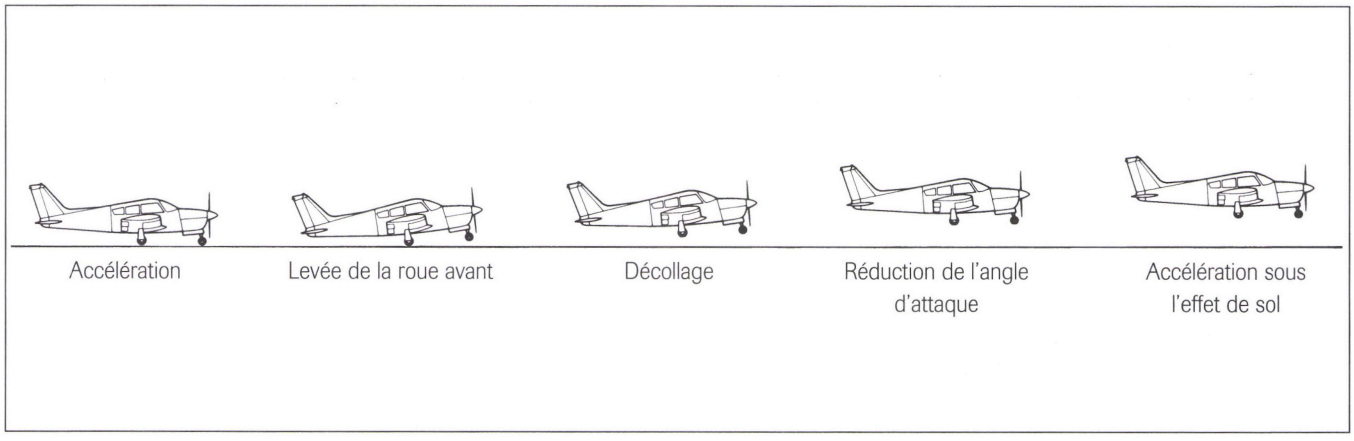


Figure 2-40 Décollage sur terrain mou

Effet de sol

Tout élément pouvant gêner l'accélération de l'aéronef pendant sa course au décollage, comme de la boue, de la neige, des irrégularités de surface, de l'herbe (ou toute autre végétation), la pente, etc., doit être pris en considération, puisque ces facteurs peuvent augmenter la distance au décollage. Dans ces conditions, il serait sage d'utiliser la technique de décollage sur terrain mou, qui tire parti du phénomène de l'*effet de sol*. Cet effet est dû au contact du sol avec l'écoulement d'air autour d'une aile en vol. L'effet de sol se traduit par une diminution de la traînée induite, ce qui permet ainsi à un aéronef de prendre le vol à une vitesse inférieure aux vitesses normales. En règle générale, l'effet de sol se fait sentir jusqu'à une hauteur égale, au-dessus de la surface, à l'envergure d'une aile de l'aéronef (figure 2-41). Le phénomène de l'effet de sol comporte deux aspects importants qui, s'ils sont négligés, peuvent se révéler très dangereux. Toute tentative de monter hors de l'effet de sol avant d'atteindre la vitesse du meilleur angle de montée peut faire retomber l'aéronef sur la surface de la piste. Ensuite, il est possible de faire décoller un aéronef sous l'effet de sol, alors que la puissance est insuffisante ou que la charge est trop grande pour que l'aéronef monte hors de l'effet de sol.

Performances

Un grand nombre de détails concernant les décollages autres que normaux varient selon le type de l'aéronef et les conditions du moment. Certains aspects des procédures ne cessent de prêter à la discussion, et les solutions à adopter varieront selon les antécédents et l'expérience de chaque pilote. Parmi ces aspects, il y a la question de savoir s'il faut mettre la puissance de décollage avant de lâcher les freins ou pendant que l'aéronef roule, au début de la course au décollage ; s'il faut utiliser ou non les volets ; s'il faut sortir les volets avant le début de la course au décollage ou pendant celle-ci. Les réponses à ces questions figurent généralement dans les procédures recommandées dans le manuel de vol de l'aéronef, lequel doit être suivi scrupuleusement. D'autres questions d'appréciation se posent quant à savoir s'il vaut mieux ou non commencer à prendre de la vitesse au décollage, alors qu'on passe du point fixe à l'axe de la piste dans le cas d'un décollage sur terrain mou ou avec franchissement d'obstacle. La décision d'adopter une technique doit se fonder sur les recommandations du constructeur. Certains types d'aéronef pourraient subir une panne moteur lors de la course au décollage à la suite d'un « décollage sur la lancée » parce que le carburant va se déporter d'un côté du

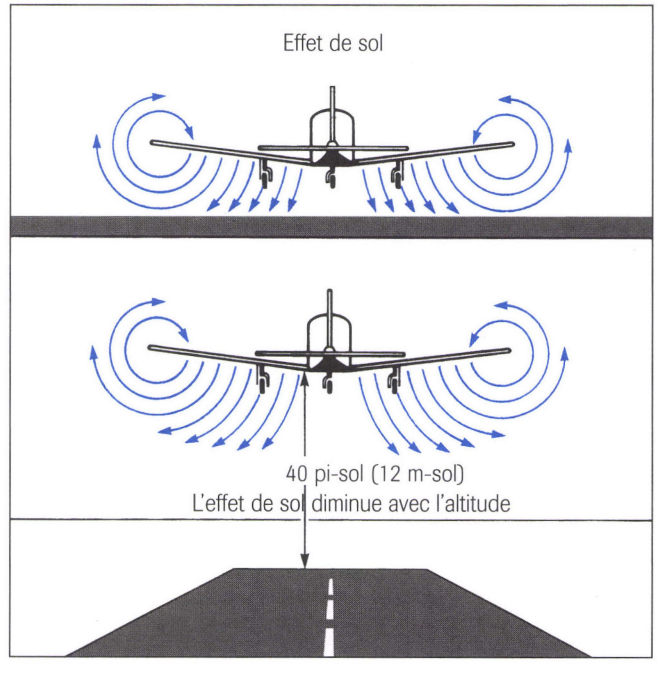


Figure 2-41 Effet de sol

réservoir sous l'effet de la force centrifuge, asséchant momentanément la sortie de carburant, ce qui expose le moteur à une panne sèche en un moment critique du décollage. La quantité de carburant dans les réservoirs est un autre facteur important.

Au cours d'un décollage sur terrain mou, il faut inspecter soigneusement les voies de circulation et la surface de décollage envisagée pour y découvrir des endroits particulièrement mous. Pourvu que ces surfaces soient jugées utilisables, il faut profiter de l'inertie de l'aéronef et, peut-être, utiliser plus de puissance pour les franchir.

La mesure de base utilisée pour définir les caractéristiques de performance d'un aéronef donné est habituellement la performance réalisée par l'aéronef en atmosphère type ou, comme on la désigne parfois, dans une densité d'air standard. L'atmosphère type se définit comme étant la densité de l'air lorsque la pression barométrique est de 29,92 po (1013,2 millibars [mbar]) de mercure, et la température de 15 °C (59 °F).

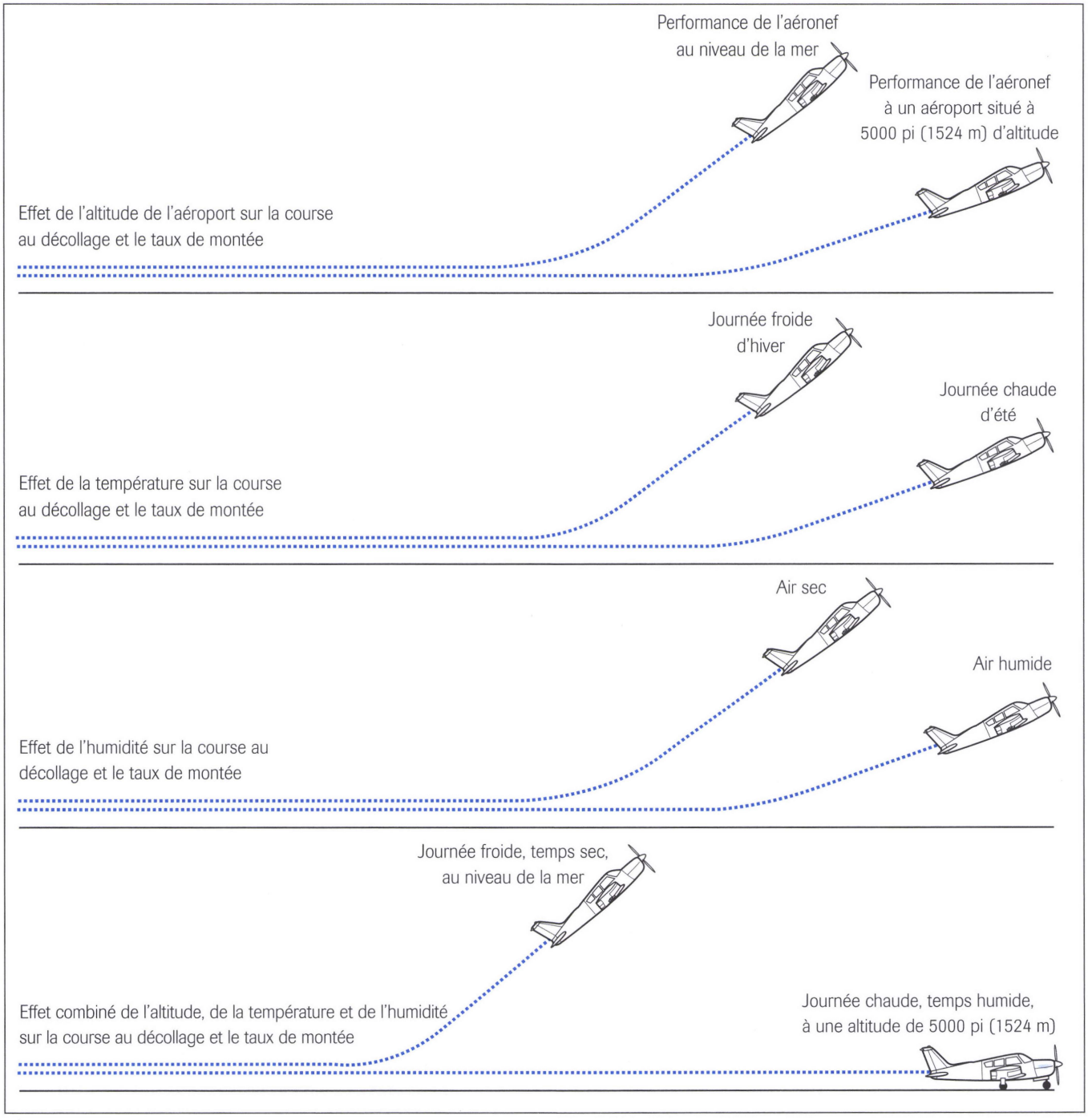


Figure 2-42 Effets de l'altitude, de la température et de l'humidité sur la course au décollage et le taux de montée

La densité de l'air joue un rôle important dans les performances de l'aéronef au décollage. L'air froid et sec est plus dense que l'air chaud et humide. Plus dense est l'air, meilleures sont les performances. Voici les facteurs à ne pas oublier en ce qui a trait à la densité de l'air aux aéroports :

1. altitude de l'aéroport élevée, air moins dense = performances réduites ;
2. température de l'air ambiant élevée, air moins dense = performances réduites ;
3. humidité relative élevée, air moins dense = performances réduites ;
4. combinaison des trois facteurs ci-dessus = mauvaises performances.

On peut s'attendre à de bonnes performances de décollage d'un aéronef à un aéroport dont l'altitude est de, disons, 150 pi (46 m) au-dessus du niveau moyen de la mer, par une journée froide. Le même aéronef présentera de moins bonnes performances au même aéroport par une journée chaude.

Les pires performances de décollage (et de montée) possibles pourraient se produire lorsque les quatre conditions suivantes sont combinées :

1. température de l'air élevée (plus de 15 °C [59 °F]) ;
2. altitude de l'aéroport élevée ;
3. pression atmosphérique basse (moins de 29,92 po [1013,2 mbar]) ;
4. humidité relative élevée.

(La combinaison ci-dessus est représentative d'une altitude-densité élevée.)

L'altitude-densité est l'altitude correspondant à une densité donnée en atmosphère type. C'est un «état», pas un niveau de vol. À moins de connaître l'altitude-densité, il est difficile de déterminer avec précision les performances d'un aéronef, ce qui peut être un facteur très important dans certaines conditions de décollage. On peut calculer très rapidement l'altitude-densité sur la règle à calcul d'un pilote.

Il faut se servir au maximum des tableaux de distances de décollage figurant dans le manuel de vol de l'aéronef, lesquels indiquent les changements de performance résultant des diverses températures et altitudes aux aéroports. Les recommandations du constructeur de l'aéronef constituent toujours la meilleure source de renseignements, mais si on ne peut obtenir ces renseignements, on peut calculer des données de performances utiles au décollage en se servant du graphique de Koch (figure 2-43).

Graphique de Koch

Lorsque vous vous servez du graphique de Koch, n'oubliez pas que l'altitude de l'aéroport est exprimée en *altitude-pression*. Pour déterminer l'altitude-pression d'un aéroport sur lequel se trouve un aéronef, réglez l'échelle de pression barométrique de l'altimètre à 29,92 po (1013,2 mbar), puis lisez l'altitude de la façon habituelle. Après avoir déterminé l'altitude-pression de l'aéroport, n'oubliez pas de recaler l'altimètre à la hauteur ou à la pression barométrique réelle du terrain.

La ligne droite (1) utilisée comme exemple sur le graphique de Koch (figure 2-43) montre qu'un aéronef se trouvant dans un aéroport dont l'altitude-pression est de 6000 pi (1829 m) et la température de l'air extérieur (ambiant) de 38 °C (100 °F) nécessite 220 % plus de distance de décollage que le même aéronef au niveau de la mer en atmosphère type. Même à une altitude-pression courante de 1000 pi (305 m) pour un aéroport, il faut 30 % plus de distance de décollage si la température de l'air est de 27 °C (80 °F) (ligne 2).

Le graphique de Koch ne donne que des valeurs représentatives. Par conséquent, s'il existe, il faut plutôt utiliser le tableau des distances de décollage figurant dans le manuel de vol de l'aéronef. De plus, le graphique de Koch pourrait donner des valeurs inférieures à la réalité s'il est utilisé pour calculer les performances de décollage et de montée d'un aéronef à moteurs suralimentés.

Brouettage

Le *brouettage* peut être décrit comme étant une condition dans laquelle la roue du train avant d'un aéronef à train tricycle repose fermement sur la piste, alors que les roues du train principal sont allégées ou légèrement soulevées de la piste au cours du décollage ou de l'atterrissage. Le train avant supporte alors un pourcentage du poids de l'aéronef supérieur à la normale, tout en n'étant que le seul moyen d'assurer la maîtrise de l'aéronef.

Au cours du décollage, le brouettage peut se produire à des vitesses relativement réduites parce que le souffle de l'hélice augmente l'effet de portance sur le stabilisateur et qu'une trop forte pression s'exerce sur le manche pendant le décollage pour garder l'aéronef au sol à des vitesses supérieures aux vitesses normales de décollage. Lors d'un décollage par vent de travers, ou si toute autre force induisant un mouvement de lacet se produit à ce moment-là, un aéronef se trouvant dans ces conditions de vol tend à pivoter autour de la roue avant. Si la situation n'est pas rapidement maîtrisée, il risque d'exécuter une manœuvre semblable à un cheval de bois sur les aéronefs à roulette de queue.

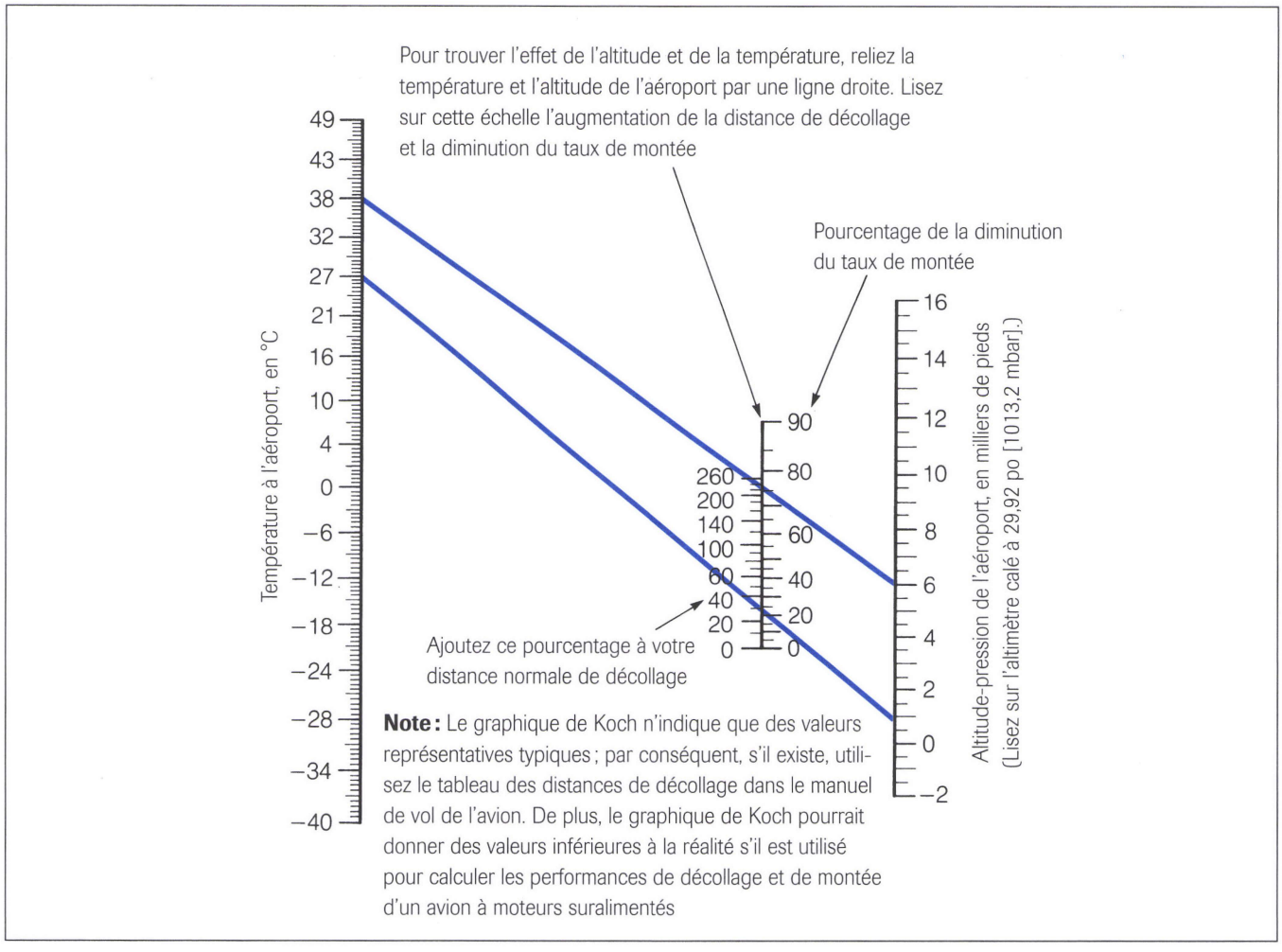


Figure 2-43 Le graphique de Koch pour les effets de la température et de l'altitude

La mesure corrective doit se fonder sur un certain nombre de facteurs : ampleur du brouettage, compétence du pilote, longueur restante de la piste et caractéristiques de l'aéronef en fonction de sa configuration. C'est seulement après avoir au moins considéré ces facteurs que le pilote pourra amorcer une des mesures correctives suivantes :

1. si l'aéronef n'est pas en train de pivoter, ramenez doucement le manche vers l'arrière pour soulager le train avant et poursuivre le décollage et la montée ;
2. si l'aéronef a commencé à pivoter, relâchez la pression sur le manche pour soulager la roue avant et reprenez l'orientation normale de l'aéronef ; si l'aéronef arrête de pivoter, poursuivez le décollage, sinon, interrompez le décollage.

Turbulence de sillage

La turbulence de sillage (figure 2-44) provoquée par les tourbillons d'extrémité d'aile des aéronefs qui décollent ou atterrissent, surtout les gros aéronefs lourds, doit être évitée par ceux qui sont sur le point de décoller. Tout aéronef qui vole au cœur d'un tourbillon d'extrémité d'aile aura tendance à effectuer un mouvement de roulis dans le même sens que ce tourbillon. Il est tout à fait possible que la cadence de ce roulis induit soit supérieure à ce qu'un aéronef léger pourrait contrer.

La turbulence de sillage provenant d'un aéronef précédent sera maximale juste avant le point de toucher des roues d'un aéronef à l'atterrissage, et juste après le point de décollage d'un aéronef en partance. Au décollage, on peut facilement éviter la turbulence de sillage :

1. si l'on suit un aéronef qui vient tout juste de partir, en prévoyant le décollage de façon à quitter le sol avant le point de décollage de l'aéronef précédent. Il faut éviter, toutefois, de traverser la trajectoire de vol de cet avion ;
2. si l'on suit un aéronef qui vient tout juste d'atterrir, en prévoyant le décollage de façon à quitter le sol au-delà du point de toucher des roues de l'avion précédent (figure 2-45).

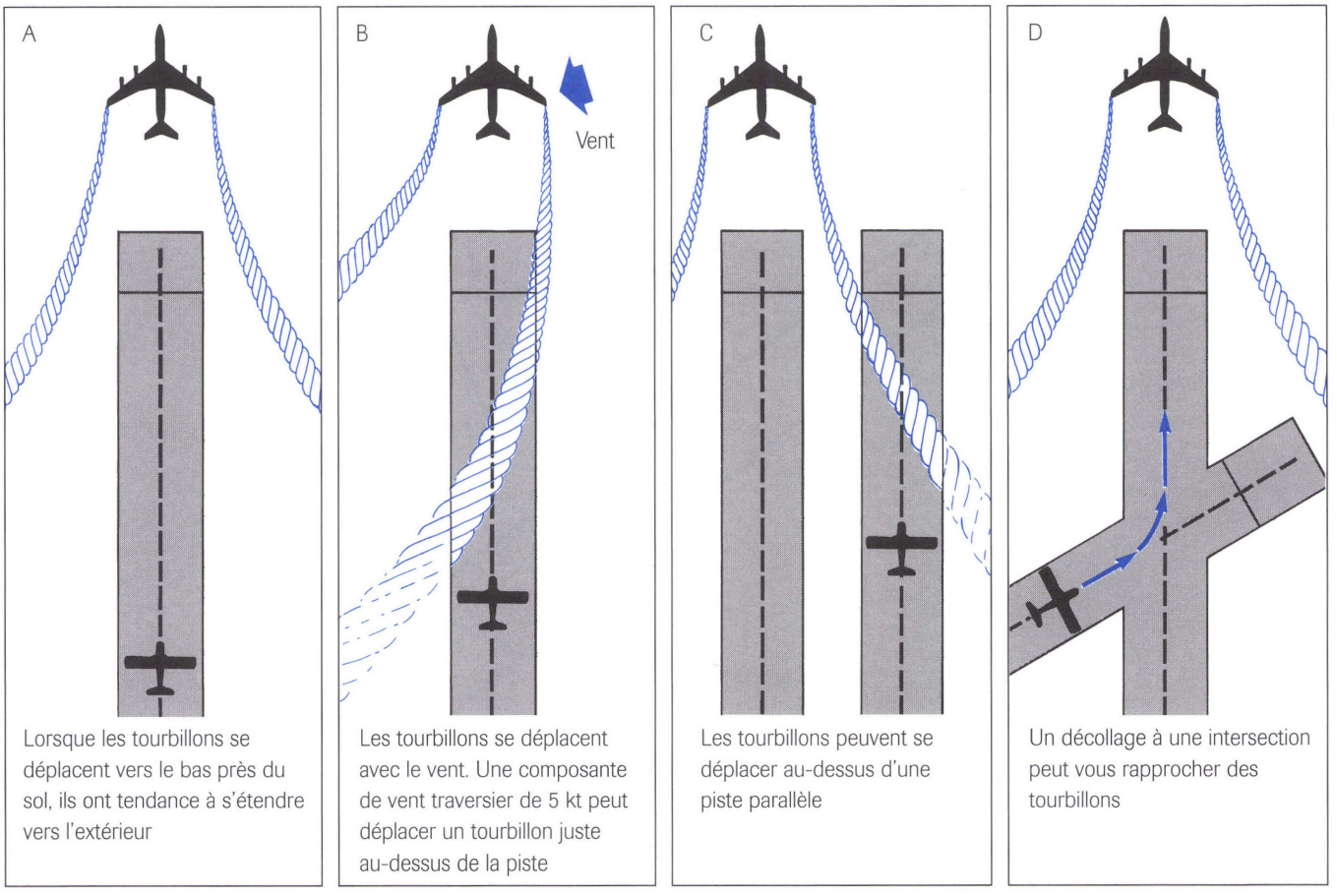


Figure 2-44 Turbulence de sillage

En cas de doute ou d'indécision, même minime, sur la turbulence de sillage au décollage, retardez votre décollage de deux minutes pour permettre aux tourbillons d'un aéronef qui a atterri de se dissiper, et jusqu'à quatre minutes dans le cas d'un aéronef qui vous précède au décollage. Plus l'aéronef précédent est gros, plus long est le délai. N'oubliez pas que bien que la force du vent contribue à dissiper les tourbillons, un vent de travers risque de déplacer ou de maintenir un tourbillon directement dans la trajectoire de décollage prévue.

Il est peu probable qu'une tour de contrôle autorise un aéronef léger à décoller immédiatement dans le sillage d'un gros aéronef. Cependant, dans tous les cas, le pilote d'un aéronef léger ne doit pas hésiter à demander que son décollage soit retardé si une telle autorisation lui était accordée.

Même si vous avez reçu l'autorisation de décoller, si vous jugez plus sûr d'attendre ou de modifier vos plans de quelque façon dans l'intérêt de la sécurité ou d'une bonne discipline de l'air, demandez à la tour de contrôle de modifier son autorisation. L'objectif primordial d'un contrôleur aérien est la sécurité des vols, mais le contrôleur peut ne pas être au courant de toutes les circonstances, surtout du degré de compétence d'un pilote en cas de conditions inhabituelles.

Sur un aéroport non contrôlé (un aéroport sans tour de contrôle), il revient au pilote commandant de bord de prendre des décisions qui soient conformes à la sécurité, à la discipline de l'air et au *Règlement de l'aviation canadien*. À cet effet, deux des plus importantes règles de ce Règlement stipulent :

1. « Les aéronefs en vol ou manœuvrant au sol ou sur l'eau céderont le passage aux aéronefs en train d'atterrir ou sur le point d'atterrir. »
   Un aéronef à l'atterrissage a la priorité pour utiliser l'aire d'atterrissage, et un aéronef se préparant à décoller ne doit pas s'approprier cette priorité de quelque manière que ce soit. Le fait de savoir si un décollage peut s'effectuer, compte tenu de la distance qui sépare un aéronef en approche de l'aire d'atterrissage, est affaire de jugement et de courtoisie. Ne présumez jamais qu'un aéronef à l'atterrissage a toujours la possibilité d'interrompre son atterrissage au profit d'un pilote qui a mal jugé le temps qu'il lui faudrait pour décoller.
2. « Aucun aéronef ne devra décoller ni tenter de le faire tant qu'il semblera subsister un risque d'abordage avec un autre aéronef. »
   Scrutez tout le ciel à la recherche de tout autre aéronef avec lequel vous risqueriez d'entrer en

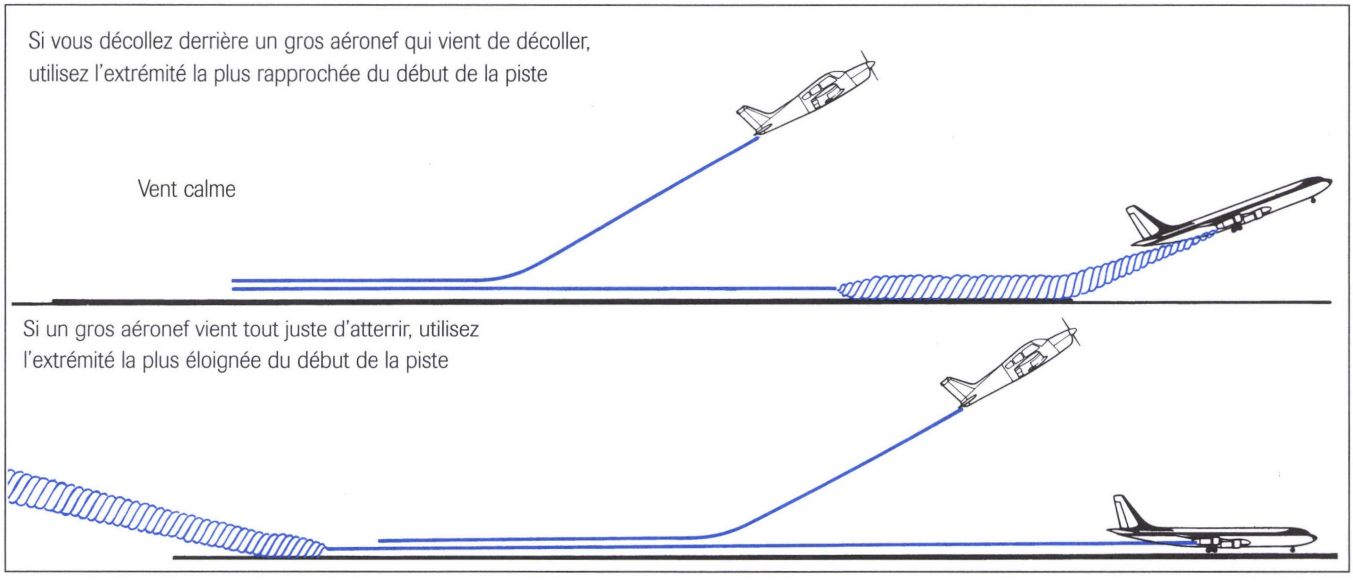


Figure 2-45 Procédures d'évitement de la turbulence de sillage

conflit au décollage. Il se peut qu'un autre aéronef soit en train d'atterrir vent de dos sur la piste, ce qui peut contrevenir au *Règlement de l'aviation canadien,* mais cet aéronef a néanmoins la priorité sur ceux qui se préparent à décoller. Le pilote qui se pose vent de dos peut avoir de bonnes raisons de le faire. Ne décollez pas, ou ne placez pas votre aéronef en position de décollage, tant que l'aéronef n'a pas dégagé la piste. En effet, une fois en position pour décoller, un pilote ne voit plus la zone d'approche de la piste ni les aéronefs qui pourraient se poser.

Vous faites preuve d'une mauvaise discipline de l'air et d'un manque de courtoisie si vous vous engagez sur la piste en service, alors que vous n'êtes pas complètement prêt à décoller dès que la piste est dégagée. Restez à l'écart de la piste en service jusqu'à ce que vous ayez terminé soigneusement toutes les vérifications avant le décollage. Ne retardez pas l'aéronef qui circule derrière vous en effectuant des vérifications du poste de pilotage qui auraient dû être faites sur l'aire de trafic ou de stationnement. En cas de difficultés pouvant retarder le décollage, placez l'aéronef de façon à laisser passer les autres appareils.

EXERCICE DIX-SEPT

Le circuit

Selon la terminologie de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), le circuit est désigné « circuit de circulation d'aérodrome ». Il se définit comme étant « le trajet spécifié que les aéronefs doivent suivre lorsqu'ils volent aux abords d'un aérodrome ». Bien que ce dernier comprenne effectivement le circuit, la définition exacte du circuit de circulation est la suivante : « Le trajet géographique suivi par un aéronef après qu'il a pénétré dans une zone de contrôle jusqu'au moment où il rejoint le parcours vent arrière du circuit de circulation d'aérodrome ».

Le principal objet d'un circuit de piste ordonné et bien défini est la sécurité. Cependant, des procédures de circuit sont également indispensables à l'exécution de bonnes approches et de bons atterrissages.

La configuration de base du circuit demeure la même, mais son orientation est en fonction de la piste en service. Une vue en plan du circuit (figure 2-46) montre qu'il est rectangulaire et qu'il comprend les éléments suivants :

1. le décollage ;
2. le parcours vent de travers (à ne pas confondre avec l'entrée dans le circuit en vent de travers) ;
3. le parcours vent arrière ;
4. le parcours de base ;
5. le parcours d'approche finale.

En pratique, aux aéroports contrôlés, les pilotes et les contrôleurs ont l'habitude d'omettre le mot « parcours » en parlant des éléments du circuit de piste, par exemple : « Tour de Burton / FOXTROT, ALPHA, BRAVO, CHARLIE / vent arrière » ; « FOXTROT, ALPHA, BRAVO, CHARLIE / Tour de Burton / rappelez en tournant sur base. » On recommande de donner la position vent arrière lorsque l'aéronef passe par le travers de la tour.

Sauf dans le cas de conditions particulières et d'un avis autorisé pour faire le contraire, tous les circuits s'effectuent à gauche ; par conséquent, tous les virages dans le circuit sont des virages à gauche.

De plus, à moins d'autorisation contraire, toutes les hauteurs de circuit se situent normalement à 1000 pi (305 m) d'altitude au-dessus de l'aérodrome.

Après le décollage, le circuit commence par une montée rectiligne face au vent, normalement jusqu'à une hauteur de 500 pi (152 m), suivie d'un virage de 90° en vent de travers. La montée se poursuit sans interruption sur ce parcours vent de travers jusqu'au niveau du circuit où l'aéronef est mis en palier. Par la suite, un virage à 90° place l'aéronef sur le parcours vent arrière. Ce parcours doit être parallèle à la trajectoire d'atterrissage projetée. C'est en parcours vent arrière qu'on procède aux vérifications avant l'atterrissage. Une fois la limite du parcours vent arrière dépassée d'une distance convenable, l'aéronef effectue un autre virage de 90° pour se placer en parcours de base. Lorsqu'on se trouve à une distance franchissable en vol plané de l'aire d'atterrissage et qu'on désire faire une approche dans cette configuration, on coupe les gaz et on établit l'aéronef en vol plané. Juste avant d'atteindre la ligne prévue pour le parcours d'approche finale, on effectue un autre virage de 90° pour se placer en approche finale, puis on tient l'aéronef aligné sur l'axe de piste jusqu'à la fin de l'atterrissage (figure 2-46).

La force du vent va influencer le cap à suivre pour le parcours vent de travers et le parcours de base du circuit. Il faut maintenir une route au sol qui soit perpendiculaire à la trajectoire d'atterrissage. Ainsi, pendant le parcours de base, un aéronef soumis à un vent très fort aura un cap largement orienté vers l'aérodrome, bien que sa trajectoire au-dessus du sol soit perpendiculaire à la trajectoire d'atterrissage.

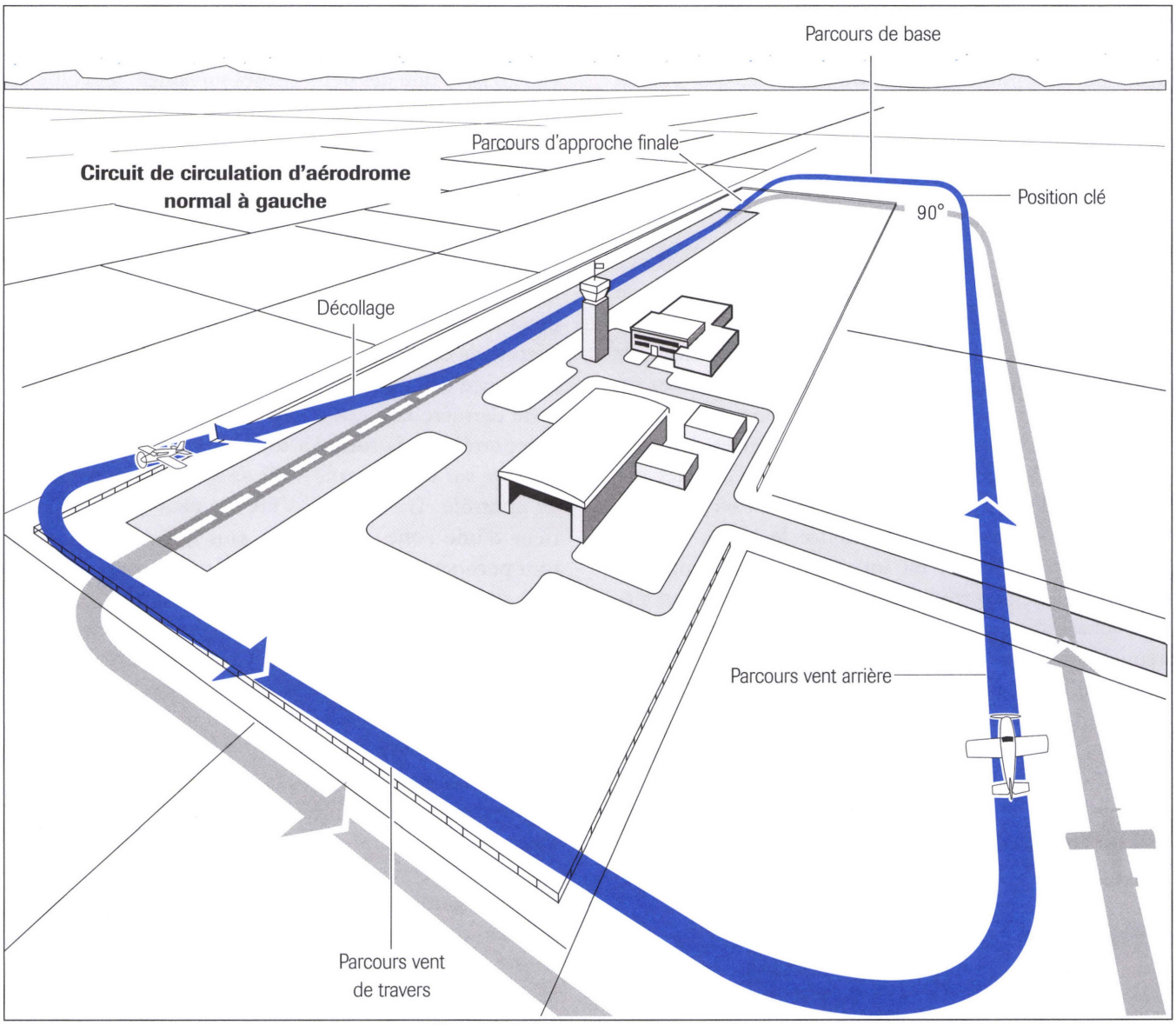


Figure 2-46 Circuit de circulation d'aérodrome

Sur tous les parcours du circuit, il est essentiel de maintenir une bonne surveillance extérieure des deux côtés ainsi que vers le haut et vers le bas.

La dernière partie du circuit est généralement appelée l'approche. Techniquement, l'approche à l'atterrissage commence sur le parcours vent arrière, au point où l'on entame le virage sur le parcours de base. L'endroit et le moment exacts où s'effectue le virage dépendront grandement de la force du vent. Plus le vent est fort, plus l'angle de descente sera prononcé au cours de l'approche finale rectiligne ; par conséquent, le virage en parcours de base doit s'effectuer tôt.

Lorsque vous vous trouvez en parcours de base, corrigez le cap pour compenser la dérive et jugez du moment opportun pour commencer le plané (ou la descente) selon l'angle sous lequel vous observez la piste : plus le vent est fort, plus prononcé doit être cet angle. Une fois la descente entamée, vous pouvez juger si l'aéronef sera trop haut ou trop bas en approche finale et corriger en conséquence au moyen des volets ou de la manette des gaz.

Tout le circuit doit être jugé par rapport à la piste, et non par rapport à d'autres points au sol. Ainsi, vous améliorerez rapidement votre connaissance des approches et vous ne serez pas contrarié par des changements de piste, de sens d'atterrissage ou par l'exécution d'approches sur un aérodrome différent. En outre, vous serez mieux en mesure de juger d'autres types d'approche.

Circuits à droite

Normalement, tous les circuits de circulation d'aérodrome se font à gauche. Toutefois, il y a des

exceptions lorsque le trafic risque d'entrer en conflit avec d'autres aéroports ou que le relief dangereux nécessite l'adoption d'un circuit à droite, que ce soit pour tout l'aéroport ou pour certaines pistes données. Les exceptions figurent dans le *Supplément de vol Canada*.

Espacement

Il importe au plus haut point que vous connaissiez la position des autres aéronefs dans le circuit, surtout de ceux qui vous précèdent. Veillez à ne pas « couper » un aéronef qui vous précède en virant prématurément sur le parcours de base ou d'approche finale. Maintenez un espacement convenable entre votre aéronef et celui qui vous précède pour lui permettre d'atterrir et de dégager la piste. Si vous suivez de trop près l'aéronef qui vous précède, vous devrez peut-être exécuter une approche interrompue et « remettre les gaz », ce qui, dans les circonstances, est un gaspillage de temps de vol. Par ailleurs, un trop grand espacement dans un circuit achalandé peut nuire aux aéronefs qui vous suivent. Vous devez acquérir le plus rapidement possible la faculté de juger du bon espacement à maintenir. Il vous faut alors tenir compte de la direction et de la force du vent ainsi que des vitesses des autres aéronefs dans le circuit. On obtient un bon espacement en agrandissant ou en rapetissant le circuit, ou en augmentant ou en réduisant la vitesse.

Aéroports contrôlés

Une *zone de contrôle* est un espace aérien contrôlé de dimensions définies autour d'un aéroport ou d'un aérodrome militaire, qui s'étend verticalement de la surface jusqu'à une hauteur spécifiée au-dessus du sol. Les zones de contrôle civiles pourvues de tours de contrôle sont désignées de classe « B », « C » et « D », à l'intérieur desquelles s'appliquent des règlements spéciaux. Les zones de contrôle sans tours de contrôle en service sont habituellement désignées de classe « E ». Pour de plus amples renseignements au sujet de la classification de l'espace aérien, consultez la section RAC de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada.

De nombreux grands aéroports offrent un service automatique d'information de région terminale (ATIS). Le message enregistré comprend les conditions météo, la ou les pistes en service et les NOTAM relatifs à l'aéroport. Vous devez obtenir les informations de l'ATIS, là où ce service existe, avant de communiquer avec l'ATC et informer ce dernier lors de votre premier appel que vous avez reçu l'information pertinente.

Départ du circuit – aéroports contrôlés

Lorsqu'un aéronef quitte le circuit après le décollage, il fait l'une des deux choses suivantes : il évolue en dehors du circuit tout en demeurant dans la zone de contrôle, ou il quitte la zone de contrôle. Lorsque l'aéronef demeure dans la zone de contrôle, la tour de contrôle va probablement lui demander : 1) de demeurer sur la fréquence de la tour de contrôle ; 2) de l'informer du type d'exercice ; 3) de lui indiquer à quelle altitude il va voler ; 4) de lui indiquer où s'effectuera le vol. Lorsqu'un aéronef a l'intention de quitter la zone de contrôle, la permission de cesser d'écouter la fréquence de la tour de contrôle doit être accordée par cette dernière tant que l'aéronef se trouve dans la zone de contrôle de la tour. La tour de contrôle exerce son autorité sur tout le trafic VFR se trouvant dans sa zone de contrôle. Un aéronef VFR ne peut voler à l'intérieur d'une zone de contrôle sans la permission de la tour pertinente, même si l'aéronef utilise un autre aéroport situé à l'intérieur de la zone de contrôle.

Si le circuit se fait à gauche, avant de quitter le circuit vous ne pouvez exécuter un virage à droite après le décollage que si vous en avez reçu l'autorisation de la tour de contrôle. Si cette autorisation vous est refusée, vous devez suivre les instructions du contrôleur de la tour jusqu'à ce que vous soyez sorti de la zone.

Après avoir quitté le circuit, vous devrez peut-être traverser la zone de contrôle d'un autre aéroport sur lequel vous ne prévoyez pas vous poser. Vous devez alors obligatoirement entrer en contact radio avec la tour de contrôle de cette zone et demeurer sous son contrôle jusqu'à ce que vous sortiez de la zone. À moins d'un arrangement préalable particulier avec la tour de contrôle appropriée, les aéronefs ne disposant pas de poste émetteur-récepteur ne doivent pas pénétrer dans les zones de contrôle.

Entrée dans le circuit

En revenant atterrir à un aéroport, donnez à la tour de contrôle votre indicatif, votre position géographique, votre altitude et une estimation en milles (km) de la distance où vous vous trouvez par rapport à l'aéroport, puis demandez les consignes d'atterrissage. Si vous vous trouvez à l'extérieur de la zone de contrôle, vous devez fournir ces données avant d'y pénétrer. Lorsque la tour de contrôle vous donne l'autorisation de « joindre le circuit », elle s'attend à ce que vous joigniez le circuit par le parcours vent arrière à la hauteur du circuit. Vous devez descendre à la hauteur du circuit en dehors de la zone occupée par ce circuit.

L'expression «autorisé à joindre le circuit» signifie que vous pouvez effectuer un virage à droite, le cas échéant, pour joindre le circuit par vent de travers ou pour atteindre le parcours vent arrière, pourvu que le virage à droite ne soit que partiel et qu'il puisse être effectué en toute sécurité (figure 2-47). Lorsque la tour de contrôle vous autorise à effectuer une approche «directe», vous êtes autorisé à joindre le circuit par le parcours d'approche finale sans que vous ayez eu à parcourir une autre partie du circuit. La même règle s'applique lorsque vous êtes autorisé à joindre le circuit par le parcours de base.

Lorsqu'une tour de contrôle autorise un aéronef à se poser, cela ne signifie pas que la piste soit exempte de tout danger. Tout danger connu sera mentionné dans l'autorisation ; toutefois, la nuit, ou lorsque la visibilité de la piste est réduite à partir de la tour, des véhicules non autorisés ou des animaux peuvent avoir pénétré sur la piste sans que le contrôleur en ait eu connaissance. Comme pilote, il vous incombe de surveiller à l'extérieur tout danger qui pourrait se trouver sur les aires d'atterrissage et de manœuvre. Vous seul devez décider si vous pouvez vous poser, compte tenu de l'aéronef et de votre degré de compétence.

Aérodromes non contrôlés

Un aérodrome non contrôlé est un aérodrome sans tour de contrôle ou dont la tour n'est pas en service. Un aéroport qui est un aérodrome certifié (voir le Chapitre 5) peut aussi ne pas être contrôlé. Il peut ne pas y avoir de communication radio air-sol à un aérodrome non contrôlé. Cependant, en beaucoup d'endroits, il y a une fréquence obligatoire ou fréquence de trafic d'aérodrome sur laquelle la communication peut être établie avec une station d'information de vol ou avec l'exploitant d'une base locale d'aéronefs. Ces installations n'exercent aucun contrôle sur l'aéronef, mais elles peuvent être très utiles en indiquant les vents de surface, la piste utilisée par d'autres aéronefs, le trafic connu en vol et au sol, l'état de la piste, les conditions météo, etc. On recommande aux pilotes, et dans bien des cas ils sont obligés de le faire, de se mettre à l'écoute sur cette fréquence. On les incite aussi à utiliser toutes les communications radio ou unicom qui sont à leur disposition aux aérodromes non contrôlés, ainsi qu'à communiquer des rapports de position et à faire part de leurs intentions avant d'entrer dans le circuit et pendant qu'ils y sont.

Sortie du circuit

Après le décollage, montez sur le cap de la piste jusqu'à ce que vous ayez atteint la hauteur du circuit avant d'entamer un virage en direction d'un cap en route. Les virages pour retourner vers le circuit ou l'aéroport devraient être effectués à au moins 500 pi (152 m) au-dessus de la hauteur du circuit.

Joindre le circuit

Lors du retour vers un aéroport pour y atterrir, profitez pleinement des communications air-sol pour vous informer. Bien des conditions peuvent avoir

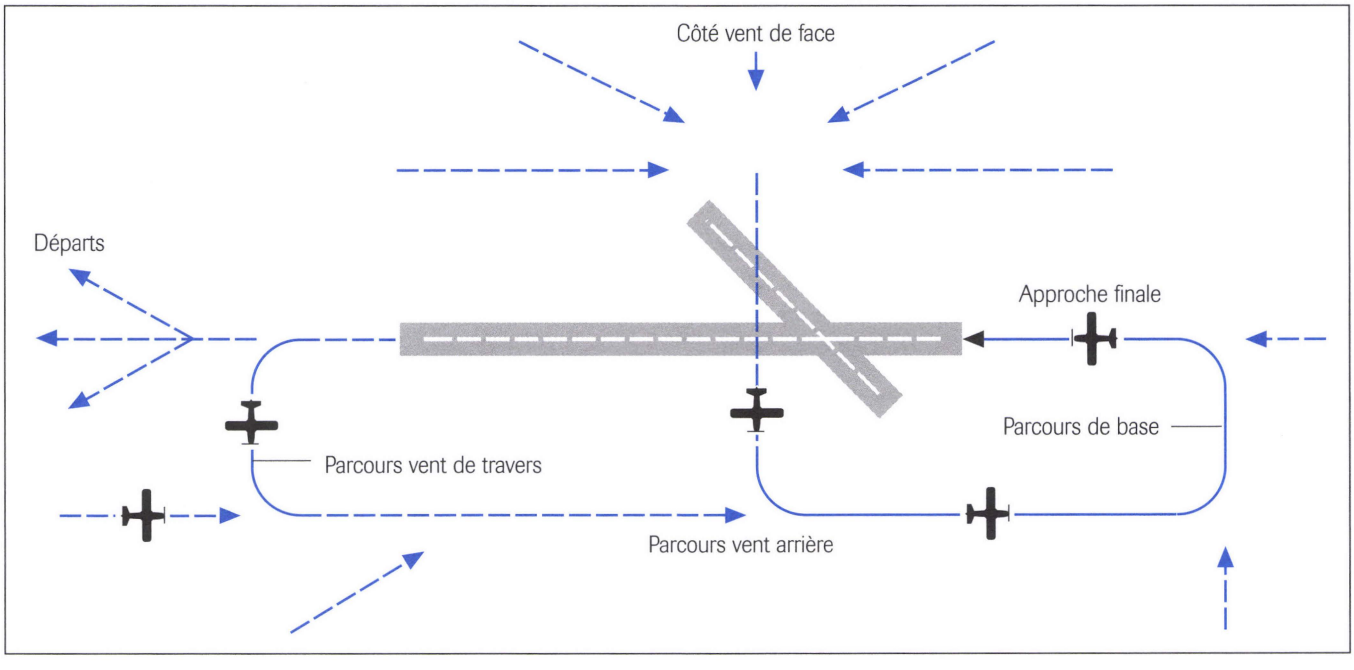


Figure 2-47 Circuit normal gauche aux aéroports contrôlés

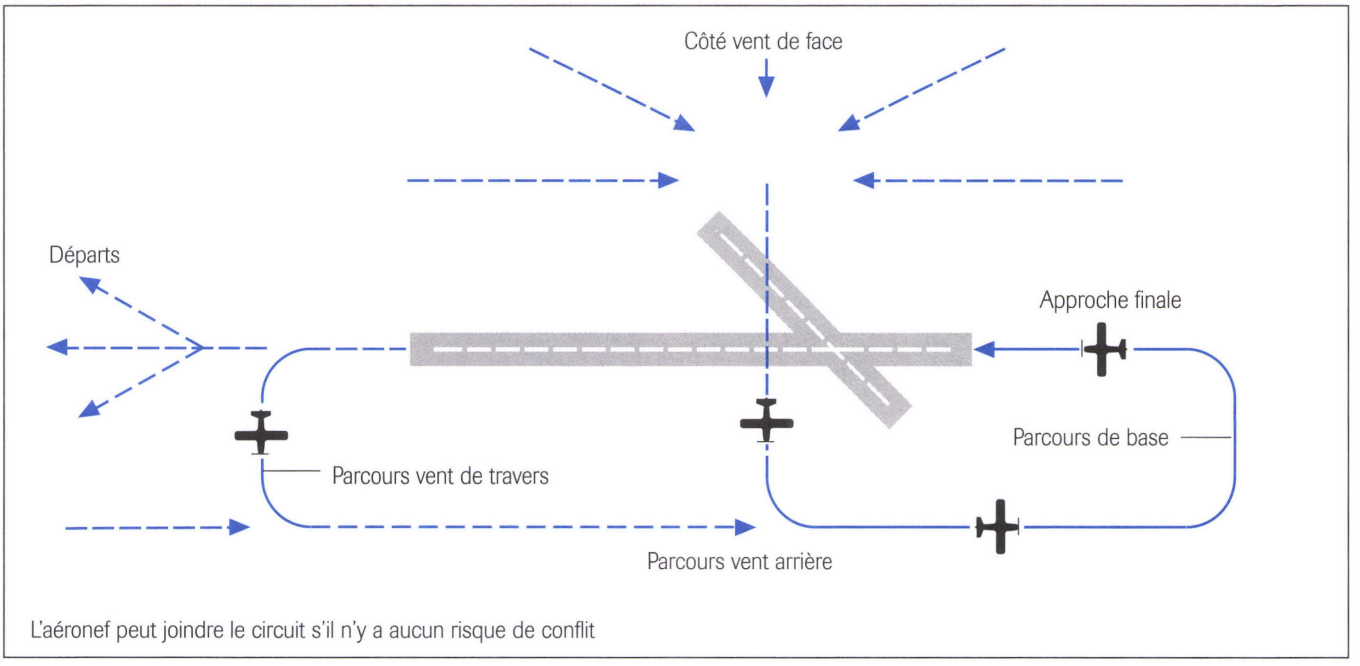


Figure 2-48 Procédures de circuit à un aéroport non contrôlé

changé à un aéroport, même après une courte absence. Si vous survolez l'aéroport pour faire des observations, le survol doit être effectué à au moins 500 pi (152 m) au-dessus de la hauteur du circuit. La descente à la hauteur du circuit doit être entreprise côté vent de face de manière que vous puissiez joindre le circuit en palier à la hauteur du circuit. Dans des circonstances normales, la hauteur du circuit se trouve à 1000 pi (305 m) d'altitude au-dessus de l'aérodrome.

Si aucune fréquence obligatoire n'est en vigueur, l'aéronef devrait s'approcher du circuit du côté vent de face ou, s'il n'y aucun risque de conflit avec d'autres aéronefs, il peut joindre le circuit par le parcours vent arrière (figure 2-48).

Dans les cas où des procédures de fréquence obligatoire sont en vigueur et où le pilote peut obtenir des renseignements consultatifs sur le trafic, l'aéronef peut joindre directement le circuit ou selon un angle de 45° par rapport au vent arrière, ou bien par la base ou la finale. Soyez vigilant au cas où d'autres aéronefs VFR joindraient le circuit à ces endroits et surveillez les aéronefs volant aux instruments (IFR) qui pourraient effectuer une approche directe ou indirecte. Le pilote d'un aéronef en rapprochement en approche IFR ou s'exerçant à une approche aux instruments peut communiquer un rapport de position que vous ne comprendrez pas. N'hésitez pas à demander des précisions afin de bien connaître la position et les intentions de cet aéronef.

Normalement, la piste à utiliser pour l'atterrissage est celle dont l'axe est la plus proche de face au vent. Cependant, sur un aéroport non contrôlé, la décision finale appartient au pilote. Par conséquent, pour la sécurité de son aéronef, le pilote peut choisir une autre piste s'il le juge nécessaire.

Circulation sur une piste en service

Il est parfois nécessaire de faire demi-tour et de revenir en circulant sur la piste afin de placer l'aéronef pour le décollage ou, après l'atterrissage, pour dégager la piste. Circulez le plus rapidement possible de la façon la plus sécuritaire. N'oubliez pas qu'après l'atterrissage aucun autre aéronef ne peut se poser tant que la piste n'est pas dégagée.

EXERCICE DIX-HUIT

Approche et atterrissage

Plusieurs élèves s'imaginent que l'atterrissage constitue le point culminant du pilotage, et qu'une fois qu'ils auront maîtrisé cet apprentissage, ils sauront tout ce qu'il y a à savoir sur l'art de piloter. L'instructeur doit démentir cette croyance à cause de ses deux conséquences défavorables: 1) cette attitude pourrait causer un blocage psychologique par rapport à l'apprentissage de l'atterrissage à cause de la trop grande importance que l'élève lui accorderait; 2) un relâchement pourrait survenir après que l'élève aurait atteint un certain degré de compétence dans l'exécution des atterrissages.

En réalité, l'atterrissage est une manœuvre parmi d'autres qui découle logiquement de toute la préparation antérieure. C'est une simple application des principes grâce auxquels l'apprentissage a progressé et continuera de progresser vers le but ultime qui est l'acquisition de toutes les compétences nécessaires au pilotage. L'atterrissage est la dernière phase de tout un enchaînement de manœuvres importantes, au cours desquelles il faut maîtriser l'altitude et surveiller la circulation aérienne, le tout, de façon sûre et avec un degré de compétence acceptable.

L'atterrissage consiste à permettre à l'aéronef de prendre contact avec le sol à la vitesse verticale la plus basse possible et, dans des circonstances normales, à la vitesse horizontale la plus basse possible, associée à une maîtrise suffisante de l'aéronef. La première chose à faire pour diminuer la vitesse horizontale par rapport au sol est d'atterrir face au vent; la deuxième est d'obtenir la vitesse et l'assiette voulues au moment opportun.

Bien que l'approche et l'atterrissage puissent être considérées comme deux manœuvres distinctes, l'une fait habituellement partie intégrante de l'autre. La réussite d'un atterrissage repose sur le type de technique d'approche utilisée répondant le mieux aux exigences opérationnelles d'une procédure d'atterrissage donnée.

On peut classer les atterrissages selon les catégories suivantes:

1. l'atterrissage *normal*;
2. l'atterrissage *par vent de travers*;
3. l'atterrissage *sur terrain court*;
4. l'atterrissage *sur terrain mou ou non aménagé.*

Sauf dans des conditions absolument idéales, même un atterrissage normal comporte un certain degré de vent de travers, et d'autres atterrissages peuvent présenter une combinaison de toutes ces catégories. Par exemple, un atterrissage sur terrain court fera aussi, très probablement, appel aux techniques propres aux atterrissages par vent de travers et avec franchissement d'obstacles. Les techniques exigées pour chacune des catégories d'atterrissage seront traitées séparément dans l'ordre indiqué, en commençant par l'atterrissage normal.

Atterrissage normal

L'atterrissage normal consiste en une lente transition entre l'assiette normale de vol plané et celle propre à l'atterrissage. Cette transition s'appelle l'arrondi. On amorce l'arrondi à quelque 15 à 30 pi (5 à 9 m) au-dessus du sol et la manœuvre s'amplifie de façon continue et progressive à mesure que l'altitude diminue jusqu'à ce que, dans le cas des aéronefs à roulette de queue, les roues du train principal et la roulette de queue touchent le sol simultanément. Dans le cas des aéronefs munis d'un train d'atterrissage tricycle, les roues du train principal doivent toucher la piste en premier sans qu'aucune force s'exerce sur le train avant (figure 2-49).

La faculté de perception sensorielle de l'élève ne sera généralement pas suffisamment développée à ce

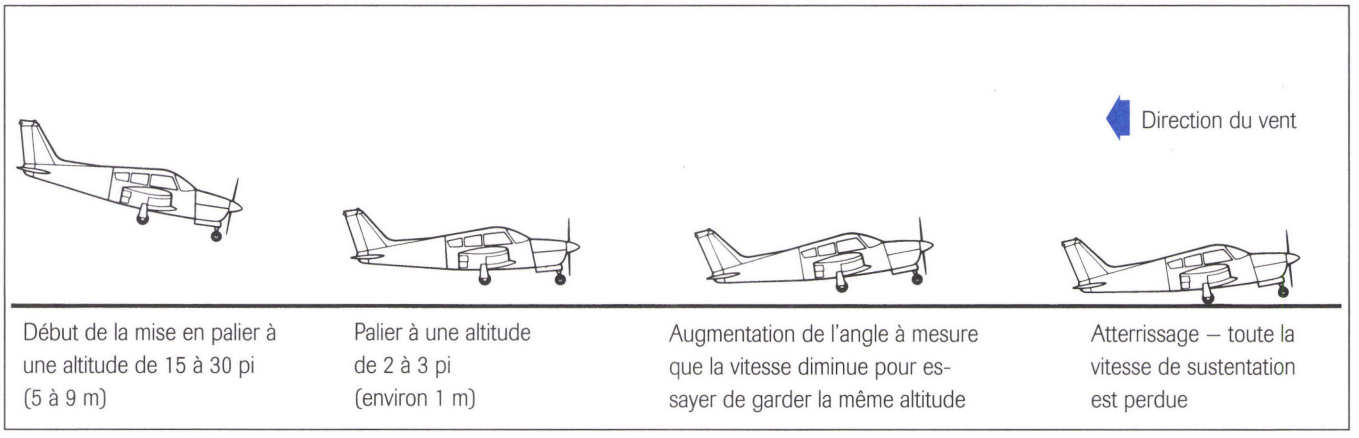


Figure 2-49 Atterrissage

stade pour être d'une grande utilité à l'atterrissage, bien qu'elle intervienne dans une certaine mesure. La vue est donc le sens le plus utile et c'est elle qui dictera l'utilisation des commandes. Néanmoins, certaines réactions sur les commandes visant à empêcher l'aéronef de «percuter» le sol seront instinctives, mais ces réactions risquent d'être erronées quant à leur nature et, souvent, à leur ampleur.

L'estimation précise de la distance et de la hauteur, bien qu'elle soit d'abord une question de pratique, repose également sur la clarté avec laquelle on distingue les objets. Il faut focaliser correctement le regard afin que les objets importants ressortent le plus nettement possible. La vitesse rend les objets flous à courte distance; les objets proches semblent se déplacer ensemble, tandis que ceux de l'arrière-plan se détachent distinctement. Au moment de l'atterrissage, il faut regarder droit devant, à peu près à la même distance qu'on le ferait dans une automobile qui se déplacerait à la même vitesse. Le regard doit se focaliser à une distance proportionnelle à la vitesse de l'aéronef. Ainsi, à mesure que la vitesse diminue, la distance à laquelle on voit nettement à l'avant de l'aéronef se rapproche et il faut regarder moins loin. Toutefois, si on regarde trop près, ou à l'aplomb, les objets s'embrouillent de nouveau et les réactions risquent d'être trop brutales ou trop tardives.

Dès le début de l'entraînement, vous devez prendre l'habitude de garder une main sur la manette des gaz tout au long de l'atterrissage. En effet, s'il survient une situation exigeant une remise instantanée des gaz, le temps de réaction nécessaire pour déterminer la nature du problème, déplacer la main pour atteindre la manette des gaz, mettre les gaz, plus le temps nécessaire pour que le moteur réagisse risque d'être trop long. Les rebonds sont fréquents pendant les premiers stades de l'entraînement à l'atterrissage, et une bonne utilisation de la manette des gaz en temps opportun est essentielle.

En plus des approches au moteur, il convient d'effectuer aussi souvent que possible des exercices d'atterrissage à partir d'une descente en vol plané, le moteur tournant au ralenti. Ce type d'approche est absolument nécessaire pour acquérir le jugement et la capacité de planification requis en prévision des procédures d'atterrissage forcé.

Lorsque l'aéronef se trouve à une hauteur comprise entre 15 et 30 pi (5 et 9 m) du sol, c'est le moment d'amorcer l'arrondi. Une fois entamée, la procédure doit se poursuivre de façon continue jusqu'à ce que l'aéronef ait touché le sol. Si la vitesse est correcte, l'aéronef commencera à perdre de la vitesse et à s'enfoncer dès que l'on tirera sur le manche. À mesure que le sol «monte», continuez à exercer une traction sur le manche; ce déplacement de la commande de profondeur doit être synchronisé, continu, lent et sans à-coups de manière à maintenir l'aéronef juste au-dessus de la surface jusqu'à ce que l'assiette d'atterrissage voulue soit atteinte. Les aéronefs tricycles doivent prendre contact avec le sol sur les roues principales en premier, sans qu'aucun poids s'exerce sur la roue avant. Les aéronefs à roulette de queue doivent toucher le sol de toutes les roues simultanément; il faut pour ce faire tirer à fond sur la gouverne de profondeur, les gaz étant fermés. Ce dernier atterrissage exige l'acquisition d'une bonne synchronisation, d'une bonne technique et d'un jugement sûr de la hauteur et de la distance.

Le point où l'on choisit de faire l'arrondi fait toute la différence dans l'atterrissage qui suit. De nombreuses recherches ont été menées pour découvrir comment un pilote expérimenté détermine ce point. À cette fin, voici quelques suggestions qui pourront vous être utiles:

1. essayez d'évaluer la hauteur de l'aéronef au-dessus de la surface d'atterrissage en vous servant de la hauteur d'objets connus ;
2. essayez de déterminer le point où le sol semble monter si rapidement qu'il faut absolument faire quelque chose ;
3. regardez le sol au point d'impact prévu ; lorsqu'il semble commencer à se rapprocher rapidement, arrêtez la descente en tirant doucement le manche vers l'arrière ;
4. notez le point où toute la surface d'atterrissage semble s'étendre ;
5. notez le point où le sol semble soudainement se mettre en mouvement.

Une fois que l'atterrissage proprement dit a débuté, il faut éviter de repousser la commande de profondeur vers l'avant pour tenter de corriger une erreur ordinaire causée par un mouvement de la commande vers l'arrière. Si l'on a trop tiré sur la commande de profondeur, on peut soit légèrement relâcher la commande, soit l'immobiliser, selon l'ampleur de l'erreur. Dans certains cas, il peut se révéler nécessaire d'augmenter légèrement la puissance pour compenser la perte de vitesse.

Lorsque l'aéronef se trouve à 2 ou 3 pi (environ 1 m) du sol, il faut réduire sa descente en tirant davantage sur la commande de profondeur. À ce point, l'aéronef est très près de sa vitesse de décrochage, par conséquent, la traction sur le manche n'augmente donc pas ou ne maintient pas la hauteur comme on pourrait s'y attendre. La manœuvre a plutôt pour effet de ralentir la vitesse d'enfoncement de l'aéronef, de sorte que l'avion touche le sol en douceur dans l'assiette d'atterrissage voulue. Il faut se rappeler, comme on l'a vu dans l'exercice sur le vol lent, qu'à mesure que la vitesse diminue, il faut solliciter plus amplement les commandes pour obtenir l'effet désiré.

La fin de l'atterrissage doit être identifiée d'après le changement d'assiette de l'aéronef plutôt que par les mouvements du manche. Il faut modifier l'assiette par rapport à l'horizon qu'on voit à l'atterrissage et au nez de l'aéronef.

Une fois qu'un aéronef à roulette de queue est au sol, il faut maintenir le manche le plus en arrière et le plus fermement possible jusqu'à l'arrêt complet de l'aéronef. Cette manœuvre permet de raccourcir la course à l'atterrissage et d'éviter la tendance au rebondissement et au sautillement de la queue tout en améliorant la maîtrise en direction.

Dans le cas d'un aéronef à train d'atterrissage tricycle, on doit laisser la roue avant descendre doucement d'elle-même sur la piste, à mesure que la vitesse diminue et que la gouverne de profondeur perd de son efficacité. Une fois la roue avant au sol, il ne faut pas relâcher l'attention afin de maintenir une trajectoire rectiligne. En général, avec ce type d'aéronef, il ne faut pas se poser et se maintenir sur la piste à grande vitesse, ce qui imposerait des efforts excessifs au train avant et pourrait éventuellement donner lieu à un phénomène indésirable appelé « brouettage » (voir l'exercice 16).

À un stade plus avancé de l'entraînement, l'élève doit préparer l'approche et l'atterrissage pendant que l'aéronef se trouve en parcours vent arrière du circuit. À cette fin, on peut imaginer la trajectoire de vol et estimer le point où l'on réduira la puissance et où il faudra amorcer le virage en approche finale à l'atterrissage. Avec la pratique, on exécute la descente en réduisant les gaz et la vitesse afin d'obtenir la trajectoire de vol voulue en parcours de base et d'effectuer ensuite un virage à angle droit en descente pour l'approche finale. Une fois la descente commencée, il faut corriger la dérive en parcours de base afin de suivre une trajectoire au sol approximativement perpendiculaire à la piste. L'élève doit suivre le parcours de base jusqu'au point où un virage à faible inclinaison amènera l'aéronef en approche finale directement dans l'axe de la piste. Ce virage doit s'accomplir à une altitude de sécurité qui dépendra de l'altitude du terrain en ce point et de la hauteur des obstacles éventuels. L'approche finale doit être suffisamment longue pour permettre d'estimer le point de toucher des roues et d'effectuer toute réduction de puissance et de vitesse nécessaire à l'atterrissage.

Volets et compensation

Pour éviter une prise de terrain trop courte, l'élève a naturellement tendance à se présenter trop haut par rapport à l'approche normale et, par conséquent, il doit perdre de la hauteur. On considère qu'au cours des 500 derniers pi (152 m) d'une approche normale, l'aéronef doit suivre une trajectoire rectiligne, sans glissade ni virage, et que la hauteur doit être corrigée au besoin à l'aide des volets. La sortie des volets modifie l'écoulement de l'air sur l'extrados et l'intrados des ailes, de même que sur l'empennage, ce qui modifie les conditions de compensation. Ainsi, il est souvent nécessaire d'intervenir sur les commandes et sur le compensateur pour maintenir le taux de descente et la vitesse voulus.

Un atterrissage réussi découle invariablement d'une approche bien exécutée qui, à son tour, dépend du maintien de la pente d'approche voulue à un angle constant. Une méthode permettant d'y parvenir consiste à utiliser le phénomène de la perspective. Une piste semble changer de forme lorsque le point

d'observation du pilote change. Par exemple, une piste observée en approche finale semble plus large du bout de l'approche que de l'autre bout. Lorsqu'on maintient un angle d'approche constant, la configuration apparente de la piste reste également constante. Le pilote voit la piste sous la forme d'un quadrilatère dont la largeur du côté de l'approche est beaucoup plus grande que celle du bout opposé et dont les bords latéraux sont de même longueur, mais convergent vers l'horizon. Si le pilote augmente l'angle d'approche, la piste semble devenir plus longue et plus étroite. Inversement, si le pilote réduit l'angle d'approche, la piste semble devenir plus courte et plus large.

Bien que la surface visible de la piste augmente au fur et à mesure que l'approche progresse, tant que le rapport entre les côtés de la piste reste le même, l'angle d'approche est maintenu constant, et le toucher des roues se fera près du seuil (figure 2-50).

Atterrissage par vent de travers

Il n'est pas toujours pratique, ni possible, d'atterrir directement face au vent. Par conséquent, les principes relatifs aux atterrissages par vent de travers doivent être appris et mis en pratique jusqu'à ce qu'ils ne présentent plus aucune difficulté. Des changements importants dans la direction du vent peuvent survenir entre le moment où un aéronef décolle et celui où il atterrit, même au cours d'un seul circuit, de sorte qu'il est important que l'élève soit en mesure de faire face à une situation de vent de travers avant son premier vol en solo.

Un aéronef qui atterrit directement face au vent a tendance à conserver son cap juste avant de se poser sur la piste et pendant la course à l'atterrissage en ne nécessitant qu'un minimum d'intervention sur les commandes. La situation est toutefois plus complexe lorsqu'il y a du vent de travers, c'est-à-dire tout vent qui agit sur l'aéronef selon un angle par rapport à son axe longitudinal. Le pilote risque alors de perdre la maîtrise de l'aéronef s'il n'y prête pas suffisamment attention. Le cap d'un aéronef à l'atterrissage est normalement déterminé par l'orientation de la piste plutôt que par la direction réelle du vent. Par conséquent, un aéronef atterrissant par vent de travers sera soumis à l'action du vent sur un côté ou sur l'autre, alors qu'il est en contact avec le sol et, par suite de la tendance spontanée des aéronefs à se placer face au vent par effet de girouette, il s'écartera du cap prévu. Avant l'atterrissage, l'aéronef a tendance à dériver en travers de la piste au lieu d'en suivre l'axe. En l'absence de toute correction, une force latérale indésirable est exercée sur le train d'atterrissage lorsqu'il touche la surface. Le même phénomène se produit si la trajectoire de l'aéronef est maintenue dans l'axe de la piste, la dérive étant compensée en volant «en crabe» et les roues touchant la surface, alors que l'aéronef n'est pas aligné dans la direction de la piste.

Les atterrissages par vent de travers sont un peu plus difficiles à exécuter que les décollages dans les mêmes conditions. La raison principale tient aux difficultés particulières qu'occasionne le maintien de la maîtrise de l'aéronef pendant que la vitesse diminue au lieu d'augmenter comme dans le cas du décollage.

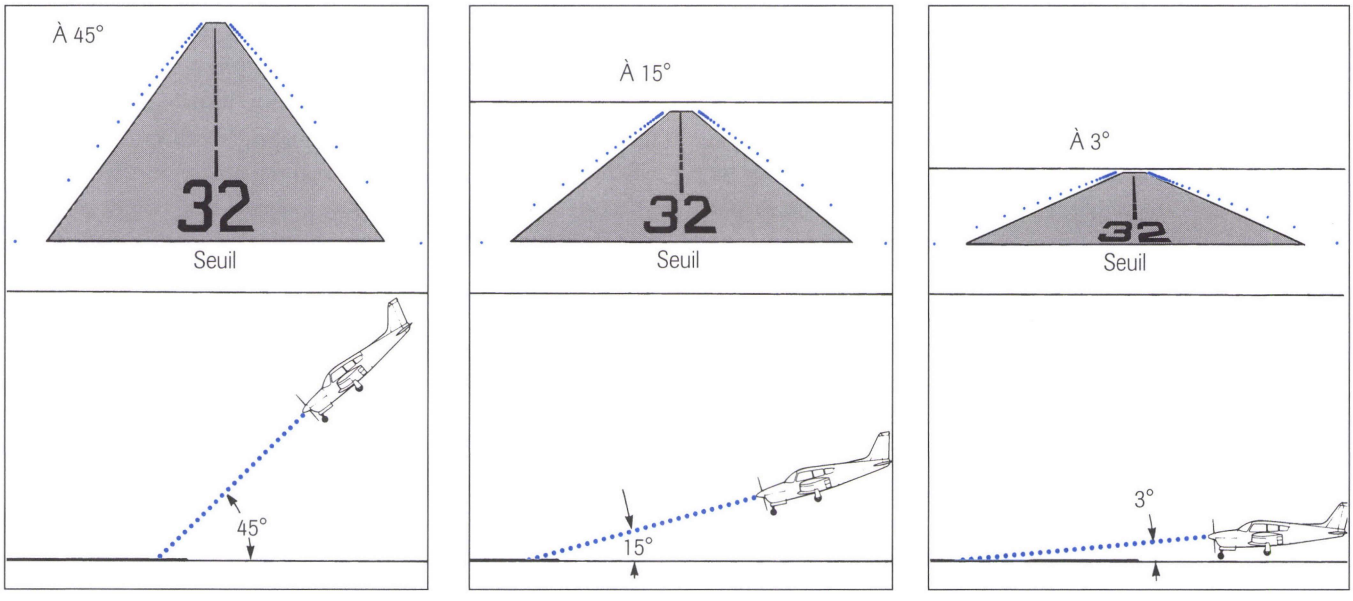


Figure 2-50 Une piste telle qu'elle apparaît sous différents angles

Pendant le décollage, à mesure que la vitesse de l'aéronef augmente, la maîtrise aérodynamique de l'aéronef devient progressivement plus efficace, tandis que lorsque la vitesse de l'aéronef diminue, avant et après le toucher des roues, l'efficacité des gouvernes diminue également. Avant de tenter un atterrissage par vent de travers, autre qu'un vent très léger, il faut consulter le graphique des composants de vent de travers (figure 2-38) de l'exercice 16. Le graphique s'utilise de la même façon que pour les décollages par vent de travers.

Il existe deux méthodes principales pour contrer la dérive au cours d'un atterrissage par vent de travers.

La première, la méthode dite de la glissade ou de l'aile basse, est probablement la façon la plus courante des deux méthodes de base pour contrer la dérive (figure 2-51). Elle offre l'avantage important de la continuité dans la position générale des commandes de vol, depuis la période précédant le toucher des roues jusqu'à la fin de la course à l'atterrissage, et permet de contrer correctement les vents de travers acceptables dans la plupart des conditions. Lorsqu'on utilise cette méthode, il faut éviter de commencer la glissade de trop loin en approche finale, à moins d'avoir d'autres raisons de le faire. Lorsqu'on se rapproche de l'aire d'atterrissage et que la dérive devient apparente, il faut amorcer une glissade suffisante dans le vent pour annuler cette dérive. Il faut maintenir l'axe longitudinal de l'aéronef dans l'axe de la piste à l'aide du palonnier. Au toucher des roues, il faut redoubler d'attention afin de maintenir l'aéronef sur une trajectoire rectiligne pendant la course à l'atterrissage afin de prévenir toute tendance au tête-à-queue. La commande des ailerons doit être maintenue du côté de l'aile au vent après le toucher des roues afin de l'empêcher de se soulever.

Lorsqu'on utilise la méthode de la glissade, la roue du train principal au vent sera la première à toucher la piste. Le train sous le vent de l'aéronef demeure en l'air, mais dans des circonstances normales, le train au vent n'est pas soumis à un poids ni à des efforts trop grands causés par le toucher des roues.

La deuxième méthode de base pour contrer la dérive lors d'un atterrissage par vent de travers exige beaucoup d'adresse, une excellente synchronisation ainsi que beaucoup d'entraînement et d'expérience pour être exécutée correctement. C'est pourquoi elle est rarement utilisée au début de la formation. Dans cette méthode, l'aéronef est maintenu à un cap (en crabe) face au vent, de sorte que la trajectoire de vol de l'aéronef reste dans l'axe de la piste, ce qui signifie que l'axe longitudinal de l'aéronef n'est pas dans l'alignement de la trajectoire d'atterrissage prévue et que, si le toucher des roues se faisait dans cette configuration, il y aurait risque d'endommager le train d'atterrissage ou d'éprouver des difficultés à maîtriser l'aéronef par la suite. Par conséquent, juste avant le toucher des roues, il faut ramener l'axe longitudinal de l'aéronef dans l'alignement de la piste en se servant du palonnier. Cette méthode exige une action prompte et précise sur le palonnier afin d'aligner exactement l'aéronef selon la direction de son déplacement au-dessus du sol à l'instant même du contact avec la piste. Si le contact survient trop tôt, l'aéronef se pose «en crabe»; s'il se produit trop tard, l'aéronef se pose avec de la dérive. Dans les deux cas, le train d'atterrissage subira des charges latérales entraînant une tendance au tête-à-queue. De plus, comme l'aile au vent n'a pas été abaissée dans le vent, une rafale inopportune peut facilement la soulever et amplifier la tendance au tête-à-queue.

Atterrissage sur terrain court

Le manuel de vol de l'aéronef décrit habituellement la technique recommandée pour effectuer un atterrissage sur terrain court. Le manuel contient également des tableaux ou des graphiques qui montrent les performances que l'on doit normalement attendre de l'aéronef à l'atterrissage. Par comparaison avec les performances

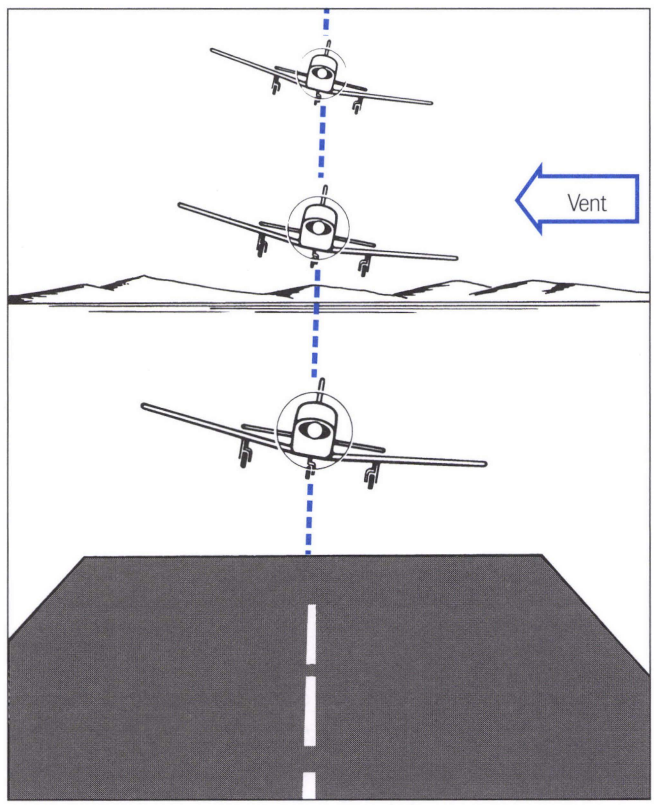


Figure 2-51 Atterrissage par vent de travers

de vol ordinaires, ces données sont impressionnantes. S'il y a le moindre vent de face, la course à l'atterrissage prévue sera très courte, peut-être même seulement quelques centaines de pi (m).

Pour obtenir les performances mentionnées dans le manuel de vol, il faut soigneusement manœuvrer l'aéronef et faire preuve de bon jugement. L'objectif est d'effectuer une approche à la vitesse recommandée en fonction de la masse de l'aéronef, puis de se poser au point voulu à la vitesse la plus basse possible compatible avec la sécurité. Pour atteindre le point de toucher des roues voulu, il faut bien maîtriser l'approche afin d'effectuer l'arrondi au bon moment et à la bonne vitesse. L'aéronef aura normalement tendance à flotter sur une certaine distance après l'arrondi, et il faut en tenir compte au moment de déterminer un point donné de prise de contact au sol.

Puissance

Au cours d'une approche sur terrain court il est nécessaire d'utiliser la puissance pour mieux maîtriser la descente. Dans ce cas, les corrections à apporter à la pente d'approche ne nécessitent que de très faibles modifications de l'assiette en tangage. Il faut garder la puissance tant que l'arrondi n'est pas terminé.

La technique d'approche à grande puissance et à forte traînée n'est pas recommandée pour l'atterrissage sur terrain court. Cette méthode risque fort d'entraîner l'aéronef en vol lent et de provoquer un toucher avant l'aire d'atterrissage. Elle exige également que le pilote possède les habiletés nécessaires pour une deuxième méthode d'approche lorsqu'il y a un obstacle. Une même méthode peut répondre adéquatement à toutes les situations d'atterrissage sur terrain court.

Poser des roues

Le poser des roues du train principal doit se faire à la vitesse la plus faible possible. Abaissez le train avant sur la piste de la façon recommandée dans le manuel de vol. Les aéronefs à roulette de queue doivent être maintenus dans une assiette à trois points pendant le poser des roues et le freinage.

Certains manuels de vol recommandent de rentrer les volets après le poser des roues. En effet, même si les volets peuvent initialement contribuer au freinage aérodynamique de l'aéronef, ils produisent également une portance supplémentaire qui, en enlevant du poids sur les roues, réduit l'efficacité des freins de roues. Dans le cas des aéronefs à train d'atterrissage escamotable, il faut porter une grande attention lorsqu'on rentre les volets pendant la course à l'atterrissage de ne pas rentrer par inadvertance le train plutôt que les volets.

Obstacles

Que le terrain court comprenne un obstacle ou non, la plupart des pilotes préfèrent utiliser une approche avec puissance. Le but de la manœuvre est d'établir une vitesse et une configuration d'approche stabilisées et de maintenir un angle de descente constant jusqu'à l'arrondi (figure 2-52). Pour obtenir la pente d'approche avec le plus grand angle de descente possible, il faut fermer les gaz, mais cette technique peut également donner lieu à des vitesses de descente très élevées qui peuvent être difficiles à maîtriser au moment de l'arrondi.

Rafales

Lors de l'approche pour un atterrissage par vent fort, la nécessité de réduire la vitesse d'approche diminue en fonction de la force du vent. Lorsque le vent souffle en rafales, il est recommandé d'accroître la vitesse d'approche d'une valeur égale à la moitié du «facteur de rafales». Par exemple, si le vent souffle en rafales de 15 à 25 kt, le facteur de rafales est de 10; par conséquent, une vitesse d'approche normale de 65 kt devra être augmentée à 70 kt afin de tenir compte des rafales. L'accroissement maximal de la vitesse est normalement limité à 10 kt; toute augmentation supplémentaire risque en effet d'entraîner une course à l'atterrissage extrêmement longue et, sur certaines pistes, il pourrait être impossible d'immobiliser l'aéronef avant de dépasser l'extrémité de la piste.

Prise de décision

Les atterrissages sur terrain court mettent au défi vos habiletés de prise de décision. Vous devez d'abord décider si la longueur de la piste justifie le recours à une technique spéciale. La plupart des terrains courts ont une surface gazonnée ou en gravier; vous aurez donc peut-être à inspecter le terrain avant de décider s'il convient

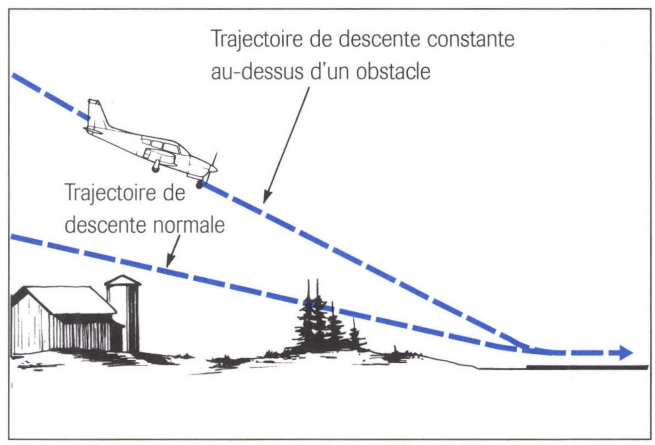


Figure 2-52 Comparaison des angles d'approche

de s'y poser. Vous devrez également tenir compte de la direction du vent, de la présence possible d'obstacles ou d'une pente de la surface d'atterrissage, ainsi que de la possibilité de turbulences, de cisaillement du vent ou de courants ascendants ou descendants. Si le terrain est très court, vous devez prévoir si vous serez en mesure de décoller par la suite, car la distance de décollage est généralement plus longue que la distance d'atterrissage. Enfin, si l'approche ne se déroule pas comme prévu, vous devrez décider tôt de faire une remise des gaz en vue d'une nouvelle tentative.

Atterrissages sur terrain mou et non aménagé

L'atterrissage sur un terrain mou ou non aménagé nécessite également que le poser des roues se fasse à la vitesse la plus basse possible, sans nuire à la sécurité. Aucune technique d'approche spéciale n'est requise. En supposant que la longueur de la piste ne pose pas de problème, une approche normale au moteur convient très bien, mais il faut faire attention au moment du poser des roues. L'utilisation d'un peu de puissance peut aider à obtenir un atterrissage en douceur. L'aéronef doit se poser dans une assiette de cabré, soit à peu près l'assiette pour un décrochage moteur réduit. Après le poser des roues, gardez la roue avant en l'air aussi longtemps que possible et utilisez avec précaution les freins pour éviter toutes charges excessives sur le train avant. Sur les aéronefs à roulette de queue, celle-ci doit toucher le sol en même temps que les roues principales ou juste avant et, pendant toute la course à l'atterrissage, vous devez maintenir la queue de l'aéronef basse à l'aide de la gouverne de profondeur.

L'aéronef décélère rapidement sur un terrain mou. Il peut arriver que vous deviez maintenir le manche complètement à l'arrière et que vous deviez augmenter la puissance pendant la décélération afin d'éviter que l'aéronef ne s'enfonce dans la surface molle ou qu'il capote.

Course à l'atterrissage

L'objectif de tout atterrissage est d'effectuer une course à l'atterrissage aussi courte que possible, dans la mesure où elle respecte les règles de la sécurité et le bon sens. À cet égard, il faut tenir compte de plusieurs facteurs qui peuvent allonger la course à l'atterrissage. Leur identification exige une observation avertie, et les ajustements adéquats nécessaires demandent un bon jugement et de l'habileté. Voici certains de ces facteurs :

Vent de travers. Les habiletés requises pour compenser le vent de travers ont été suffisamment évoquées dans le présent exercice ; toutefois, lorsqu'on envisage un atterrissage par vent de travers, il faut bien tenir compte de la réduction de la composante vent de face. En fait, avec des vents qui se situent entre 70° et 90°, d'autres particularités de pilotage peuvent obliger à prévoir une longueur de course à l'atterrissage semblable à celle qu'on envisagerait s'il n'y avait aucun vent.

Vents faibles ou variables. Dans ces conditions, il peut être sage de tenir compte d'une longueur de course à l'atterrissage semblable à celle que l'aéronef parcourrait par vent nul.

Vent arrière. Il peut arriver que vous n'ayez d'autre choix que de vous poser par vent arrière. Si les conditions le permettent, utilisez la technique d'atterrissage sur terrain court pour réduire la vitesse par rapport au sol au moment du poser des roues. Afin d'illustrer l'effet d'un vent arrière sur un aéronef léger donné effectuant un atterrissage normal sur une piste ferme, avec un pilote d'habileté moyenne aux commandes, considérez ce qui suit.

Les volets sortis au complet et un freinage modéré appliqué vers la fin de la course à l'atterrissage, un aéronef donné se posant à 60 kt avec un vent de face de 20 kt parcourra 800 pi (244 m) de course à l'atterrissage. Le même aéronef par vent arrière de 20 nœuds nécessitera une course à l'atterrissage de 1600 pi (488 m) avec un freinage modéré ou fort à partir du point situé à 800 pi (244 m). Lorsque vous devez absolument atterrir en vent arrière, rentrez les volets et réglez toutes les commandes au neutre dès que possible une fois l'aéronef franchement posé.

Pente de la piste. Lors de la construction d'un aéroport, l'ingénieur responsable fait tout ce qu'il peut pour obtenir une aire d'atterrissage sans la moindre pente ; toutefois, cela est presque impossible à faire et, dans de nombreux cas, la piste peut présenter une pente positive ou négative considérable. Cette situation peut être encore pire sur certaines pistes d'atterrissage ou terrains éloignés qui n'ont pas été spécialement conçus pour servir d'aires de manœuvre aux aéronefs. Même une pente descendante presque imperceptible peut augmenter considérablement la longueur de la course à l'atterrissage. Si la pente descendante est plus accentuée, tous les facteurs doivent être soigneusement évalués et la décision d'atterrir dans le sens de la « montée » peut être prise malgré un léger vent arrière. Certains des facteurs à considérer ici sont : le degré de la pente, la force du vent, la longueur de l'aire d'atterrissage, le type de surface et son état, les obstacles en approche, l'état du circuit de freinage ainsi que l'habileté et l'expérience du pilote.

Masse brute. Dans des conditions d'exploitation identiques, plus un aéronef est lourd, plus la course à l'atterrissage sera longue. Les raisons en sont fondamentales, mais il est surprenant de constater à quel point on les néglige lors de l'évaluation d'une aire très limitée en vue d'un atterrissage. Sans freinage, un aéronef léger en air calme (masse à vide de 1000 lb [454 kg], masse brute de 1500 lb [680 kg]) parcourra 5,3 po (130 mm) de plus par lb (0,45 kg) de charge supplémentaire entre sa masse à vide et sa masse brute. Un aéronef dans lequel le pilote est seul à bord avec la moitié du plein de carburant (plein total 70 gallons [265 litres]) roulera par exemple sur 500 pi [152 m] après s'être posé. Avec le plein complet de carburant et un passager (260 lb en plus [118 kg]), il parcourra 138 pi (42 m) supplémentaires. Dans des conditions normales, cela peut ne pas avoir trop d'importance, mais tel ne sera pas le cas s'il s'agit d'un terrain court, avec des obstacles en approche, une surface glissante et un vent léger et variable.

Surfaces en herbe. Une surface en herbe bien entretenue et de dimensions convenables, exempte de points mous, de creux ou de bosses, constitue sans doute l'une des meilleures surfaces d'atterrissage possible pour un aéronef léger. Ce type de surface facilite l'absorption du choc consécutif à un atterrissage dur et supporte mieux une insuffisance de compensation du vent de travers à l'atterrissage ou un freinage brutal et imprudent. Par ailleurs, l'herbe, même coupée ras, présentera une résistance importante au roulement, et cette résistance augmentera à mesure que l'aéronef ralentira. Le résultat final est qu'une surface en herbe, convenable par ailleurs, assurera une longueur de roulement beaucoup plus courte à l'atterrissage que celle à laquelle on pourrait s'attendre sur une surface ferme. Par contre, si vous atterrissez sur un terrain en herbe court et que vous prévoyez devoir freiner, il est également important de vous rappeler que, si l'herbe est mouillée ou même simplement humide de rosée, les roues patineront très facilement et perdront jusqu'à 30 % de leur efficacité de freinage par rapport à leur rendement sur une surface ferme mouillée. Une règle empirique consiste à considérer que plus l'herbe mouillée est verte, plus la surface est glissante. Précisons à titre d'exemple que des hydravions se sont posés et ont réussi à décoller sur de l'herbe grasse mouillée sur les flotteurs.

Aquaplanage sur pistes mouillées. Le phénomène d'aquaplanage se produit lorsque les pneus de l'aéronef sont complètement séparés de la surface de la piste par une pellicule d'eau. Ce phénomène se poursuit jusqu'à ce qu'une réduction de la vitesse permette aux pneus de reprendre contact avec la piste. Cette vitesse sera toutefois considérablement plus basse que la vitesse à laquelle l'aquaplanage se produit. Dans ces conditions, la traction des pneus est négligeable et les roues peuvent même s'arrêter complètement de tourner. Les pneus n'assurent donc aucun freinage et ils ne contribuent plus à la maîtrise en direction de l'aéronef. Il est alors impossible de prévoir de façon précise l'augmentation de la distance pour s'immobiliser, mais on estime que celle-ci pourrait être de l'ordre de 700 %. On sait de plus qu'un vent de travers de 10 kt sera suffisant pour faire dériver un aéronef à l'extérieur d'une piste de 200 pi (61 m) de largeur après un aquaplanage de quelque 7 secondes. Si vous soupçonnez un aquaplanage, relâchez immédiatement les freins, puis freinez de nouveau très légèrement. Vous pourrez augmenter progressivement la pression sur les freins à mesure que l'aéronef ralentira, mais soyez prêt à cesser le freinage pour freiner à nouveau aussi souvent qu'il sera nécessaire.

Brouettage. Au moment de l'atterrissage, vous devez faire attention de ne pas laisser le train avant, dans le cas d'un aéronef tricycle, toucher le sol le premier, ni en même temps que le train principal si l'on compense la dérive due à un vent de travers. Le train avant n'est pas conçu pour supporter la charge attribuable à l'impact à l'atterrissage, ni pour absorber les grosses irrégularités du sol qu'il pourrait rencontrer à la vitesse élevée d'atterrissage. Si le train avant est orientable, la roue risque d'être orientée d'un côté à la suite de la compensation de la dérive et, si elle touche la piste dans cette position à la vitesse d'atterrissage, ou l'aéronef risque de faire une embardée, ou le train avant peut être endommagé. La méthode recommandée pour poser un aéronef à train avant consiste à maintenir le train en l'air aussi longtemps que possible, à moins que ne surgissent des problèmes de maîtrise en direction de l'aéronef. Il ne faut pas poser ce type d'aéronef sur la piste à une vitesse excessive, mais dans des conditions de turbulence ou de rafales, vous pouvez abaisser le train avant plus tôt que d'habitude afin d'empêcher l'aéronef de déraper ou de reprendre l'air.

Vous vous souvenez peut-être que le brouettage est le phénomène qui se produit lorsque le train principal est peu chargé ou qu'il se soulève, alors que le train avant est fermement en contact avec la piste, ce qui lui fait supporter un pourcentage du poids supérieur à ce qu'il supporte normalement tout en assurant la totalité de l'orientation de l'aéronef. À la limite, il pourrait s'ensuivre une perte de maîtrise en direction en un point très critique de l'atterrissage. Le brouettage risque de se produire si le pilote se pose avec très peu ou pas du tout d'arrondi et qu'il tente de maintenir l'aéronef au sol en

exerçant une pression vers l'avant sur la commande de profondeur. Cela se produit souvent lorsque la vitesse d'approche est excessive et en particulier en configuration pleins volets. Par vent de travers, l'aéronef placé dans cette situation a tendance à pivoter rapidement autour du train avant, en effectuant une évolution très semblable au tête-à-queue d'un aéronef à roulette de queue. On reconnaît également le brouettage par le sautillement des roues, par une perte presque totale de l'efficacité des freins, ou par les deux phénomènes à la fois.

Des cas de brouettage se sont produits lors d'atterrissages par vent de travers d'aéronefs munis d'un train avant orientable, alors qu'on utilisait la technique de la glissade pour compenser le vent de travers. Sur de nombreux aéronefs d'entraînement, la roue du train s'oriente dans le sens des mouvements de la gouverne de direction, c'est pourquoi, au cours de ce type d'atterrissage, il faut manœuvrer le palonnier avec prudence au moment du toucher des roues ou juste avant.

Mesure corrective en cas de brouettage. Les mesures correctives à prendre dépendent d'un certain nombre de facteurs comme l'ampleur du phénomène, la compétence du pilote, la longueur de piste qui reste et les performances de l'aéronef. En tenant compte de ces facteurs, vous devez appliquer l'une des mesures correctives suivantes :

1. Coupez les gaz, ramenez la commande de profondeur à l'arrière de la position neutre afin d'alléger la charge sur le train avant et de revenir à des conditions normales d'orientation et de freinage. Si vous pouvez rentrer les volets sans danger, l'efficacité du freinage en sera améliorée sur piste sèche.
2. Si vous pouvez reprendre la maîtrise de l'aéronef et que les performances de l'aéronef ainsi que la longueur de piste qui reste le permettent, vous pouvez interrompre l'atterrissage et refaire un tour de piste.

Le tête-à-queue, qui se produit généralement sur les aéronefs à roulette de queue, se définit comme : « un virage brutal incontrôlable faisant suite à une embardée non corrigée (ou corrigée excessivement) à l'atterrissage (ou au décollage) ». Un virage non voulu pendant la manœuvre au sol d'un aéronef est généralement désigné par le terme embardée. Celle-ci peut être provoquée par l'une des causes suivantes :

1. l'aéronef se pose « en crabe » face au vent ;
2. l'aéronef se pose, alors qu'il dérive latéralement ;
3. un vent de travers agit sur le fuselage et le gouvernail de direction de l'aéronef, ce qui le fait pivoter face au vent par effet de girouette ;
4. le pilote laisse l'aile au vent se soulever, ce qui, combiné à l'effet de girouette sur la queue, cause une embardée dans le vent ;
5. le pilote maîtrise mal l'atterrissage sur les roues : lorsque la queue s'abaisse sur la piste, la maîtrise en direction passe du gouvernail de direction à la roulette de queue et, pendant la période de transition, il peut se produire une embardée au sol ;
6. le pilote corrige mal la dérive après un rebond, ce qui a le même effet qu'un atterrissage effectué avec dérive.

Pour empêcher une embardée de se transformer en tête-à-queue au sol sur un aéronef à roulette de queue, vous devez prévoir le phénomène et y réagir immédiatement. Gardez le manche à fond en arrière et appuyez sur la pédale de palonnier du côté opposé.

Si vous doutez du succès de l'atterrissage, ou si vous commencez à éprouver des ennuis, faites une remise des gaz, à condition d'être sûr d'avoir suffisamment de piste et d'espace libre devant vous pour le faire en toute sécurité. En cas de vent de travers soufflant en rafales, rentrez les volets dès que l'aéronef est fermement au sol. Les volets offrent une surface supplémentaire sur laquelle le vent de travers peut agir ; par conséquent, leur rentrée diminue la tendance à l'embardée.

Densité de l'air

Le manuel de vol de l'aéronef contient habituellement des tableaux qui indiquent les effets que l'altitude de l'aéroport et la température ambiante peuvent avoir sur la longueur de la course à l'atterrissage. L'*altitude-densité* est le facteur clé pour déterminer la longueur nécessaire de course à l'atterrissage ; ce sujet peut être revu en se reportant à l'exercice 16.

La longueur nécessaire à la course à l'atterrissage d'un aéronef est basée sur ses performances en atmosphère type, soit 29,92 po (1013,2 mbar) de mercure et une température ambiante de 15 °C. Les règles empiriques concernant l'effet des écarts de température et de pression par rapport à l'atmosphère type sont les suivantes :

1. si l'air est plus chaud, la course à l'atterrissage sera plus longue ;
2. si l'altitude de l'aérodrome est plus élevée, la course à l'atterrissage sera plus longue ;
3. si l'air est plus chaud et si l'aérodrome est plus élevé, la course à l'atterrissage sera encore plus longue.

Atterrissage sur les roues

À mesure que vous prendrez de l'expérience, vous constaterez que la capacité d'atterrir sur les roues

principales d'un aéronef à roulette de queue pourra se révéler avantageuse pour certains types spécifiques d'aéronefs ou dans certaines conditions d'atterrissage. L'approche doit être normale, avec ou sans moteur, selon les conditions qui prévalent, jusqu'au point d'arrêt de la descente. Vous devez alors diminuer la vitesse jusqu'à ce que l'aéronef s'enfonce. À ce moment-là, réglez la puissance afin de descendre dans une assiette presque horizontale à faible vitesse (environ 100 à 300 pi [30 à 90 m] par minute). Vous n'aurez pas le loisir de surveiller le variomètre pendant cette étape de l'atterrissage, mais avec de l'entraînement vous pourrez facilement estimer le taux de descente. Un taux de descente élevé peut causer un impact brutal, suivi d'une rotation vers le bas de la queue sous la force de l'inertie et d'un rebond subséquent de l'aéronef dans les airs. Vous ne devez faire que de petites corrections sur les commandes pendant que l'aéronef s'enfonce afin d'assurer une descente graduelle et afin de maintenir l'aéronef à l'horizontale. Lorsque les roues du train principal touchent la surface en douceur, exercez une pression légère, mais ferme sur le manche vers l'avant afin de maintenir les roues sur la piste et de diminuer l'angle d'attaque. Vous devez maintenir l'aéronef sur les roues du train principal, presque à l'horizontale, jusqu'à ce qu'il ait suffisamment ralenti pour que vous puissiez avoir une pleine maîtrise dans une assiette à trois points dans les conditions qui prévalent.

À mesure que la vitesse diminue pendant la course à l'atterrissage, l'aéronef à roulette de queue atteint un point de transition où le gouvernail de direction perd toute efficacité. À ce moment, la roulette de queue doit se trouver franchement et fermement en contact avec le sol afin que le pilote puisse maîtriser la direction de l'aéronef grâce au mécanisme d'orientation de la roulette de queue. Gardez le manche complètement vers l'arrière jusqu'à ce que l'aéronef ait dégagé la piste et qu'il se trouve en position de circulation au sol.

Rattrapage après de mauvais atterrissages

Il ne faut pas grand-chose pour transformer un atterrissage prometteur en atterrissage raté. Le déroulement des événements commence souvent par une approche médiocre, puis il suffit d'une rafale, ou d'une tendance à corriger excessivement l'aéronef, ou encore de faire le toucher des roues, alors que la vitesse est trop élevée. Toutes les combinaisons de ces facteurs sont possibles, et le pilote doit alors reconnaître rapidement la situation et bien manœuvrer l'aéronef pour faire le rattrapage.

Vous devez d'abord reconnaître que la situation nécessite une mesure corrective. Vous avez alors le choix. Vous pouvez faire une remise des gaz ou vous pouvez poursuivre l'atterrissage. Dans une certaine mesure, votre choix dépendra de la vitesse, de la hauteur de l'aéronef et de votre propre habileté.

Un aéronef peut se poser et reprendre immédiatement l'air à quelque 2 ou 3 pi (env. 1 m) au-dessus de la piste, ou encore à 10 ou 20 pi (de 3 à 6 m). L'aéronef peut « remonter », c'est-à-dire que l'avion reprend de l'altitude à cause de corrections excessives ou à cause d'une rafale survenue pendant l'arrondi. Vous pouvez également faire l'arrondi trop haut. Dans toutes ces situations, l'aéronef se déplace à proximité du sol à une vitesse très basse qui continue de diminuer.

Lorsque vous vous rendez compte que l'atterrissage se déroule mal, maintenez la position de la commande de profondeur. Ne changez pas cette position pendant le temps nécessaire pour évaluer la situation. Quoi qu'il arrive, *n'exercez pas* immédiatement de pression vers l'avant. Cela n'aurait pour effet que de causer une perte immédiate de portance, d'accélérer le taux de descente et de provoquer un contact brutal avec le sol, probablement dans une assiette où le train avant risque d'être endommagé. Si vous êtes aux commandes d'un aéronef à roulette de queue, il y aura probablement une série de rebonds causés par des corrections excessives et chaque atterrissage sera pire que le précédent.

Après avoir maintenu la commande de profondeur, et si vous jugez que la reprise d'altitude n'est pas grave, peut-être de 5 pi (1,5 m) ou moins, vous pouvez attendre que l'aéronef s'enfonce avant de poursuivre l'atterrissage. Rappelez-vous que la vitesse continue de diminuer. Lorsque vous serez prêt à poursuivre l'arrondi, vous devrez faire des mouvements plus amples sur les commandes pour arrêter la descente. Toutefois, si vous percevez que vous êtes plus haut, remettez les gaz, conservez la maîtrise de l'aéronef et abaissez lentement le nez de l'aéronef de la même manière que pour une récupération en vol lent. Évitez de corriger de façon excessive. Faites les petits réglages nécessaires pour freiner la descente. Même si l'aéronef se pose brutalement, dans la mesure où il atterrit sur le train principal, il est peu probable que l'aéronef soit endommagé.

Pendant que vous prenez des mesures correctives, vous ne devez pas oublier de continuer à éliminer la dérive.

En cas de doute sur la sécurité de l'atterrissage, vous devez faire une remise des gaz. Toutefois, comme

vous pouvez vous trouver dans la plage de vol lent, vous devez prendre des précautions. Vous devez mettre immédiatement, quoique graduellement, les pleins gaz tout en maîtrisant les mouvements de lacet. Vous devez régler le réchauffage du carburateur à froid et rentrer graduellement les volets en suivant la procédure décrite dans le manuel de vol.

Remise des gaz

La décision de remettre les gaz à la suite d'une mauvaise approche ou d'un mauvais atterrissage repose sur le pilote. Occasionnellement, cependant, la tour de contrôle peut vous demander de refaire un tour de piste. La tour donnera normalement l'instruction suivante : « Remontez et faites un circuit. »

Dès que vous avez décidé de remettre les gaz, mettez pleins gaz et accélérez en palier jusqu'à une vitesse sûre de montée, rentrez ensuite les volets selon les besoins reliés au type d'aéronef, et cabrez l'aéronef jusqu'à l'assiette de montée. Gardez une trajectoire rectiligne pendant la remise des gaz et compensez grossièrement afin d'enlever la pression sur le manche. Commencez la montée et, une fois que vous avez repris la pleine maîtrise de l'aéronef, rentrez les volets, prenez la vitesse de montée et compensez de nouveau.

Si une mauvaise approche, un mauvais arrondi ou un mauvais atterrissage est à l'origine de la remise des gaz et que le reste de la piste est libre de tout aéronef, il est permis de monter droit devant. Par contre, si vous avez été forcé pour une raison ou une autre de remettre les gaz pendant l'approche, il vous sera difficile de voir devant et au-dessous. Déplacez-vous graduellement à droite de l'axe de la piste, et suivez une trajectoire de montée parallèle à la piste tout en surveillant la circulation éventuelle, en particulier les aéronefs qui pourraient décoller et grimper à côté du vôtre.

En règle générale, si le réchauffage du carburateur a été mis en marche pendant l'approche à l'atterrissage, il faut le couper dès que possible après la remise des gaz. Néanmoins, il faut se guider à cet égard sur les consignes du manuel de vol de l'aéronef ou sur les règles édictées par l'unité de formation au pilotage, ou les deux.

Turbulence de sillage

La turbulence de sillage produite par les gros avions qui précèdent doit être évitée par les aéronefs légers à tout moment, et plus particulièrement pendant les approches et les atterrissages.

Les tourbillons étant soumis à de nombreux facteurs variables (dimensions, poids et vitesse de l'avion qui les engendre ainsi que conditions atmosphériques), il est impossible de prévoir leur présence avec précision. Cependant, il faut se rappeler que les tourbillons sont emportés par le vent et qu'ils subissent un mouvement descendant lorsqu'ils sont en altitude et un mouvement en s'éloignant latéralement à proximité du sol par effet de coussin.

1. Si vous devez manœuvrer derrière un gros avion lourd, maintenez-vous au-dessus de sa trajectoire de vol.
2. En vous préparant à atterrir, rappelez-vous que la turbulence de sillage d'un avion qui vous précède sera maximale :
   a) juste avant le point de toucher des roues d'un avion à l'atterrissage ;
   b) au point de décollage d'un avion au départ.
3. À l'atterrissage, la meilleure façon d'éviter la turbulence de sillage consiste à :
   a) prévoir l'approche, si vous suivez un avion qui vient juste de partir, afin de vous poser près du seuil de la piste, de façon à être au sol avant d'avoir atteint le point où l'avion précédent a décollé ;
   b) prévoir l'approche, si vous suivez un avion qui vient juste d'atterrir, de façon à rester au-dessus de sa trajectoire de vol et de ne toucher la piste qu'après son point de toucher des roues (figure 2-53).
4. N'oubliez pas que, même après avoir reçu une autorisation de décoller ou d'atterrir, si vous pensez qu'il est plus sûr d'attendre, d'utiliser une autre piste ou de modifier la manœuvre prévue, vous pouvez toujours demander une autorisation modifiée au contrôleur.

Illusions d'optique

Les illusions d'optique sont fréquemment mentionnées par les enquêteurs comme facteurs contribuant à des accidents survenus en approche et à l'atterrissage. Comment se produisent ces illusions ? La recherche a jeté une certaine lumière sur ces phénomènes.

En approche d'une piste, vous utiliserez normalement divers indices pour déterminer votre trajectoire de descente. Un repère important est l'angle visuel entre le point de visée sur la piste et l'horizon. Cet angle est égal à l'angle d'approche.

Si l'horizon n'est pas visible, à cause d'une mauvaise visibilité ou de l'obscurité, vous pouvez utiliser divers autres moyens pour estimer votre position. Votre perspective de la forme de la piste constitue l'un de ces moyens (figure 2-50). Le prolongement imaginaire des

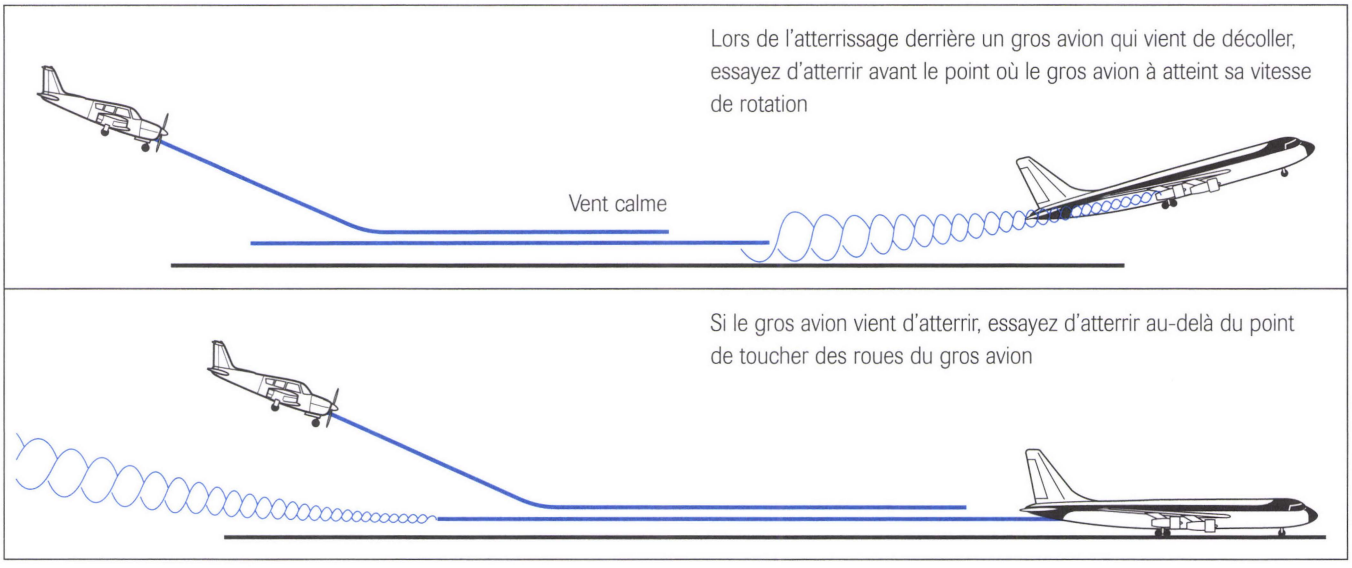


Figure 2-53 Atterrissage derrière un gros avion

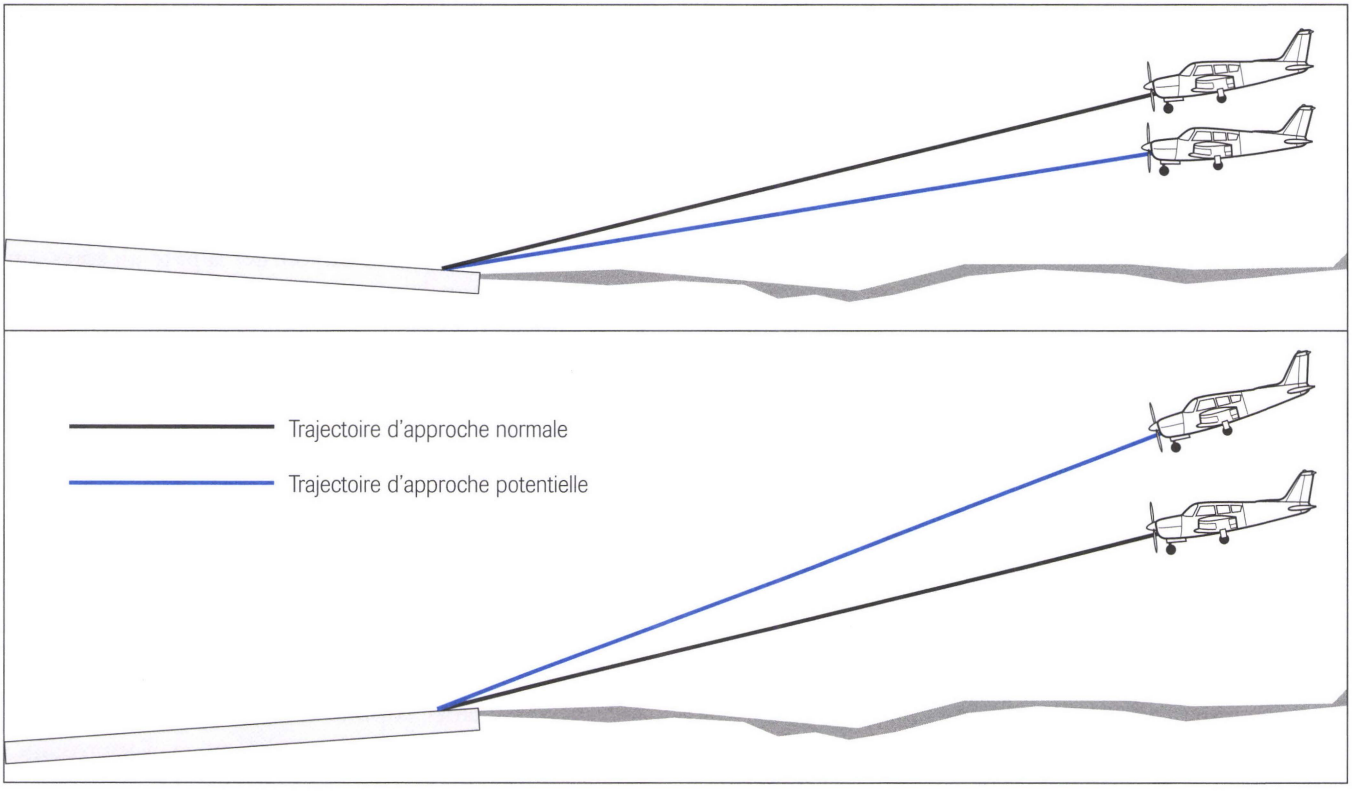


Figure 2-54 Illusion causée par une piste en pente

côtés de la piste se rejoint à l'horizon, et la texture de la surface ainsi que les objets de l'environnement immédiat laissent également imaginer l'emplacement de l'horizon. Toutefois, ces repères ne sont précis que si le terrain et la piste sont de niveau. Un terrain et une piste en pente peuvent vous induire en erreur sur l'emplacement de l'horizon et vous faire exécuter une approche à pente trop ou pas assez prononcée pour assurer la sécurité.

Même une légère ascendance de la piste peut vous donner l'illusion d'être trop haut et vous faire exécuter une approche à pente plus faible que la normale. Cette situation peut vous placer dangereusement près des obstacles sur la trajectoire d'approche et peut vous faire atterrir avant le seuil de piste (figure 2-54).

De même, lorsque la pente s'incline vers le bas par rapport à votre aéronef à l'atterrissage, vous risquez d'effectuer une approche à pente plus forte que la

normale. Un terrain en pente sur la trajectoire d'approche vers la piste peut produire le même effet trompeur qu'une piste en pente. En outre, il arrive souvent que le terrain d'approche et la piste présentent une pente dans la même direction, alors ces deux effets différents s'additionnent.

Lorsque l'approche se fait au-dessus d'un plan d'eau, d'un terrain enneigé ou sans relief, ou encore au-dessus d'une surface plongée dans l'obscurité, le pilote a tendance à effectuer une approche plus basse que la normale. Les facteurs qui nuisent à la visibilité comme la pluie, le brouillard ou un environnement de piste dans l'obscurité peuvent produire le même effet.

Une piste vivement éclairée et des feux d'approche peuvent vous donner l'illusion que l'aéroport est plus près qu'il ne l'est en réalité. Il peut en résulter une descente prématurée, mais tout dépend de votre perception de la situation et de la présence d'autres illusions.

Un terrain environnant escarpé peut vous donner l'illusion d'être trop bas et peut vous amener à effectuer une approche en pente raide.

Pour réussir les phases d'arrondi et de toucher des roues à l'atterrissage, vous devez bien évaluer la hauteur. Pour ce faire, vous utiliserez probablement un certain nombre de repères. Ceux-ci comprennent la vitesse apparente, la texture apparente du sol et la dimension d'objets connus. Lorsque vous ne disposez pas de ces repères à cause d'une approche au-dessus d'un plan d'eau, d'un terrain enneigé ou sans relief, ou à cause de l'obscurité, il est possible qu'il ne vous reste qu'un seul indice pour fonder votre jugement, par exemple, la largeur de la piste.

Si vous êtes habitué à une piste de 100 pi (30 m) de largeur et que vous faites une approche vers une piste plus étroite, disons de 50 pi (15 m), la cible plus petite peut vous donner l'illusion que vous êtes plus haut que vous ne l'êtes en réalité, et vous faire descendre à une altitude inférieure à la normale avant l'arrondi. Si vous ne corrigez pas cette erreur à temps, vous risquez de faire un atterrissage dur.

Inversement, si la piste étrangère est beaucoup plus large, disons 150 pi (45 m), vous pouvez avoir l'impression d'être plus bas que vous ne l'êtes en réalité. Cette illusion pourrait vous faire effectuer un arrondi à une altitude supérieure à la normale, et pourrait également provoquer un atterrissage dur.

Pour éviter les illusions d'optique, vous devez d'abord vous rendre compte qu'il s'agit d'un phénomène normal qui touche tous les pilotes. Les illusions proviennent de la façon dont le cerveau humain traite les données qui lui parviennent — visuelles et autres. Par conséquent, vous devez comprendre la nature des illusions et les situations où elles risquent le plus de se produire.

Lorsque vous prévoyez que des conditions d'illusion seront présentes, une bonne mesure préventive consiste à compléter les repères visuels par des renseignements provenant d'autres sources. Lorsque vous devez faire des approches à vue vers des aérodromes inconnus, prenez note des dimensions et des conditions du terrain des aérodromes de destination lors de la planification du vol. Prévoyez vous servir d'aides visuelles comme les feux d'indicateur visuel de pente d'approche (VASIS) s'il y en a. Il est souvent utile de survoler un terrain inconnu avant d'effectuer l'approche en vue de l'atterrissage et de s'assurer ainsi de suivre un circuit normal. Il est fréquent que des éléments comme la pente d'une piste ne puissent être jugés avec exactitude du haut des airs, mais le fait de connaître la situation et de prévoir un phénomène d'illusion et ses conséquences vous aidera grandement à choisir la façon la plus sûre d'y faire face.

Posé-décollé

Pour économiser du temps de vol, on a souvent recours aux *posés-décollés* pendant les différents stades de l'entraînement. Au cours de cette manœuvre, vous devez effectuer un décollage pendant que l'aéronef se trouve encore dans sa course à l'atterrissage. Cela signifie que les éléments essentiels des vérifications avant décollage doivent être exécutés pendant que l'avion se déplace sur la piste. Avant d'entreprendre les vérifications de poste de pilotage, assurez-vous que vous maîtrisez parfaitement l'aéronef en mode d'atterrissage. Les éléments essentiels des vérifications avant décollage lors d'un posé-décollé sont les suivants :

1. volets rentrés (ou en position de décollage) ;
2. compensation réglée pour le décollage ;
3. réchauffage du carburateur sur « froid » ;
4. pleine puissance (ou régime de décollage).

En cas d'évolution à un aéroport contrôlé, l'autorisation normale d'atterrissage vous est donnée compte tenu du fait que vous atterrirez et quitterez la piste. Si vous avez l'intention d'effectuer un posé-décollé, vous devez obtenir l'autorisation préalable de la tour de contrôle. Cette autorisation se dira à peu près comme suit : « autorisé à faire un posé-décollé ».

Dégagement de la piste

Sauf en cas d'instructions spéciales de l'ATC, on s'attend à ce que vous poursuiviez la course dans le sens de l'atterrissage jusqu'à la voie de circulation appropriée la plus proche et que vous quittiez la piste sans délai. Nul ne doit quitter une piste pour se

rendre sur une autre piste sans en avoir reçu l'instruction ou l'autorisation de l'ATC. Au besoin, l'ATC vous donnera des instructions sur la façon de quitter la piste. L'ATC vous donnera normalement ces instructions avant l'atterrissage ou pendant la course à l'atterrissage. Après un atterrissage sur une piste sans issue, l'ATC vous donnera normalement l'instruction de « circuler à contresens ». Après avoir quitté la piste, sauf en cas d'instructions contraires de l'ATC, vous devez poursuivre votre circulation jusqu'aux lignes de position d'attente de circulation ou jusqu'à un point situé au moins à 200 pi (60 m) du bord de la piste lorsqu'il n'y a aucune ligne de position d'attente de circulation. On ne considère pas que l'avion a quitté la piste avant que toutes ses parties aient franchi la ligne de position d'attente de circulation ou la distance de 200 pi (60 m).

Exploitation des pistes qui se croisent (SIRO)

Les procédures ATC permettent l'exploitation simultanée des pistes qui se croisent. Elles ont été établies afin d'augmenter la capacité du trafic aux aéroports. Par exemple, un aéronef qui atterrit sur une piste recevra l'autorisation d'atterrir et d'attendre à l'écart avant l'intersection lorsqu'un autre est en approche pour l'atterrissage ou lorsqu'un aéronef a commencé sa course au décollage sur une piste qui croise l'autre. Si le pilote ne peut respecter les conditions de l'autorisation, il ne doit pas l'accepter. Il est important de connaître les performances de votre aéronef ainsi que vos habiletés en tant que pilote lorsque vous déterminez votre capacité de respecter ces autorisations. Il existe plusieurs conditions qui régissent l'exploitation simultanée des pistes qui se croisent. Ces dernières se trouvent dans la section RAC de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada.

EXERCICE DIX-NEUF

Premier vol en solo

Le premier vol en solo est une étape mémorable dans votre carrière de pilote. Vous ne l'oublierez jamais, et il est tout à fait normal de l'attendre avec impatience. Toutefois, n'exagérez pas son importance. Ce qui est important, ce n'est pas tant le moment où vous partez en solo, mais plutôt ce que vous savez et ce que vous pouvez faire correctement à ce stade de l'instruction. Le vol en solo n'est qu'une autre étape du processus ordonné de la formation au pilotage, l'étape où vous commencez réellement à apprendre.

Le total d'heures d'entraînement en double commande nécessaire avant d'effectuer un vol en solo ne constitue pas un indice de vos aptitudes. Les capacités d'assimilation varient selon chacun et, très souvent, l'élève qui apprend lentement devient finalement le meilleur pilote.

Avant de pouvoir effectuer votre premier vol en solo, vous devrez prouver à votre instructeur que vous êtes en mesure :

1. de décoller et d'atterrir selon la technique convenant à la surface de la piste et au vent ;
2. d'effectuer des circuits précis tout en vous maintenant assez loin des autres aéronefs ;
3. de corriger un atterrissage qui risque d'être mauvais et de juger à quel moment il faut faire un tour de piste pour le reprendre ;
4. de reconnaître si vous allez dépasser une zone de toucher prédéterminée ou atterrir avant d'atteindre cette zone et de prendre des mesures correctives le plus tôt possible ;
5. de vous servir efficacement de la radio là où il y a contrôle de la circulation aérienne et, en cas de panne de communication, vous devez lui prouver que vous connaissez les procédures d'urgence à suivre ainsi que la signification des signaux lumineux qui pourraient vous être adressés à partir de la tour de contrôle ;
6. d'utiliser les bonnes techniques de remise des gaz ;
7. de vous rendre compte de l'importance d'une surveillance extérieure vigilante maintenant que vous êtes le seul occupant de l'aéronef ;
8. d'effectuer un atterrissage forcé à partir de n'importe quel point du circuit en cas de panne moteur ;
9. d'appliquer les mesures d'urgence qui se trouvent dans le manuel de vol de l'aéronef ;
10. d'ajuster correctement votre circuit en cas de changement de la piste en service après que vous avez décollé.

Comme pilote commandant de bord, vous êtes responsable de l'exploitation et de la sécurité de l'aéronef lorsque vous volez en solo. Toutefois, pour ce premier vol en solo, l'instructeur s'assurera que les conditions sont convenables et que des précautions sont prises. Par exemple :

1. s'assurer que l'aéronef a suffisamment de carburant pour le vol en solo projeté et qu'il y a une réserve de carburant suffisante en cas de retard ou de remise des gaz ;
2. ne permettre le vol que s'il y a suffisamment de lumière du jour pour terminer le vol et allouer une marge de temps généreuse en cas de circuits additionnels résultant de l'achalandage, de la remise des gaz, etc. ;
3. s'assurer que le premier vol en solo n'est effectué que si les conditions météorologiques sont favorables et qu'elles persisteront ;
4. choisir un moment où le trafic aérien est léger ;
5. s'assurer que le vol en solo ne suit pas une longue séance d'entraînement en double commande.

Fixez solidement la ceinture du siège vide.

En solo, le décollage et la montée se feront plus rapidement en raison de l'absence du poids de l'instructeur. Plusieurs élèves ont remarqué qu'il s'agissait là de la particularité la plus saisissante de leur premier vol en solo : ils ne s'attendaient pas à la soudaineté avec laquelle l'aéronef bondissait en vol.

Comme l'aéronef est relativement léger, il nécessitera moins de puissance pour maintenir un taux de descente donné. Aussi, après l'arrondi précédant l'atterrissage, l'aéronef aura tendance à « flotter » plus longtemps avant de poser les roues et risque d'être plus sensible aux rafales au cours des premiers moments de la course au décollage.

De nouvelles manœuvres et procédures s'ajouteront à mesure que les progrès le permettront, et d'autres périodes de vol en solo seront prévues et autorisées. Des exercices spécifiques sur les procédures que vous avez vues aux premiers stades de votre formation seront aussi inclus. Lorsque vous êtes autorisé à voler en solo pour vous exercer à des manœuvres précises, il est important que vous vous appliquiez au travail ; vous aurez amplement le temps de faire du tourisme ou des vols récréatifs une fois l'entraînement en vol terminé. La perfection technique est l'objectif auquel vous voulez arriver le plus tôt possible. Par conséquent, après le premier vol en solo, vous devez consacrer tous vos prochains vols en solo à l'amélioration de la précision, de la coordination, de l'orientation et du jugement.

EXERCICE VINGT

Illusions créées par la dérive

Il arrive parfois qu'on doive manœuvrer un aéronef relativement près du sol, par exemple au cours d'un atterrissage forcé, lorsqu'on exécute les procédures pour un atterrissage de précaution ou si les conditions météorologiques se sont détériorées. Dans ces situations, il est très important que vous puissiez reconnaître et comprendre les illusions créées par la dérive (figure 2-55).

Une fois que l'aéronef est en vol, il entre dans un milieu dans lequel le mouvement n'a presque plus de rapport avec ceux qui se produisent au sol. Dès que l'aéronef quitte la surface, il n'y a plus de vent, dans le sens que nous donnons normalement à ce mot. L'aéronef pénètre plutôt dans une masse d'air et, pendant qu'il est en vol, ses mouvements sont directement liés à la vitesse et à la direction du déplacement de cette masse d'air.

Pendant un vol aux altitudes normales, le déplacement d'un aéronef par rapport au sol semble relativement lent, même si la vitesse est assez élevée. Cependant, lorsque l'aéronef vole plus près du sol, le déplacement par rapport au sol devient plus évident, et lorsque le vent est fort, des illusions peuvent être créées. Si elles sont mal interprétées, ces illusions peuvent donner lieu à des conditions de vol dangereuses.

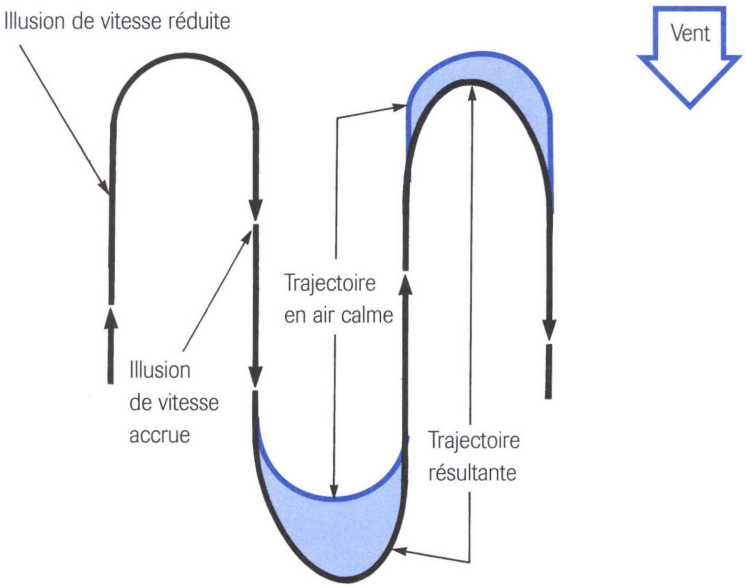
Quand la visibilité est bonne, un vol effectué à des altitudes inférieures à la normale peut se dérouler à la vitesse de croisière normale. Toutefois, s'il faut voler près du sol alors que la visibilité est réduite, il est habituellement sage de réduire la vitesse. Lorsqu'on vole à des vitesses réduites près du sol, on devrait sortir les volets partiellement pour obtenir une vitesse de vol inférieure, un plus faible rayon de virage pour éviter les obstacles et une meilleure visibilité en raison de l'abaissement du nez de l'appareil. L'augmentation de la puissance, nécessaire à cause de la sortie des volets, améliorera aussi la maîtrise de l'avion, en raison du souffle accru de l'hélice sur la gouverne de profondeur et le gouvernail de direction.

Pour vous faire expérimenter les illusions créées par la dérive, votre instructeur choisira un jour où le vent souffle assez fort pour que vous puissiez en discerner les effets. Lorsqu'on vole face au vent, la réduction de la vitesse par rapport au sol est remarquable. On note très bien l'augmentation de la vitesse par rapport au sol lorsqu'on vole vent arrière. On peut même être tenté de réduire la vitesse, ce qui, à la limite, pourrait mener à un décrochage. Lorsqu'on vole par vent de travers, la dérive latérale par rapport au sol est très évidente, surtout si l'aéronef suit une route droite ou une ligne de démarcation.

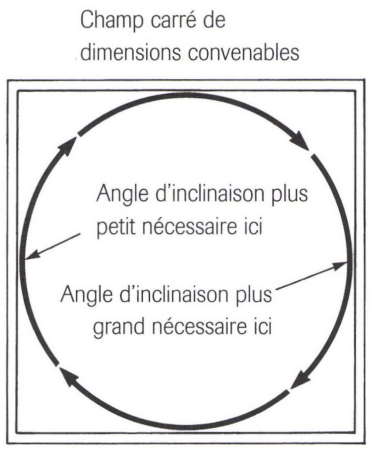
Lorsqu'on passe de vent de face à vent arrière pendant un virage, la dérive au-dessus du sol nous porte à croire que l'aéronef glisse vers l'intérieur, même si le virage est précis et bien coordonné. Cette impression est une illusion qu'il ne faut pas chercher à corriger à l'aide du gouvernail de direction. Un coup d'œil à la bille centrée de l'indicateur de virage vous confirmera qu'il n'y a aucune glissade en cours. Par contre, la dérive, elle, est très réelle, et il faut disposer de suffisamment d'espace lorsqu'on passe de vent de face à vent arrière s'il y a un obstacle à l'intérieur du virage. De même, lorsqu'on passe de vent arrière à vent de face, l'aéronef semble déraper vers l'extérieur, alors que la bille est centrée. C'est également une illusion, mais ici aussi la dérive est réelle, et il faut beaucoup d'espace entre l'aéronef et les obstacles qui se trouvent à l'extérieur du virage.

N'oubliez pas : plus faible est la vitesse, plus grande est l'illusion de dérapage et de glissade associée à une vitesse de vent donnée.

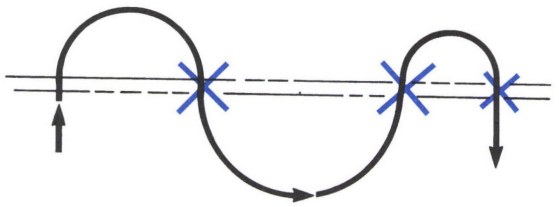
Vol à basse altitude. Plus vous volez près du sol, plus grande est l'illusion. Dans ces cas, on ne peut pas



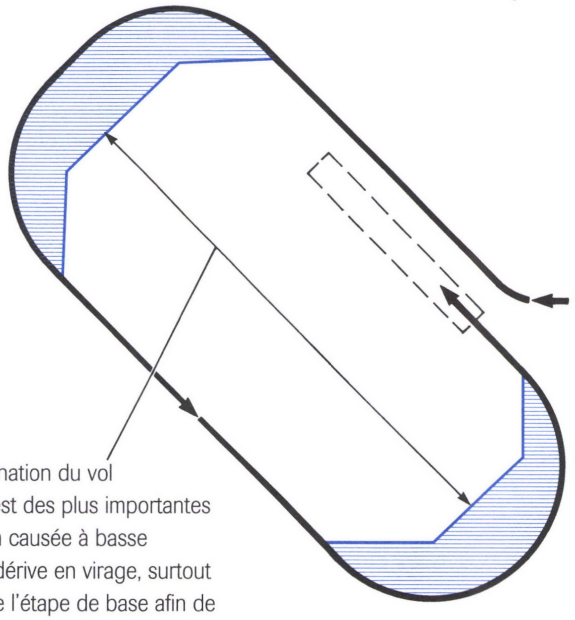
Illusions d'augmentation et de diminution de la vitesse ; illusions en virage ; effet sur la trajectoire de vol lorsqu'on maintient un angle d'inclinaison constant



Manœuvre par rapport au sol : exécution d'un cercle en compensant la dérive par une variation de l'angle d'inclinaison, l'altitude et la vitesse demeurant constantes



Manœuvre par rapport au sol : virages de 180° coupant une ligne de référence ou une ligne de points irrégulièrement espacés, la vitesse et l'altitude étant constantes. Il faut faire varier les angles d'inclinaison pour obtenir le rayon de virage nécessaire au franchissement de chacun des points successifs



Zones où la coordination du vol pendant le virage est des plus importantes à cause de l'illusion causée à basse altitude. Prévoir la dérive en virage, surtout lorsqu'on tourne de l'étape de base afin de s'aligner pour l'approche finale

Circuit à basse altitude : application pratique des principes inculqués dans cet exercice lorsqu'un plafond bas nécessite un circuit à basse altitude

Figure 2-55 Exemples d'illusions et d'effets de la dérive en virage par forts vents

accorder beaucoup d'importance aux instruments. Il importe donc au plus haut point de comprendre les fausses impressions que peut donner la vue du sol. Il faut prendre garde non seulement aux autres aéronefs, mais aussi aux obstacles élevés, ce qui, dans les circonstances, augmente considérablement les risques. Il faut rester constamment vigilant.

Comme l'altimètre de l'aéronef indique la hauteur de ce dernier au-dessus du niveau de la mer et non sa hauteur au-dessus du sol, il est très important de surveiller très attentivement le relief du sol et d'apprendre à estimer la hauteur de survol. On peut mieux juger des hauteurs en regardant loin devant soi.

Lecture des cartes. Lorsque vous volez à des altitudes inférieures à la normale, il est plus difficile de lire des cartes à cause de la surface réduite du sol visible et du peu de temps dont vous disposez pour identifier les repères au sol.

Détails à ne pas oublier

Lorsque vous volez près du sol :

1. conservez une vitesse de sécurité ;
2. effectuez des virages avec précision, malgré l'illusion créée par la dérive ;
3. conservez une hauteur sécuritaire au-dessus du relief du sol ;
4. exercez une bonne surveillance extérieure ;
5. n'effectuez pas de virages trop serrés ;
6. n'importunez pas les autres et n'effrayez pas les animaux de ferme.

Cet exercice ne doit jamais être pratiqué en l'absence d'un instructeur de pilotage à bord de l'aéronef. Les restrictions locales et le *Règlement de l'aviation canadien* déterminent la hauteur et la zone appropriées pour l'exercice.

EXERCICE VINGT ET UN

Atterrissage de précaution

L'objet de l'exercice consiste à réussir un atterrissage à un endroit où l'on a des doutes sur le caractère adéquat de la surface d'atterrissage ou pour lequel on ne dispose pas d'information préalable. Par conséquent, le pilote doit inspecter visuellement l'endroit et la surface pour obtenir suffisamment de renseignements afin de prendre les bonnes décisions au moment de l'entrée en circuit et des procédures d'approche et d'atterrissage.

Chaque année, de nombreux atterrissages sont effectués à des endroits qui n'offrent pas de services consultatifs ou pour lesquels aucune information n'est publiée. Les pilotes qui prévoient voler dans ces endroits doivent trouver d'autres sources d'information qui leur permettront de prendre les bonnes décisions et d'effectuer un atterrissage sûr et efficace. Dans certains cas, cette information n'est visible qu'une fois en vol.

Des atterrissages de précaution peuvent être effectués lorsqu'on prévoit se poser à un endroit sur lequel on a peu d'information, à la suite de changements imprévus pendant le vol ou dans des situations anormales ou même critiques. En cas de situation anormale ou critique, il est préférable que le pilote entame le plus tôt possible son atterrissage de précaution. Si le pilote trouve et inspecte un lieu d'atterrissage le plus tôt possible, moins grands sont les risques qu'il se retrouve pressé par d'autres inconvénients, comme une détérioration de l'état de l'aéronef, un temps qui se gâte ou d'autres facteurs.

Une fois la décision prise d'effectuer un atterrissage de précaution, le pilote devrait faire tous ses appels radio et toutes ses vérifications du poste de pilotage alors qu'il se trouve encore en altitude, afin que ces mesures n'entravent pas par la suite l'inspection du lieu d'atterrissage.

Bien que ce chapitre suggère des procédures à suivre (voir ci-après), les pilotes doivent comprendre qu'il n'y a pas deux atterrissages de précaution qui soient identiques. Le vent peut être différent. L'ennuagement peut varier. La visibilité peut changer. En cas de situation critique, l'urgence de l'atterrissage ajoute à la pression existante. Pour réussir un atterrissage de précaution, le pilote doit bien maîtriser son aéronef, mais il doit aussi connaître les procédures et le terrain.

Un atterrissage de précaution est une excellente occasion de solliciter des compétences nouvelles ou préalablement acquises. Pour que cet exercice soit profitable, le pilote doit posséder les compétences de base en pilotage qui sont associées aux procédures de circuit et à tous les types d'atterrissage.

Dans sa forme la plus simple, un atterrissage de précaution comprend deux parties (figure 2-56) :

1. un circuit normal menant à une approche à basse altitude au-dessus du lieu d'atterrissage projeté pour permettre d'inspecter visuellement l'endroit ;
2. un autre circuit normal se terminant par un atterrissage en toute sécurité.

Lorsqu'on inspecte le lieu d'atterrissage, il faut envisager et évaluer les facteurs suivants.

Vitesse du vent

La fumée donne une bonne indication de la vitesse du vent. La poussière est soulevée par le vent. Les hautes herbes et les moissons ondoient dans la direction du vent. Les plans d'eau face au vent présentent habituellement une surface plus lisse, et des lignes de vent y sont évidentes par vent fort. Les arbres à feuilles caduques présentent souvent le dessous blanc ou argenté de leurs feuilles par vent de face.

En l'absence de toute indication de vent, vous devrez faire la meilleure estimation possible. Pour ce faire, rappelez-vous les conditions du vent à votre point de départ et la prévision pour votre destination. Tenez

compte de la vitesse par rapport au sol et de la dérive en vol pour évaluer le vent en altitude. Puis comparez le vent en vol avec ce qui serait prévu au sol.

Lieu d'atterrissage

Pour poser un avion en toute sécurité, vous avez besoin d'une surface qui est :

1. suffisamment longue ;
2. régulière et ferme ;
3. la plus horizontale possible ;
4. exempte d'obstacles ;
5. dans le vent, autant que possible.

Le transport, les installations de communication et le besoin d'assistance peuvent entrer en ligne de compte dans le choix d'un lieu d'atterrissage.

Vous voudrez sans doute décoller de ce lieu d'atterrissage par la suite. Donc, dans la mesure du possible, vous aurez besoin d'un terrain qui se prête au

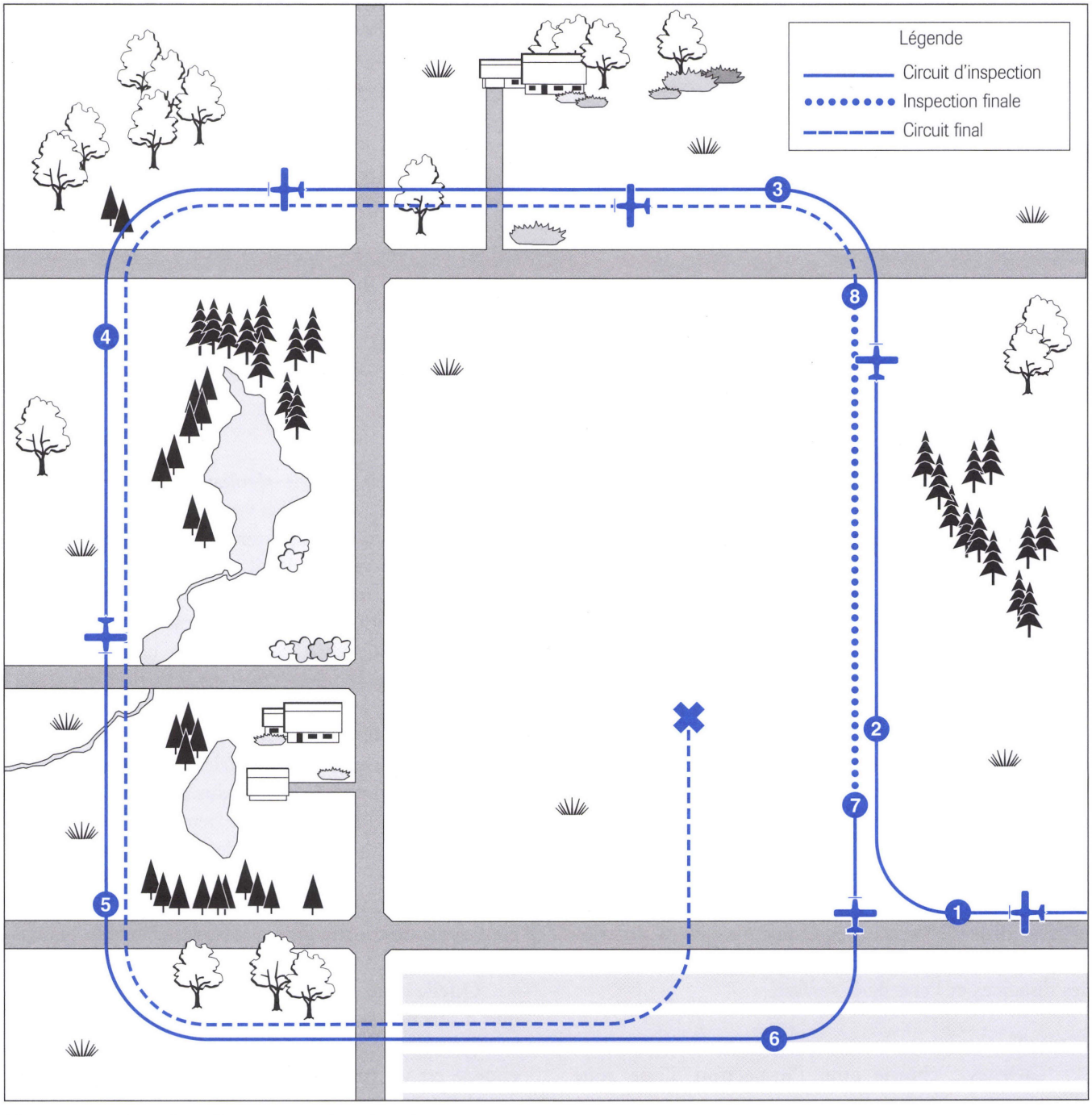


Figure 2-56 Procédure d'atterrissage de précaution

décollage. N'oubliez pas qu'il n'est pas inhabituel de prendre plus de distance pour décoller que pour atterrir. Aussi, ne perdez pas de vue que des conditions changeantes peuvent rendre impraticable un terrain qui convenait auparavant.

Sauf en cas de situation critique, les pilotes ne peuvent choisir en toute liberté un endroit pour atterrir ou décoller. Lorsque vous envisagez de vous poser à un aérodrome privé, souvenez-vous que «privé» signifie propriété privée et qu'il peut être nécessaire d'obtenir la permission du propriétaire ou de l'exploitant avant d'utiliser l'aérodrome. Si vous envisagez de vous poser ailleurs qu'à un aérodrome, n'oubliez pas que le terrain appartient à quelqu'un. Le propriétaire pourrait ne pas être très content à l'idée que son terrain soit utilisé par des aéronefs. Le *Règlement de l'aviation canadien,* les lois provinciales, les arrêtés municipaux et les droits d'un propriétaire peuvent limiter le pilote dans son choix d'un lieu d'atterrissage.

Repérage des obstacles

Des obstacles comme des câbles et des tours sont difficiles à apercevoir, surtout si la visibilité est mauvaise. De nombreux obstacles se confondent avec le relief du sol. Ces obstacles peuvent être difficiles à repérer, à moins qu'une descente sous leur sommet permette de les distinguer par rapport au ciel. Tentez d'observer ce qui pourrait présenter un problème dans la zone du circuit, en approche finale et dans les zones de remise des gaz et de départ.

À ce stade, l'expérience et l'observation vous permettront de repérer les obstacles. Par exemple, vous avez probablement remarqué que les lignes téléphoniques ou de transport d'électricité bordent les routes, tandis que les arbres bordent souvent les champs et les routes. Lorsque vous volez ou lorsque vous conduisez en campagne, observez l'emplacement et le type d'obstacles.

Bon nombre d'obstacles dangereux diffèrent considérablement selon qu'on les observe du sol ou en vol. Tout au long de votre formation, votre instructeur vous montrera de quoi ont l'air les obstacles, par exemple des arbres ou des lignes de transport d'électricité, lorsqu'on est en vol.

Il peut être utile de marcher ou de conduire le long d'un endroit que vous avez inspecté en vol. Cette observation au sol peut aider à mieux imaginer la hauteur, les distances et l'état de la surface.

Vitesse

La vitesse choisie pour l'inspection d'une zone d'atterrissage résulte d'un compromis. Plus elle est lente, plus vous aurez de temps pour inspecter l'endroit, mais plus l'aéronef sera difficile à piloter. Plus elle est rapide, plus facile sera le pilotage, mais plus difficile sera l'observation des détails en surface. Chaque avion a une vitesse minimale d'exploitation permettant de voler en toute sécurité. Jusqu'à présent, au cours de l'entraînement, vous avez exploré les caractéristiques de vol à la vitesse de décrochage ou au voisinage de celle-ci. L'aéronef est gouvernable en vol lent, mais il nécessite alors du pilote une bien plus grande attention. Par conséquent, le vol lent ne constitue pas un bon choix de vitesse. Comme l'objectif premier consiste à inspecter la surface d'atterrissage, vous devez piloter l'aéronef de manière que sa maîtrise en vol ne nécessite qu'un minimum d'attention afin que vous puissiez vous concentrer sur l'inspection de la surface.

La plupart des constructeurs recommandent une vitesse dans les limites inférieures de la plage normale d'utilisation, mais supérieure à la vitesse d'autonomie maximale, afin que vous demeuriez à l'écart des vitesses du vol lent. Ils suggèrent aussi une sortie partielle des volets pour que l'avion ait une assiette moins cabrée à une vitesse réduite et pour diminuer la vitesse de décrochage. En l'absence d'une vitesse prescrite par le constructeur, envisagez d'utiliser la vitesse d'approche normale.

Altitude

L'altitude est aussi le résultat de compromis. Plus votre altitude est basse, plus vous vous rapprocherez de ce que vous voulez inspecter et plus grandes sont les chances de repérer des détails à la surface. Toutefois, il ne faut pas oublier que plus un aéronef se rapproche du sol, plus la sensation de la vitesse augmente (exercice 20). Par ailleurs, plus vous vous trouvez bas, plus grands sont les risques de vous retrouver trop près des obstacles comme des arbres, des lignes de transport d'électricité ou des collines. Plus vous volez haut, moins vous risquez de rencontrer des obstacles, mais votre capacité à déceler les détails à la surface diminue. Il faut faire un compromis. Si l'inspection des lieux doit se faire à un aéroport, choisissez une altitude inférieure à celle que vous adopteriez dans une zone boisée en collines. L'unité de formation au pilotage que vous fréquentez peut avoir des restrictions d'altitude minimale pour ce genre d'exercice.

Quelle que soit l'altitude choisie, assurez-vous que l'aéronef se trouve en palier à cette altitude. Compenser l'aéronef en fonction du vol à la vitesse choisie est un moyen de réduire la charge de travail dans le poste de pilotage tout en conservant la maîtrise de l'aéronef.

Inspection de la surface d'atterrissage

Si vous survolez directement la zone d'atterrissage, vous ne pourrez rien voir en dessous. Vous devez voler sur le côté de cette zone. Si vous pilotez un aéronef avec sièges en tandem, volez le long de n'importe quel côté de la zone d'atterrissage. Si vous vous trouvez dans le siège gauche d'un aéronef dans lequel les sièges sont côte à côte, volez du côté droit de la zone d'atterrissage et vous obtiendrez une meilleure vue de celle-ci.

Volez suffisamment près de la trajectoire d'atterrissage projetée pour la voir nettement, mais suffisamment à l'écart de celle-ci pour l'apercevoir distinctement sans que ce soit à travers les roues, les rapports des ailes ou d'autres parties de l'aéronef. Si vous pilotez un avion à ailes hautes, moins de parties de l'avion gêneront la vue vers le bas, et vous pourrez voler plus près de la zone d'atterrissage que dans un avion à ailes basses. La meilleure trajectoire à suivre est celle qui offre la meilleure vue de la surface d'atterrissage.

L'inspection associée aux atterrissages de précaution peut se faire à basse ou à haute altitude. Selon le cas, des passages à haute ou à basse altitude permettent d'obtenir des renseignements importants.

Certains pilotes disent que si des passages à basse et à haute altitude sont prévus, le passage à haute altitude détermine la trajectoire de vol à suivre. Ce passage vous permet aussi de déterminer les raisons évidentes qui vous empêcheraient de vous poser à cet endroit. Le passage à basse altitude doit fournir de bonnes raisons pour vous poser à cet endroit.

Parfois, les conditions nécessitent un certain nombre de passages d'inspections. Il peut y avoir beaucoup de détails à voir, plusieurs problèmes au sujet de la zone d'atterrissage choisie et peu ou pas d'information préalable sur cette dernière. Dans les cas où l'on dispose déjà de certains renseignements sur l'endroit, on peut se contenter de moins d'inspections ou d'inspections partielles.

Lors de l'inspection d'une zone inconnue qui renferme de nombreux obstacles évidents, certains pilotes suggèrent d'effectuer un certain nombre de passages d'inspection à des altitudes progressivement inférieures pour éviter de découvrir des obstacles inattendus lors d'un passage initial à basse altitude.

Pendant le passage d'inspection, stabilisez la vitesse et l'altitude afin que le pilotage de l'aéronef ne vous demande qu'un minimum d'attention. Au cours de leur entraînement, bon nombre de pilotes arrivent à déterminer la puissance nécessaire à un vol en palier en fonction de la vitesse du passage d'inspection. Une fois la zone à inspecter atteinte, le pilote n'a plus qu'à régler la puissance et la compensation qui offrent un vol en palier à la vitesse désirée.

Votre instructeur vous montrera les altitudes, les vitesses et les trajectoires de vol qui conviennent à l'inspection.

Longueur de la surface d'atterrissage

Vous pouvez déterminer la longueur de la surface d'atterrissage de diverses façons. Dans certains cas, on connaît la distance entre les routes et la longueur des champs. Par exemple, une bonne partie de l'Ouest canadien comprend des chemins qui sont séparés par 1 ou 2 milles (1,6 à 3,2 km) et des champs qui mesurent généralement ½ mille ou 1 mille^2 (1,3 ou 2,6 km^2). Si vous volez dans ces régions, vous disposez d'une échelle pour déterminer la longueur d'un lieu d'atterrissage. Vous pouvez maintenant comparer les distances au sol en milles (environ 5000 pi ou 1500 m) avec les valeurs obtenues à l'aide des données de performance d'atterrissage de l'aéronef.

Si vous ne disposez pas de ces échelles naturelles, comparez la trajectoire d'atterrissage avec des pistes sur lesquelles vous vous êtes déjà posé. Soyez prudent lorsque la comparaison par rapport à une piste connue est le seul moyen de déterminer la longueur, à cause de facteurs comme les illusions d'optique et la comparaison indirecte.

Votre vitesse pendant le passage d'inspection peut vous aider. Un aéronef qui se déplace à une vitesse par rapport au sol de 60 kt (110 km/h) parcourt 1 mille (1,6 km) en une minute ou environ 100 pi (30 m) par seconde. Dans ce cas, pour calculer la longueur du terrain, vérifiez le temps en secondes et multipliez par 100 (si on parle de nœuds) ou par 30 (si on parle de km/h). Vous disposez alors d'une autre façon de juger de la longueur d'un terrain, pourvu que vos calculs se fondent sur une estimation raisonnablement précise de la vitesse par rapport au sol.

Utilisez le plus grand nombre de moyens possibles pour déterminer la longueur. Si les longueurs déterminées par chaque système sont similaires, vous pouvez vous fier à cette valeur. S'il y a un écart notable, redoublez de prudence.

Caractère adéquat d'une surface d'atterrissage

Vous devez savoir si le terrain est régulier, horizontal et suffisamment ferme pour supporter l'aéronef. Outre la surface elle-même, vous devez déterminer si la végétation à la surface peut présenter un danger pendant l'atterrissage et le décollage subséquent. Certaines moissons sont épaisses, hautes ou suffisamment entrelacées pour causer une résistance considérable au roulement d'un aéronef.

Vous devez vous en remettre à votre connaissance de ce qui constitue une surface acceptable. C'est le moment de rechercher des traits qui, d'après votre expérience, pourraient poser un problème. Par exemple, un champ de couleur foncée qui semble avoir été récemment cultivé est probablement assez mou. Des mares d'eau, des congères et des signes de neige profonde sont également des indices d'une zone d'atterrissage molle. Des cailloux, des trous et des sillons dans un champ peuvent révéler une surface trop raboteuse pour qu'un aéronef s'y pose. Des zones à l'ombre ou des zones qui semblent s'élever ou s'abaisser par rapport au reste de la surface peuvent dénoter des trous ou des monticules pouvant causer des problèmes. Des parcelles de végétation de différentes couleurs peuvent indiquer la présence de dépressions, de zones humides ou d'obstacles trop gros.

La connaissance de ce qui s'est passé récemment dans cette zone vous aidera à choisir un lieu d'atterrissage. En effet, après une bonne pluie, les endroits situés au pied des collines sont plus sujets à être humides et mous que ceux qui se trouvent au sommet. Pendant certaines périodes de l'année, les champs peuvent avoir été cultivés et sont probablement assez mous. En d'autres périodes, la machinerie agricole lourde se trouvant sur le champ peut indiquer que la surface est suffisamment ferme pour supporter un aéronef.

Au cours de l'entraînement, votre instructeur vous indiquera les traits qui révèlent si une surface convient ou non à un atterrissage.

Zone de poser

Si le lieu d'atterrissage choisi est relativement court et étroit, vous n'avez pas vraiment le choix de l'endroit où l'aéronef doit se poser. Cependant, si le lieu d'atterrissage est plus long qu'il ne le faut pour votre aéronef et que la première partie de la surface est manifestement trop molle ou si elle présente des obstacles, vous pouvez décider de vous poser un peu plus loin.

Si vous vous posez dans un grand champ carré qui vous semble acceptable sur toute la longueur, vous devez décider de votre trajectoire d'atterrissage. Peut-être qu'un atterrissage en diagonale vous permettra de vous poser face au vent. Peut-être aussi qu'il sera préférable de vous poser parallèlement à la bordure du champ, près d'une habitation et sous un léger vent de travers. Il est préférable de faire l'atterrissage le long d'un axe parallèle au sens de culture du champ.

Approche et atterrissage

Jusqu'à maintenant, votre formation comprenait des procédures pour atterrir sur divers terrains. Le présent exercice est en fait l'application pratique de cette formation. Les renseignements obtenus par l'entremise de votre inspection vous permettront de déterminer si l'endroit que vous avez choisi se prête ou non à un atterrissage.

Une fois que vous avez décidé de vous poser à un endroit donné et que vous avez choisi avec précision la trajectoire d'approche, vous devez décider de la meilleure procédure d'approche et de la meilleure configuration à donner à votre aéronef. Vous devez tenir compte du vent, de l'état de la surface, des obstacles et du point de poser afin de déterminer la meilleure technique d'approche et d'atterrissage à utiliser. Ce pourrait être la procédure de franchissement d'obstacles, la procédure d'atterrissage sur terrain court, la procédure d'atterrissage sur terrain mou ou raboteux, ou encore une combinaison de celles-ci.

Malgré la pression découlant de la situation ou la préoccupation au sujet de l'approche, n'oubliez pas d'effectuer les vérifications du poste de pilotage préalables à l'atterrissage.

Quelques exemples

Voici quelques exemples montrant comment adapter ces procédures à diverses situations. Vous remarquerez que chacune comprend une inspection de la trajectoire d'atterrissage projetée ainsi qu'un circuit normal en préparation à l'atterrissage. Comparez ces exemples et remarquez leurs différences pour comprendre comment et pourquoi les procédures suggérées diffèrent. Essayez d'imaginer des situations dans lesquelles vous utiliseriez des procédures semblables ou y apporteriez des modifications. Parlez-en à votre instructeur pour obtenir d'autres suggestions.

Atterrissage à un aérodrome connu

Supposons que vous approchez d'un aéroport connu, que ce soit votre aéroport d'attache ou un aéroport à partir duquel vous volez souvent. Aussi, supposons qu'il y a raison de soupçonner que l'état de la piste se soit détérioré depuis votre dernier atterrissage. Peut-être a-t-il neigé ou plu récemment, ou encore certains travaux de construction ne sont peut-être pas terminés. Quelle que soit la raison, vous devriez obtenir plus de renseignements avant de tenter un atterrissage.

Servez-vous de tous les avis radio que vous pouvez obtenir pour déterminer l'état de la piste. Si vous ne pouvez joindre aucun service consultatif ou que vous avez toujours des doutes, effectuez un circuit normal jusqu'au parcours final. Plutôt que de vous poser sur la

piste, volez en palier à côté de celle-ci et le plus bas possible en toute sécurité pour inspecter la surface. Si vous n'êtes toujours pas sûr de l'état de la surface, effectuez autant de passages qu'il le faut. Une fois satisfait de ce que vous voyez, effectuez un autre circuit normal, puis adoptez la procédure d'atterrissage que vous dictent vos observations. Si vos observations vous amènent à conclure que la surface ne convient pas, quittez le circuit de façon appropriée et dirigez-vous vers un autre lieu d'atterrissage.

Atterrissage à un aérodrome inconnu

Utilisez tous les services consultatifs radio à votre disposition pour déterminer l'état de la piste. Si vous ne pouvez joindre aucun service ou si vous avez toujours des doutes, survolez l'aéroport à au moins 500 pi (150 m) au-dessus de la hauteur du circuit pour déterminer la piste à utiliser, le sens du circuit et quelles caractéristiques autres que la piste pourraient influencer le choix de la trajectoire d'atterrissage.

Une fois que vous avez décidé quelle piste utiliser et le sens du circuit, dirigez-vous vers le côté inactif de la piste, descendez à la hauteur du circuit et entrez dans ce circuit. Une fois dans le circuit, effectuez le nombre de passages nécessaires pour déterminer si le lieu d'atterrissage choisi convient et décidez du type d'atterrissage à utiliser. Si vous êtes satisfait de ce que vous voyez, effectuez un autre circuit, puis posez-vous. Si vous n'aimez pas ce que vous voyez, quittez le circuit et rendez-vous à une autre destination.

Atterrissage sur une surface non aménagée

Même si la surface sur laquelle vous vous proposez d'atterrir n'est pas aménagée, l'utilisation des procédures de circuit normales vous aidera à vous orienter. Comme dans le cas d'un aérodrome inconnu, effectuez un passage bien au-dessus de la hauteur du circuit, si possible, car ce sera très profitable. Ce passage vous donnera l'occasion de vérifier le vent, le trafic et les obstacles. Il vous permettra aussi d'étudier la disposition générale du lieu d'atterrissage projeté et de voir des trajectoires d'approche et de départ qui ne seraient pas nécessairement visibles à plus basse altitude.

Lorsque vous n'avez plus de raison d'éviter ce lieu d'atterrissage, descendez du côté inactif de la « piste », établissez-vous dans un circuit normal et effectuez autant de passages d'inspection qu'il faut pour déterminer si l'endroit convient.

Comme dans les autres situations, continuez vos observations jusqu'à ce que vous soyez sûr que l'endroit convient. Si vous aimez ce que vous voyez, effectuez un autre circuit avant d'atterrir. Si vous n'aimez pas ce que vous voyez, quittez le circuit et dirigez-vous vers un autre lieu d'atterrissage.

Atterrissage lorsque la durée d'inspection est limitée

C'est une bonne chose de prendre le temps qu'il faut pour obtenir l'information nécessaire à la planification d'un atterrissage. Cependant, prenez la décision d'atterrir avant que des facteurs comme la détérioration des conditions météo, l'arrivée de la noirceur ou un bas niveau de carburant exigent que vous abrégiez la procédure d'inspection.

Dans certains cas, vous pourriez ne pas disposer du temps nécessaire pour effectuer une inspection détaillée. Il se peut que des ennuis de moteur ou un malaise vous obligent à atterrir immédiatement. Dans ces cas, vous devez trouver un moyen d'abréger la procédure.

Vous pouvez peut-être éliminer les passages d'inspection au-dessus de la hauteur du circuit. Essayez d'inspecter suffisamment l'endroit en survolant le terrain par vent de travers. Pendant que vous vous trouvez du côté inactif du lieu d'atterrissage, volez parallèlement à la trajectoire d'atterrissage et observez la surface de ce côté et à partir du parcours vent arrière. Enfin, il se peut que le parcours de base ou une autre partie du circuit vous offre une bonne vue de la surface d'atterrissage.

Il y a bien des façons d'abréger la procédure. Toutefois, prenez suffisamment de temps pour obtenir l'information nécessaire afin d'effectuer un atterrissage en toute sécurité.

Prendre la bonne décision

Utilisez votre expérience et celle d'autres pilotes. Chaque atterrissage de précaution est unique sous de nombreux aspects. Chaque situation donne l'occasion de combiner vos connaissances et vos habiletés de pilote pour analyser la situation et prendre des décisions sûres.

EXERCICE VINGT-DEUX

Atterrissage forcé

Les pannes de moteur sont remarquablement rares, mais elles peuvent survenir. Il est donc très important que vous ayez la compétence nécessaire pour exécuter des procédures d'atterrissage forcé.

Un atterrissage forcé est la procédure qui vous permet d'effectuer un atterrissage en toute sécurité, advenant une perte totale ou presque totale de la puissance du moteur.

Jusqu'à maintenant, vous avez appris le vol plané de façon à couvrir une distance maximale et à estimer le point de poser en examinant le terrain situé devant vous. Vous avez aussi appris à déterminer votre distance de plané compte tenu de l'effet du vent. Pendant les exercices d'atterrissage, vous avez appris comment choisir un point à partir duquel vous pouviez réussir une approche moteur réduit et un atterrissage. Toutes ces connaissances sont approfondies au cours de la formation et des exercices sur les atterrissages forcés.

Ceux qui croient que réussir un atterrissage forcé est difficile ne doivent pas oublier que tout atterrissage exécuté par des pilotes de planeurs doit être un atterrissage forcé réussi. Ces derniers acquièrent cette aptitude très rapidement, puisque l'élève-pilote moyen satisfait aux exigences de la licence en moins de huit heures de vol au total.

Vous devez faire appel à toutes les connaissances et aptitudes que vous possédez déjà et les mettre à profit; il n'y a en fait aucune nouvelle habileté à acquérir. C'est strictement une question d'entraînement et d'application méthodique de ce que vous savez déjà.

Premières mesures

Si le moteur tombe partiellement ou totalement en panne, suivez les procédures recommandées dans le manuel de vol de l'aéronef. En l'absence de consignes du constructeur, prenez immédiatement les mesures suivantes dans l'ordre:

1. maîtrisez l'aéronef, c'est-à-dire établissez-vous en vol plané, mettez le réchauffage carburateur et compensez;
2. choisissez un lieu d'atterrissage;
3. planifiez l'approche.

Maîtrisez l'aéronef – établissez-vous en vol plané, mettez le réchauffage carburateur et compensez l'aéronef

Placez l'aéronef en assiette de vol plané à la vitesse recommandée dans le manuel de vol de l'aéronef. Une fois que vous êtes établi en plané et que vous avez mis le réchauffage carburateur, compensez l'avion. Si l'avion est mal compensé, des écarts par rapport à l'assiette de vol plané réduiront la distance de plané, et il sera plus difficile de juger l'approche et le point de poser avec précision.

Une cause fréquente de panne de moteur dans les aéronefs équipés de carburateurs est le givrage du carburateur. Si le moteur tombe en panne complètement, ou si la puissance diminue au point d'être faible, le moteur perd rapidement de sa chaleur. Par conséquent, il est impératif que vous mettiez le réchauffage carburateur en même temps que vous vous établissez en vol plané afin de vous servir de la chaleur moteur qui reste. Sur les aéronefs à moteurs à injection, il faut à ce moment ouvrir la prise d'air auxiliaire du moteur. Ces procédures peuvent remédier au givrage, si le givrage est réellement la cause de la panne, et éviter un atterrissage forcé.

Choisissez un lieu d'atterrissage

Un pilote éveillé est toujours à la recherche de sites d'atterrissage convenables. Avant de choisir un site

d'atterrissage, déterminez la distance de vol plané de l'aéronef. Puis regardez en avant, des deux côtés, et si le temps et l'altitude le permettent, inclinez l'aéronef pour jeter un coup d'œil en dessous de vous et derrière vous. Cette mesure vous permet de vous assurer qu'aucun lieu d'atterrissage convenable ni aérodrome ne vous a échappé. Bien des types de lieu d'atterrissage s'offrent à vous presque partout au pays, sauf en montagne et dans les zones fortement boisées. Les chemins et les autoroutes peuvent constituer le meilleur choix dans certains cas, mais faites attention aux dangers cachés, comme les lignes de transport d'électricité et les panneaux de signalisation. La circulation routière doit aussi être prise en considération. Naturellement votre meilleur lieu d'atterrissage au moment d'une panne de moteur est un aérodrome ou peut-être un terrain bien ferme, assez long, possédant une surface pas trop raboteuse, sans obstacle au moins sur le bout de l'approche.

Puisqu'il est impossible de prévoir le lieu d'un atterrissage forcé, vous devez apprendre à choisir le meilleur lieu accessible. Les champs cultivés constituent de bons lieux d'atterrissage, pourvu que vous n'oubliiez pas d'atterrir parallèlement à la bordure du champ pour éviter les sillons et les fossés, mais les champs utilisés pour le pâturage des animaux peuvent présenter des conditions douteuses, puisqu'ils cachent généralement des bosses, des pierres ou des souches d'arbres. Évitez les champs contenant des sillons de labours, des fossés d'irrigation ou toute autre caractéristique qui poserait des contraintes. Essayez de choisir un lieu d'atterrissage situé près des maisons ou d'une route pour obtenir facilement de l'aide. C'est particulièrement important en hiver, car ce qui constituerait une promenade de santé en été pourrait devenir une expédition presque impossible dans certaines conditions hivernales.

Lors du choix d'un lieu d'atterrissage, vous devez prendre en considération sa longueur. Si le vent est assez fort, la course après l'atterrissage sera comparativement courte, mais s'il faut absolument se poser par vent arrière, la course après l'atterrissage sera beaucoup plus longue. La présence d'un terrain avec une pente aura un impact semblable sur la course après l'atterrissage. Normalement, vous devriez toujours planifier d'atterrir dans le vent. Si ce n'est pas possible en raison d'un manque d'altitude, ou de la non-disponibilité d'un lieu convenable, atterrissez avec le vent traversier ou, en dernier recours, atterrissez avec un vent arrière.

Déterminez la direction du vent

La nature fournit plusieurs façons de déterminer la direction du vent. La fumée nous donne la meilleure indication. Si la fumée est emportée lentement dans sa montée, le vent est léger; si elle emportée à l'horizontale, le vent est probablement fort. Le gazon et les champs de grain ont une ondulation avec le vent, semblable aux vagues sur l'eau, et la poussière est emportée par le vent. S'il est impossible de déterminer la direction du vent, atterrissez dans la direction que le vent favorisait au décollage.

Panne moteur à basse altitude

Panne moteur sur la piste

Si la panne moteur partielle ou complète se produit au décollage, alors que l'aéronef est toujours sur la piste, coupez les gaz et freinez. S'il est évident que l'aéronef ne peut s'arrêter avant la fin de la piste, vous devriez considérer de couper l'interrupteur maître et de placer le sélecteur d'essence à la position fermée « OFF ». Essayez d'éviter la collision avec les obstructions, comme les clôtures ou les fossés qui pourraient sérieusement endommager l'aéronef.

Panne moteur après le décollage

Si le moteur tombe en panne immédiatement après le décollage, vous pourriez n'avoir que le temps de vous établir en vol plané, de couper les gaz, de choisir une trajectoire d'atterrissage qui ne nécessitera que de légères corrections de cap et de vous concentrer pour réussir un bon atterrissage. N'oubliez pas que le but d'un atterrissage forcé réussi est de vous poser sans que vous ou vos passagers soyez blessés. Ne vous laissez pas accaparer par les vérifications au point de compromettre vos chances de réussir un bon atterrissage.

Panne moteur à une altitude inférieure à l'altitude du circuit

Une panne moteur en montée après le décollage vous laisse un peu plus de temps pour évaluer la situation. Vous devriez être capable de choisir un champ juste en avant, puis de compléter les étapes suivantes:

a) couper les gaz;
b) abaisser le nez de l'aéronef pour garder la vitesse de vol plané;
c) atterrir droit vers l'avant, ou modifier la trajectoire légèrement pour éviter les obstacles;
d) si le temps le permet:
   - compléter les vérifications de la cause;
   - lancer l'appel « MAYDAY »;
   - aviser les passagers;
   - compléter l'arrêt du moteur;
e) compléter l'atterrissage forcé.

On compte de nombreux exemples de blessures ou de mortalités dans les accidents résultant d'un demi-tour pour se poser sur la piste de l'aérodrome après une panne de moteur suivant le décollage. Comme l'altitude est critique, on a alors tendance à essayer de garder le nez de l'aéronef relevé pendant le virage sans tenir compte de la vitesse et du facteur de charge. Ces mesures ressemblent étrangement à celles qui mènent à une vrille. Un demi-tour vers la piste ou l'aérodrome peut être couronné de succès dans certaines conditions. L'expérience et la prise en considération réfléchie des facteurs suivants sont essentielles pour réussir alors un demi-tour:

1. l'altitude;
2. la finesse du vol plané de l'aéronef;
3. la longueur de la piste;
4. la force du vent ou la vitesse sol;
5. l'expérience du pilote;
6. l'expérience du pilote sur le type d'avion dont il s'agit.

Si vous avez une perte de puissance partielle, il est possible que vous puissiez compléter un circuit et un atterrissage d'urgence.

Panne moteur dans le circuit

Lorsque vous effectuez un circuit normal, il est très probable que vous puissiez réussir un atterrissage forcé sur la piste en service ou, s'il y en a plus d'une, sur la piste qui convient le mieux à votre position. Aussitôt que la panne de moteur survient, effectuez un atterrissage forcé normal.

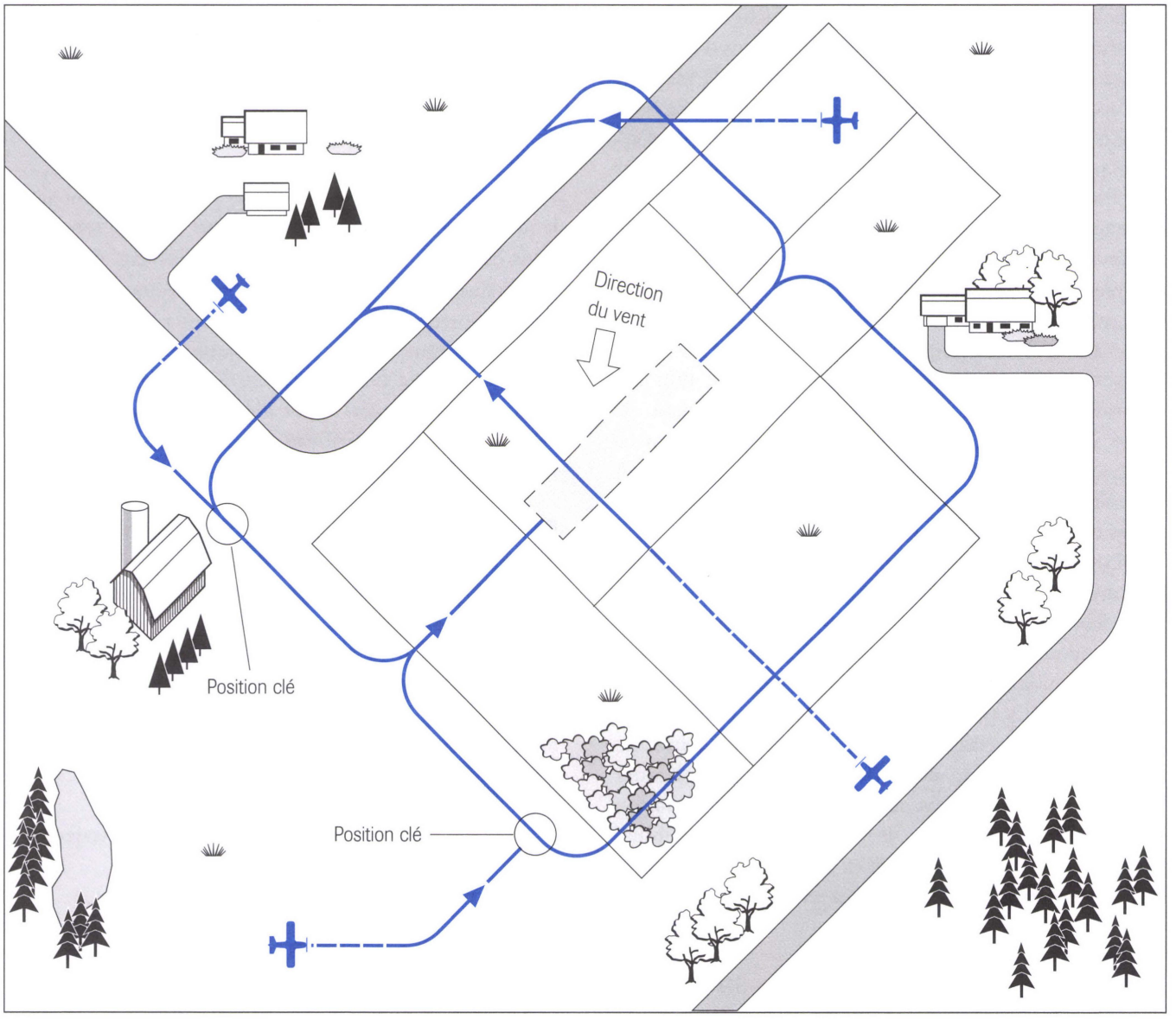


Figure 2-57A Approche en vue d'un atterrissage forcé

Panne moteur en altitude

Circuit en cas d'atterrissage forcé

En cas de panne de moteur, gérez votre vol plané de façon à vous mettre en approche et à vous poser comme si vous vous entraîniez à faire des approches et des atterrissages sans moteur à votre aérodrome habituel. Une position clé peut se définir à partir d'une ou de plusieurs caractéristiques physiques au sol. Ces caractéristiques sont choisies de façon à offrir en tout temps une orientation par rapport au terrain choisi et à permettre de disposer d'une distance d'étape de base normale ou presque en fonction du terrain qui a été retenu aux fins de l'atterrissage forcé. Dans ce cas, la distance doit être largement à l'intérieur de la distance franchissable en vol plané face au vent pour atteindre le terrain. En cas de fort vent, l'étape de base doit être exécutée à distance moindre du terrain qu'en cas de vent léger. La figure 2-57A montre les positions clés. Les trajectoires de vol représentées ne sont que des exemples parmi d'autres de la façon de faire une approche en prévision d'un atterrissage forcé. Agencez votre vol plané jusqu'à la position clé de manière à vous trouver le plus possible dans une situation ressemblant à un circuit d'aérodrome habituel. Toutefois, compte tenu de votre altitude et de votre position, vous n'aurez peut-être d'autre choix que de vous rendre directement à la position clé ou d'effectuer une approche directe ou en ligne droite.

Circuit d'atterrissage forcé avec un virage de 360°

Il y a des situations qui pourraient rendre un circuit d'atterrissage forcé à la suite d'un virage de 360° (figure 2-57B) plus pratique, et même essentiel, pourvu que vous disposiez d'assez d'altitude. Ce circuit est en fait un virage de 360° effectué en descente à faible inclinaison par rapport à des points de référence au sol propres à chaque circuit. Toutes les manœuvres devraient être calculées de façon que vous arriviez au-dessus du point de posé choisi à l'altitude nécessaire et au cap correspondant à la direction de l'atterrissage. Ce point est appelé « **position clé haute** ». Dans un circuit idéal, la « **position clé haute** » est à l'altitude déterminée en fonction de la finesse en vol plané de votre aéronef. Pour calculer cette altitude, trouvez l'altitude que votre aéronef perd normalement en deux minutes en descente en vol plané, ajoutez 200 pi (61 m) et vous obtenez la hauteur au-dessus du sol qui vous permettra de réussir cet atterrissage en l'utilisant comme hauteur de la « position clé haute ». (Exemple : si le taux de descente du vol plané est de 600 pi/min [183 m/min] ; 2 x 600 + 200 = 1400 pi-sol [427 m-sol]).

Le circuit d'atterrissage forcé avec un virage de 360° est en réalité assez facile à compléter, mais il vous oblige à évaluer l'élévation du site d'atterrissage et à manœuvrer l'aéronef avec précision jusqu'à la position clé haute. Lorsque vous êtes rendu à la « position clé haute », vous amorcez un virage à faible inclinaison pour arriver à la position clé basse, qui se trouve à mi-virage du circuit et vis-à-vis du point de posé. L'aéronef à la « position clé basse » sera plus bas d'environ l'équivalent d'une minute de vol plané de l'altitude à la position clé haute, il sera en direction vent arrière et vous aurez une bonne vision de votre site d'atterrissage au-delà du saumon de l'aile. À partir de cette position, le virage se poursuit jusqu'à la position clé finale ; l'aéronef sera à environ 500 pi-sol (150 m-sol) dans une étape de base serrée.

Parce que chaque procédure d'atterrissage forcé ne se présente pas toujours comme cela a été planifié, si vous n'avez pas assez d'altitude pour atteindre la « position clé haute », essayez d'atteindre la « position clé basse » à la bonne altitude. Inversement, si vous arrivez trop haut au-dessus de la « position clé haute », effectuez un virage à 360° au-dessus de ce point afin de descendre à la bonne altitude. Ou si vous êtes seulement un peu trop haut, volez en vent de face le temps de perdre la moitié de l'excédent d'altitude. Cela aura pour effet de modifier le circuit entre la « position clé haute » et la « position clé basse » pour lui donner la forme d'un hippodrome classique ayant des branches vent de face et vent arrière rectilignes assez longues pour perdre dans chacune de ces branches la moitié de l'altitude excédentaire en plané, les extrémités étant les deux moitiés du circuit circulaire. L'autre moitié de l'excédent d'altitude sera perdue dans la branche vent arrière.

Si vous êtes un peu trop bas lorsque vous arrivez à la « position clé haute », vous pouvez augmenter l'inclinaison du virage, mais n'inclinez pas l'aéronef plus que pour un virage à moyenne inclinaison. De cette façon, vous resterez plus près de votre site d'atterrissage et vous arriverez aux positions clé basse et clé finale plus rapidement. Si le vent est fort, déplacez la « position clé haute » plus loin dans le site d'atterrissage pour compenser la dérive qui modifiera le circuit. Si le vent est léger, il sera probablement suffisant d'utiliser une inclinaison légèrement plus faible pour la première partie du virage et légèrement plus grande durant la deuxième partie du virage. L'exercice 20, « Illusions créées par la dérive », explique la façon de compenser la dérive du vent pendant une manœuvre qui fait appel à des références au sol.

Une fois à proximité de la « position clé haute », il est souvent difficile pour le pilote (notamment à bord d'un avion à voilure basse) de déterminer précisément quand l'avion arrive pile à la verticale du point de

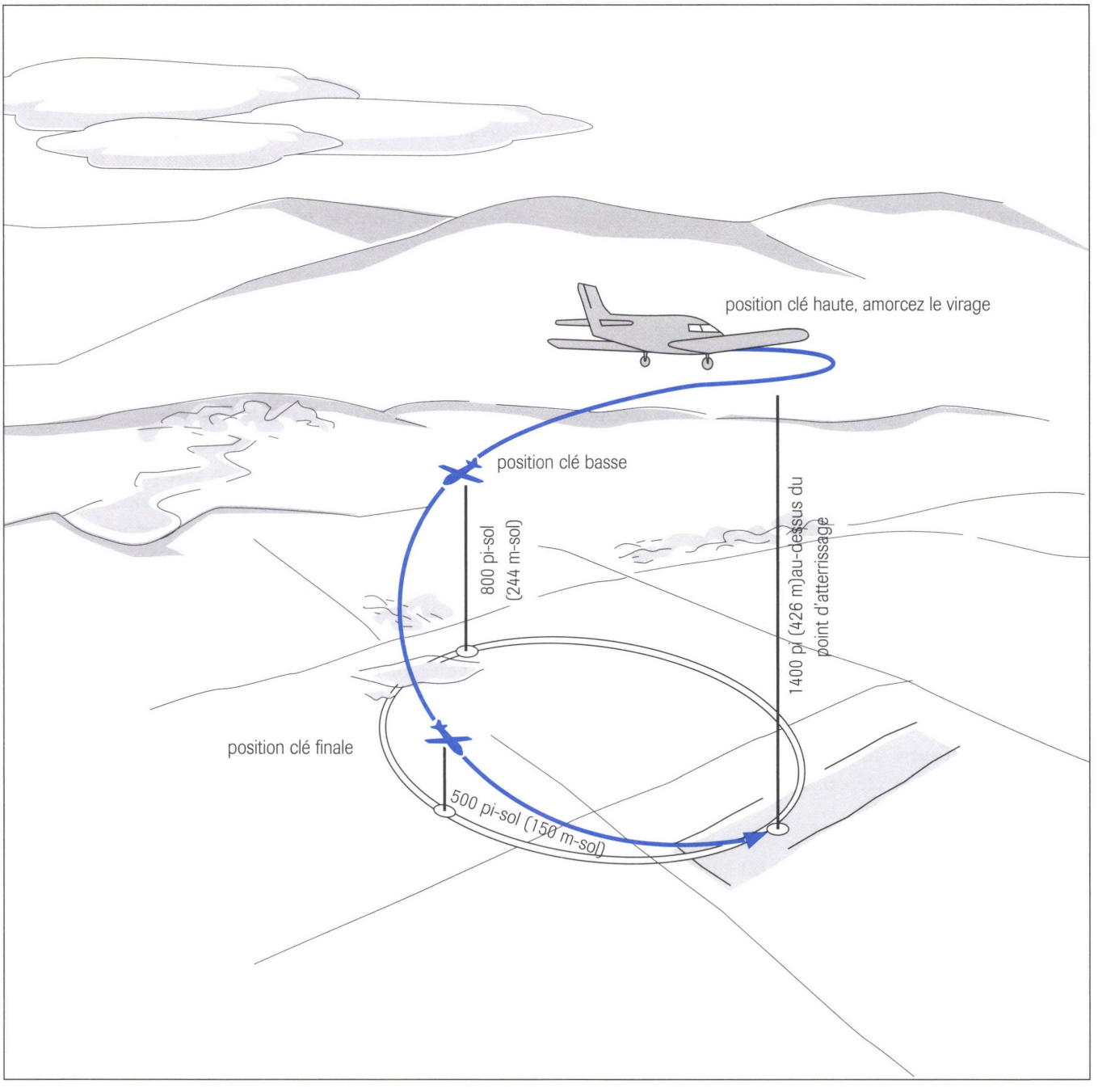


Figure 2-57B Circuit d'atterrissage forcé avec un virage de 360°

poser, car la vue vers le bas est obstruée par les ailes. Pour cette raison, à mesure que vous approchez de l'endroit choisi, cherchez des routes ou d'autres repères latéraux qui sont vis-à-vis de l'extrémité du terrain choisi, tout en étant visibles au-delà des saumons d'aile au moment du passage à la « position clé haute ». Ces repères latéraux peuvent alors servir à indiquer le moment où l'avion est à la verticale de la zone de poser. Heureusement, l'emplacement au sol de la « position clé basse » est facile à repérer à bord d'un aéronef à voilure basse. Aussitôt que vous inclinez l'aéronef au début du virage, la « position clé basse » sera le point au sol visible au-delà du saumon d'aile lorsque vous regarderez au bout de l'aile qui est inclinée vers le sol.

Quel que soit le genre de circuit utilisé, arrangez-vous pour arriver à la bonne position comme s'il s'agissait d'une approche finale ordinaire, mais à une altitude légèrement supérieure. Si l'atterrissage est possible dans le premier tiers de l'endroit choisi, sortez les volets ou faites une glissade pour perdre l'altitude excédentaire, ce qui vous permettra de vous poser au meilleur endroit du terrain choisi.

Il faut se rappeler que s'il y a plusieurs façons de perdre de l'altitude, il n'en existe aucune de corriger une approche trop courte. *N'essayez jamais d'étirer un vol plané.* Exercez-vous souvent aux atterrissages forcés, et faites varier l'altitude, le terrain et l'emplacement géographique. Vous allez ainsi pouvoir acquérir la confiance, l'habileté et le jugement nécessaires qui vous permettront d'exécuter en toute sécurité cette procédure si vous vous trouvez un jour dans l'obligation de faire un atterrissage forcé.

Vérifiez la cause

Bien des atterrissages forcés n'auraient pas dû se produire, parce que le pilote aurait pu remédier à la panne ou à la quasi-panne du moteur. Pour cette raison, l'entraînement aux atterrissages forcés comprend certaines vérifications qu'il faut effectuer pendant la descente si le temps le permet.

Il n'y a pas de moment ni d'endroit précis pour effectuer les mesures suivantes. Ces dernières conviennent à la plupart des aéronefs légers et elles peuvent être utilisées en l'absence de données du constructeur.

1. a) Réglage du sélecteur et quantité de carburant. Vérifiez si le sélecteur est réglé sur le bon réservoir et s'il n'a pas été placé à « OFF » par inadvertance. S'il est déjà réglé sur un réservoir contenant suffisamment de carburant, réglez-le sur un autre réservoir qui contient du carburant. L'indicateur peut être défectueux ou une conduite peut être bloquée.

b) Pompes à carburant. Placez l'interrupteur à « ON », car il pourrait y avoir une défaillance du circuit d'alimentation normal.

2. Pompe d'amorçage verrouillée. Vérifiez si la commande est enfoncée et verrouillée. Si les vibrations ont modifié sa position, elle peut causer des ennuis de fonctionnement au moteur.

3. Mélange plein riche. Vérifiez si la commande de mélange est sur la position « FULL RICH » ; elle pourrait avoir été déplacée accidentellement à la position « IDLE CUT-OFF » (étouffoir) ou laissée à la position « LEAN » (mélange appauvri) au cours d'une descente.

4. Interrupteurs à « ON », le cas échéant. Vérifiez si les interrupteurs des magnétos sont dans la bonne position. Si le moteur continue à bredouiller, réglez à droite et à gauche pour déterminer s'il va tourner rondement à partir d'une magnéto.

« MAYDAY »

Selon le lieu géographique, l'altitude et la situation, la vérification de la cause et le lancement d'un appel « MAYDAY » peuvent être intervertis. Par exemple, il peut être plus important dans les régions éloignées de faire savoir à quelqu'un que vous avez des ennuis avant que vous tentiez de déceler la cause d'une panne de moteur. Si vous attendez trop longtemps avant de lancer votre appel d'urgence, vous aurez peut-être descendu sous la portée radio des stations au sol.

Communiquez avec quelqu'un. Si vous êtes en communication sur une certaine fréquence, expliquez votre problème. Si vous n'êtes pas sûr de pouvoir établir un contact radio sur n'importe quelle fréquence choisie à cause du temps et de l'altitude, affichez immédiatement la fréquence d'urgence 121,5 MHz et communiquez avec TOUTES LES STATIONS.

N'oubliez pas que ceux qui recevront un message radio d'urgence voudront vous aider et désireront en savoir le plus possible sur votre situation. Vous n'aurez sans doute que très peu de temps pour répondre à leurs questions ; par conséquent, votre appel initial doit être bien structuré et prononcé distinctement.

Dans le cas d'un atterrissage forcé, le mot « MAYDAY » doit être prononcé trois fois. Vous le faites suivre du MATRICULE DE VOTRE AÉRONEF trois fois, puis de votre message. Le message doit faire brièvement état de votre problème, de votre situation géographique et de vos intentions. Par exemple : « Panne moteur au-dessus de la ville de "Quelque part", me pose dans un champ à environ 2 milles (3,2 km) au nord de la ville. » Répétez le matricule de votre aéronef à la fin de votre message. Aussi, si votre aéronef est équipé d'un transpondeur, assurez-vous qu'il est à « ON » et affichez le code 7700.

Sécurité des passagers

Vous devez demander à vos passagers de retirer leurs lunettes et tout objet pointu, puis de les ranger avec les autres objets non assujettis. Dans un aéronef biplace côte à côte, demandez au passager de reculer à fond son siège vers l'arrière pour limiter les blessures à la tête. Toutes les ceintures et tous les harnais doivent être solidement bouclés. En approche finale, pourvu que cette mesure n'ait aucune incidence aérodynamique sur l'aéronef, vous pourriez envisager de déverrouiller les portes pour éviter qu'elles se coincent si le fuselage de l'avion subissait des dommages à l'atterrissage.

Arrêt du moteur

Vous devez couper le moteur pour réduire les risques d'incendie. Coupez l'arrivée de carburant, réglez le mélange à la position « IDLE CUT-OFF » et coupez les magnétos. Coupez également l'alternateur ou la génératrice et réglez l'interrupteur général à « OFF », mais pas avant d'avoir sorti les volets pour l'atterrissage. Il est important d'effectuer ces vérifications dans le bon

ordre. Par conséquent, veuillez consulter la section appropriée du manuel de vol de votre aéronef.

Autres considérations

Au cours d'un atterrissage forcé réel, vous devez aussi couper les gaz. Un moteur ayant un problème d'alimentation en carburant peut cesser de fonctionner complètement si la manette des gaz est réglée à une valeur élevée, mais fournir suffisamment de puissance à une faible valeur, ce qui le rend très précieux. Inversement, si la manette des gaz se trouve à une position permettant une certaine puissance, le moteur peut repartir à la suite d'un changement d'assiette de l'avion une fois arrivé au lieu d'atterrissage, pour tomber en panne encore une fois lorsque vous vous trouvez au-delà d'un point où l'atterrissage est sûr. Vous pouvez aussi essayer de régler le mélange pour voir si un mélange plus pauvre ne rétablirait pas au moins une partie de la puissance.

Hauteur d'approche

Dans un atterrissage forcé, il s'agit de poser l'aéronef à une vitesse minimale sécuritaire à l'endroit le plus favorable sur le lieu d'atterrissage choisi. C'est une bonne chose d'arriver en approche finale avec un peu plus de hauteur qu'il n'en faut, ce qui vous laissera une plus grande liberté de choix.

Un autre point à considérer dans un atterrissage forcé réel tient au fait que l'angle de vol plané peut être plus prononcé qu'au cours d'un exercice à moteur réduit lorsque l'hélice tourne en moulinet ou est arrêtée.

Panne de moteur simulée

Lorsque vous vous exercez aux atterrissages forcés, votre instructeur vous indiquera la méthode à utiliser pour simuler une panne de moteur.

Vous ne devez pas laisser le moteur trop refroidir, sinon il risque de ne pas répondre correctement à la remise des gaz. La puissance de croisière doit être utilisée périodiquement pendant quelques secondes au cours de la descente. On maintient ainsi une température normale et on empêche les bougies de s'encrasser à la suite d'un fonctionnement prolongé du moteur au régime de ralenti. Dans bon nombre d'aéronefs, il faut mettre le réchauffage carburateur avant de réduire la puissance. On peut configurer certains aéronefs selon une combinaison donnée de puissance et d'utilisation de volets sortis pour simuler un vol plané normal moteur réduit; on évite ainsi d'appliquer la puissance à intervalles réguliers au cours de l'approche.

Sauf dans le cas des approches effectuées à un aérodrome, il faut s'exercer aux atterrissages forcés dans une zone réservée à cette fin et seulement à l'altitude spécifiée dans le *Règlement de l'aviation canadien* ou par l'unité de formation, si ses consignes sont plus restrictives.

EXERCICE VINGT-TROIS

Navigation du pilote

Un avantage important que possède un avion sur la plupart des moyens de transport de surface réside dans le fait qu'il est capable de se rendre plus ou moins directement à destination à une vitesse constante et relativement élevée.

La navigation du pilote est le plus complet de tous les exercices que vous effectuerez et, selon certains, le plus satisfaisant. Effectuer un vol voyage dans un aéronef fait appel à toutes les connaissances et habiletés que vous avez apprises jusqu'à présent.

La planification et la préparation sont la clé d'un vol voyage efficace et sûr. Les efforts avant le vol peuvent économiser bien d'autres efforts et réduire le stress une fois que vous êtes en vol. À partir du moment où vous décollez, vous devez être bien organisé et en mesure d'effectuer des calculs en vol. Vous devez pouvoir reconnaître des détails au sol à partir des symboles d'une carte. Vous devez pouvoir scruter le ciel, écouter les fréquences, faire les vérifications du poste de pilotage, évaluer votre progression, revoir vos estimations, voler avec précision et, au besoin, vous dérouter sur une autre destination.

L'exercice contient de nombreuses situations où vous devrez prendre des décisions. Vous devez être en mesure de savoir tout ce que vous pouvez sur chaque situation, de déterminer les diverses options afin d'évaluer chacune d'elles, de choisir une option, de l'exécuter et d'en évaluer les résultats. Vous devriez être conscient des facteurs qui peuvent vous induire en erreur et savoir comment y remédier.

Préparation initiale

La préparation d'un vol voyage prend du temps, et la chose la plus importante que vous puissiez faire est de vous réserver suffisamment de temps. Faire une certaine partie de la préparation le jour précédant le vol vous donne un avantage, mais ce ne sera pas toujours possible. Parmi les choses que vous pouvez faire à l'avance se trouvent le choix de la route, la préparation de la carte, la vérification des données de mise à jour de l'information et des cartes d'aérodrome dans le *Supplément de vol Canada* et l'inscription de chaque étape de votre route sur la feuille de navigation. Vous pouvez aussi prévoir vos besoins le jour du vol, faire des démarches pour obtenir un exposé météorologique et prévenir les passagers de s'habiller en fonction des conditions prévues. Pendant que vous y êtes, pensez donc à la masse et au centrage. Assurez-vous que vos passagers savent combien de bagages ils peuvent prendre. Si le poids semble tel que vous ne pourrez faire un plein complet de carburant, prenez des mesures pour que la quantité appropriée de carburant se trouve dans les réservoirs le jour du vol.

La préparation finale se fait, le jour du vol, une fois que vous avez reçu les prévisions et les rapports météorologiques nécessaires.

Choix de la carte

Pour tout vol voyage, vous avez besoin de cartes à jour et en bon état. Si votre route vous amène près du bord de la carte, vous voudrez aussi emporter la carte qui suit.

La carte standard utilisée pour la navigation du pilote au Canada est la carte de navigation VFR (VNC) à l'échelle 1:500 000. La carte correspondante utilisée aux États-Unis est la carte aéronautique sectorielle. Les cartes aéronautiques mondiales, dont l'échelle est de 1:1 000 000, peuvent être utiles à la planification générale d'une longue route, et certains pilotes les emportent avec eux comme cartes auxiliaires pendant le vol,

même si elles ne donnent pas tous les détails nécessaires pour naviguer efficacement à basse et à moyenne altitude. Pour répondre à des exigences opérationnelles particulières à certains aéroports très achalandés et dont la structure de l'espace aérien est complexe, des cartes VFR de région terminale (VTA) sont disponibles à l'échelle de 1:250 000. Une liste des aéroports pour lesquels ces cartes sont publiées se trouve dans la section MAP de la *Publication d'information aéronautique* (A.I.P.) Canada.

Choix de la route

La planification d'un vol commence au moment où vous décidez de vous rendre quelque part. Décider où vous voulez aller et où vous allez commencer le voyage constituent d'importantes décisions que vous prenez très tôt dans le processus. Établir comment vous vous rendrez exactement d'un point à l'autre exige que vous preniez plus de décisions. Une ligne droite reliant le point de départ au point d'arrivée est certainement le plus court chemin, mais il faut parfois faire des compromis qui allongeront la route. Choisissez une route qui offre des aéroports de dégagement et de bons repères au sol. Notez l'élévation du terrain, en portant une attention particulière aux collines, aux sommets et à d'autres obstacles. Une chaîne de montagnes pourrait obstruer une trajectoire directe ou il pourrait y avoir un très grand plan d'eau qu'il serait sage de contourner.

L'espace aérien est un autre facteur. Il faut éviter de pénétrer dans des zones réglementées à moins d'en avoir obtenu la permission au préalable. Il peut y avoir des zones achalandées que vous préférerez éviter, comme une zone de services consultatifs ou l'espace aérien près d'un aéroport achalandé. Si un ravitaillement est nécessaire, choisissez une route près d'aéroports qui possèdent le carburant dont vous avez besoin au moment de la journée où vous y serez. Il peut aussi être judicieux d'envisager une route plus fréquentée, peut-être même une route VFR comme celles que l'on trouve dans les régions montagneuses. En tout, il y a bien des raisons, y compris les conditions météo, pour lesquelles votre route peut souvent se composer de plusieurs étapes plutôt que d'une seule étape directe. La sécurité doit toujours constituer un facteur important dans le choix d'une route.

Préparation de la carte

Avant que vous traciez des lignes sur la carte, soyez sûr que vous avez tout le matériel nécessaire à portée de la main: stylo, crayon, marqueur, rapporteur, compas ou règle à calcul, et une règle suffisamment longue pour les sections de la route.

Route à suivre. La première ligne à tracer sur votre carte est la route que vous désirez suivre. La ligne doit être foncée, nette et facile à distinguer des autres lignes sur la carte. Certains pilotes aiment mettre en relief leur route à suivre au moyen d'un surligneur, tout en veillant à ne pas masquer d'importants détails.

Lignes d'indication de dérive. Ces lignes sont tracées à 10° de chaque côté de la route à suivre, à partir des deux extrémités d'une étape de la route. Prolongez ces lignes pour qu'elles couvrent les deux tiers de la longueur de l'étape et distinguez-les de la ligne de la route à suivre. Une façon de le faire consiste à tracer des lignes brisées.

Repères des 10 milles (16 km). Un petit trait tracé perpendiculairement à tous les 10 milles (16 km) sur la ligne de la route à suivre peut être très utile pour vous aider à évaluer la progression de votre vol.

Marques de distance. Diviser une étape en segments égaux (par exemple, au quart, à la demie et aux trois quarts) vous permet de réviser facilement et rapidement l'heure d'arrivée prévue sans que vous ayez besoin d'une règle à calcul.

Points de repère. Bien que la lecture de la carte se fasse continuellement pendant un vol, plusieurs pilotes aiment choisir des repères au sol à des intervalles de 10 ou 15 minutes le long de leur route et les identifier au moyen de flèches ou de cercles. Lorsque vous écrivez sur la carte, veillez à ne pas masquer de détails. Les marques suggérées ici sont toutes utiles, mais si elles étaient toutes utilisées sur une très courte étape, il en résulterait de la confusion. Dans ce cas, tracez la ligne de la route à suivre, puis décidez quelles marques vous seront les plus utiles.

Préparation finale

La préparation initiale étant faite, la préparation le jour du vol sera beaucoup plus facile.

NOTAM

Vérifiez les NOTAM. Ces documents vous fourniront d'importants renseignements sur les aérodromes que vous utiliserez. Les NOTAM vous diront si certaines installations, pistes ou aéroports seront fermés. Recherchez les avis qui influenceront la progression de votre vol. Vous pourriez apprendre qu'une aide à la navigation que vous vous proposez d'utiliser est fermée ou qu'il y a eu changement des fréquences radio. Vous pourriez voir qu'il y a un feu de forêt sur votre route, et des restrictions de direction ou d'altitude pourraient s'appliquer à votre vol. Il pourrait y avoir des zones

spéciales réservées au vol militaire ou dans lesquelles des opérations de recherche et de sauvetage sont en cours. Les NOTAM sont importants, et il faut les consulter avant de partir en vol voyage.

Certains aérodromes ne fournissent aucun NOTAM. En cas de doute sur l'état de la piste, appelez d'avance par téléphone ou radio pour obtenir des renseignements à jour sur l'aéroport. Les numéros de téléphone figurent dans le *Supplément de vol Canada*.

Conditions météorologiques

Vous avez besoin de renseignements météorologiques pertinents qui vous permettront de prendre de bonnes décisions pour votre vol voyage. Faut-il retarder le vol jusqu'à ce que le temps s'améliore? Quelle altitude conviendrait le mieux ou serait la plus efficace, compte tenu de la hauteur du relief et des obstacles? Y a-t-il moyen de contourner le mauvais temps? Bien des pilotes se fixent des limites météorologiques qui sont supérieures aux minima réglementaires. Si les prévisions indiquent que le temps se situera sous ces minima, ils ne décolleront pas. Lorsqu'ils se fixent ces limites, ils tiennent compte de leur expérience, de leur compétence, de leur connaissance de la route, du terrain, des aéroports de dégagement et de leur formation.

La meilleure façon d'obtenir des renseignements météorologiques réside dans l'exposé que vous fait, en personne ou au téléphone, un spécialiste de la station d'information de vol ou le bureau météorologique du Service de l'environnement atmosphérique.

Vous devez fournir des renseignements à la personne qui vous informe. Identifiez-vous comme pilote et donnez le matricule de votre avion. Indiquez ensuite que votre vol se déroulera en VFR, communiquez la route projetée, l'altitude, la destination, l'heure de départ et la durée prévue en route. Le spécialiste météorologique va se servir de ces données pour vous présenter un exposé météo convenant au vol que vous projetez de faire.

Une fois que vous avez reçu et analysé l'information, il vous appartient de décider si vous voulez partir ou non. N'oubliez pas de vérifier la tendance des conditions météo. Il s'agit de comparer les rapports à jour et deux ou trois rapports météorologiques précédant la prévision. Attention aux rapports qui indiquent des conditions météo pires que ce qui est prévu.

Choix d'une altitude

Vous devez choisir avec soin l'altitude de votre vol. Il faut tenir compte de la hauteur des collines, des sommets et des obstacles, et votre altitude doit convenir à la direction de chacune des étapes de votre vol. Il faut aussi tenir compte des conditions météo, notamment des plafonds, de la visibilité et des vents en altitude. La distance devrait influencer votre choix d'altitude. Vous ne voudrez pas monter à une haute altitude si vous n'avez qu'une courte distance à parcourir. Il faut aussi tenir compte de l'économie de carburant, du confort des passagers et de la portée efficace de toute aide à la navigation que vous pourriez utiliser. Si vous envisagez un vol à très haute altitude, n'oubliez pas les exigences en oxygène et soyez assuré de connaître le plafond pratique de l'aéronef. Si vous devez traverser un plan d'eau, choisissez une altitude qui vous permettra de planer jusqu'à la rive, tout en ayant une certaine hauteur en réserve en cas de panne du moteur. Conformez-vous à toute restriction qui pourrait limiter votre altitude. Pensez à vos besoins au moment de lire une carte. Vous pouvez voir plus de détails à basse altitude, mais vous pouvez voir plus loin à haute altitude.

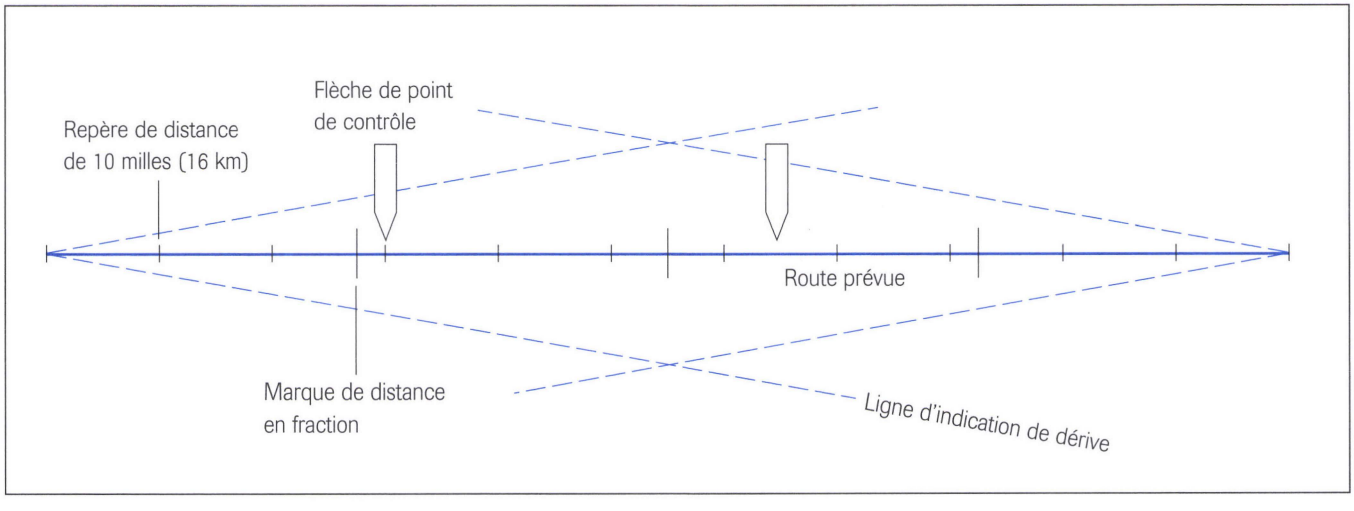


Figure 2-58 Préparation de la carte

Formule de préparation de vol

Une formule de préparation de vol est un plan organisé et un relevé pour le vol qui réduisent au minimum les risques d'oubli de données importantes et qui ont trait aux calculs en vol (figure 2-59). Il n'y a pas de formule unique, puisque différentes formules reflètent diverses exigences ou préférences, mais elles doivent toutes allier une information complète à la clarté de la disposition pour faciliter la consultation du relevé en vol. Beaucoup de pilotes préfèrent un relevé imprimé sur du papier 8 x 11 po (20 x 28 cm), dont la moitié est réservée à la planification du vol, et l'autre, à la tenue des données en vol. Certains organismes de formation aiment fournir de l'espace pour les conditions météo, les NOTAM et les calculs de masse et de centrage. D'autres préfèrent utiliser des feuilles distinctes à cette fin.

Plan de vol et itinéraire de vol

Ce n'est que simple bon sens que de dire à quelqu'un où vous prévoyez vous rendre, quand et de quelle façon. Un plan de vol déposé auprès des services de la circulation aérienne (ATS) est le meilleur moyen de le faire. Les pilotes peuvent aussi déposer un *itinéraire de vol,* ce qui signifie donner des détails de votre vol aux ATS ou à une personne responsable, laquelle avisera les autorités compétentes si vous n'arrivez pas à destination.

Que vous déposiez un plan de vol ou un itinéraire de vol, l'objectif consiste à pouvoir vous retrouver le plus rapidement possible s'il vous arrivait quelque chose et que vous deviez faire un atterrissage forcé ou un déroutement.

Départ

Trois procédures de base pour le départ peuvent être utilisées au début d'un vol voyage. Il y a d'abord le *départ à la verticale,* où vous montez dans le voisinage de l'aéroport pour atteindre l'altitude de croisière, puis vous prenez le cap à la verticale de l'aéroport. Cette procédure prend du temps, consomme du carburant et peut vous mettre en conflit avec d'autres aéronefs, mais elle vous offre un repère fixe pour le départ. On s'en sert souvent lorsque l'aéroport est situé au milieu d'un

Formule de préparation de vol

							Distances/vitesses en				kt / mph	(√)
De – À	Alt.	IAS (vi)	TAS (vv)	Route (v)	Vent	Route (v)	Décl.	Cap (m)	Vs	Dist.	Temps	Qtée carb.
Melfort – Point de contrôle n° 1	↗	*90*	–	*135*			*17E*	*118*		*2*	*2*	
Point de contrôle n° 1 – Humboldt	*4500*	*115*	*120*	*204*	*290/20*	*214*	*17E*	*197*	*117*	*43*	*22*	*8*
											24	*8*

Prévisions météorologiques
YXE/YPA
050 SCT OVC 070 6-8 SM-SHRA
OCNL RAFALES 30
3-280/15 10°
6-300/25 6°

Bulletins de station en route

Fréquences radio en route et aides à la navigation
YPA VOR 113,0
YXE VOR 116,2
TWR 118,3

Tour 315 pi (96 m) 1 mille (1,6 km) au nord de Humboldt

Renseignements sur la destination
YXE 40 SCT ONNL 6 SM-SHRA

Prévisions *W/V 275/20G25*

Piste (s) *09-27 1900 pi (579 m) gazon*
1865 pi (568 m) au-dessus du niveau de la mer

Composante vent de travers – 10° à 6 kt
Humboldt – 072° radiale YXE VOR
Téléphone YXE pour WX 306-665-4265
Plan de vol YXE 306-242-8227

Figure 2-59 Formule de préparation de vol

vaste terrain sans caractéristique distinctive ou lorsque la visibilité est limitée. Un autre type de départ est la *procédure par repère géographique,* selon laquelle vous effectuez la mise en cap à partir d'un repère distinct au sol à quelque distance de l'aéroport. Cette méthode vous permet de vous concentrer sur la procédure de départ avant de vous occuper de la mise en cap. On s'en sert souvent au départ d'aéroports achalandés ou de ceux dont l'espace aérien est soumis à des restrictions. Veillez à choisir un point géographique distinct et facile à trouver. Le dernier type de départ est la *montée en route,* dans laquelle vous décollez puis, à une altitude de sécurité, vous tournez pour intercepter la route à suivre et enfin, vous montez en route. Cette procédure est rapide et directe, mais vous pourriez être très préoccupé et il est parfois difficile de déterminer à quel moment vous êtes établi sur la route à suivre.

Procédure de mise en palier

Posez l'avion en palier à l'altitude que vous voulez et à la vitesse que vous avez prévue, puis compensez soigneusement l'aéronef. Vérifiez la température extérieure pour confirmer qu'elle correspond bien à ce à quoi vous vous attendiez. Si ce n'est pas le cas et que vous prévoyez voler à une certaine vitesse indiquée, la vitesse vraie que vous avez prévue ne sera pas correcte.

Appauvrissez le mélange au besoin et réglez l'indicateur de cap. Passez en revue les instruments du moteur et des systèmes de l'aéronef, puis vérifiez le sélecteur de carburant et la quantité de carburant.

Mise en cap

Il est utile que vous ayez une procédure ou une routine que vous puissiez utiliser au début de toute étape d'un vol voyage. Lorsque vous vous trouvez au-dessus d'un point de mise en cap sur le cap compas désiré, inscrivez l'heure, puisqu'elle servira de base à toutes vos estimations et à vos heures d'arrivée prévues. Conservez le cap et vérifiez l'angle de départ à vue, puis comparez l'indicateur de cap au compas et vérifiez les principaux détails sur la carte pour confirmer que l'aéronef se dirige en fait dans la bonne direction. Enfin, calculez une estimation pour le premier point de contrôle et une heure d'arrivée prévue pour la fin de l'étape.

En route

Lecture de la carte

Disposez les cartes de manière que leur consultation permette en même temps d'actionner facilement les commandes de l'aéronef. Une carte doit être pliée de façon que la section utilisée se présente facilement, avec un minimum de pliage et de manipulation en vol. Si plus d'une carte est utilisée, elles doivent être disposées dans l'ordre dans lequel elles seront utilisées.

La lecture efficace d'une carte peut se diviser en quatre étapes : l'orientation, l'anticipation, la confirmation et le repérage.

L'*orientation* de la carte renvoie au fait de la tenir de manière que la route à suivre soit parallèle à votre route au sol. Il est ainsi plus facile de comparer les détails sur la carte à ceux qui se trouvent au sol, ce qui est bien plus important que de tenir la carte de façon à pouvoir lire le nom des lieux.

L'*anticipation* renvoie à l'utilisation de l'instrument qui est aussi important que le compas en navigation — la montre. L'expression « de la montre à la carte au sol » signifie de consulter d'abord votre montre pour anticiper les détails qui deviendront visibles dans quelques minutes. En anticipant l'endroit où vous vous trouverez, vous pouvez étudier la carte pour vous familiariser avec les détails qui vous permettront d'identifier hors de tout doute un endroit au sol. Cette technique peut être modifiée à « de la montre au sol à la carte » si vous n'êtes pas sûr de votre position.

La *confirmation* renvoie à l'identification certaine d'un repère au sol. Par exemple, si c'est une ville, soyez sûr que tous les détails qui l'entourent (routes, voies ferrées, cours d'eau, lacs, lignes de transport d'électricité, etc.) correspondent exactement avant de confirmer votre identification.

Le *repérage* renvoie à l'identification de votre position par rapport à une heure et à un endroit, et à son inscription sur votre carte. Beaucoup de pilotes font un point à leur position précise, l'encerclent et inscrivent l'heure près de celui-ci.

Vérification de la vitesse-sol

Pour qu'une vérification de la vitesse-sol soit précise, vous devez être établi à votre altitude de croisière, sur votre cap et à la bonne vitesse pour toute la distance de la vérification. Effectuez une vérification de la vitesse-sol au premier point de contrôle identifié, idéalement entre 10 et 25 milles (18 et 45 km) du point de départ. Utilisez la règle à calcul, à moins que les valeurs se prêtent facilement au calcul mental. Les autres vérifications de la vitesse-sol et les révisions de l'heure d'arrivée prévue doivent être faites chaque fois que des facteurs comme la route, le vent et la vitesse changent.

Vérifications du poste de pilotage

Effectuez les vérifications du poste de pilotage à intervalles réguliers. Elles doivent comprendre le

réglage de l'indicateur de cap, la vérification des instruments du moteur et des systèmes de l'aéronef, ainsi que la confirmation que la consommation de carburant se fait à la cadence que vous aviez prévue.

Rapports de position

Les rapports de position VFR sont faciles à faire et devraient faire partie de la routine de tout vol voyage. La mise à jour de votre position permet aux autres de savoir où vous vous trouvez à un moment donné. Si vous tardez à arriver à destination, ce type de rapport peut réduire grandement le temps pris par les équipes de recherche et de sauvetage pour vous retrouver.

Rapport météorologique de pilote (PIREP)

Le fait de signaler les conditions météorologiques que vous rencontrez en route peut être très utile aux autres pilotes. Toute indication qui diffère considérablement de celles qui sont indiquées dans les prévisions ou les rapports est importante. Les pilotes sont particulièrement intéressés à obtenir des renseignements sur les turbulences, le givrage, les orages, les vents forts, les précipitations importantes ou les baisses de plafond et de visibilité. On peut communiquer un PIREP à toute installation des services de la circulation aérienne, par exemple une station d'information de vol.

Écarts et corrections de route

À cause des imprécisions dans les prévisions de vent, dans la technique de navigation ou dans le pilotage de l'aéronef, des écarts par rapport à la route à suivre se produisent souvent et nécessitent des corrections de cap pour ramener l'aéronef sur la route. Avant de parler de corrections, il convient de définir les termes suivants :

Route à suivre. La trajectoire projetée de l'aéronef au-dessus du sol.

Route réellement suivie. La trajectoire réelle de l'aéronef au-dessus du sol.

Écart de route. L'angle entre la route à suivre et la route réellement suivie, mesuré en degrés, et toujours exprimé comme étant à gauche ou à droite de la route à suivre.

Angle d'ouverture. L'angle entre la route à suivre et la route réellement suivie.

Angle de fermeture. L'angle entre l'ancienne route à suivre et la nouvelle route à suivre pour arriver à destination.

Lignes d'indication de dérive à 10°

À la figure 2-60, les lignes d'indication de dérive à 10° sont des droites divergentes à partir du point de mise en cap et qui se referment au point de destination. Ces lignes permettent au pilote d'estimer avec une précision raisonnable les écarts de route et les changements de cap nécessaires.

Le point A de la figure 2-60 représente un point de la route réellement suivie, situé 7° à gauche de la route à suivre, ce qui donne un angle d'ouverture de 7°. On peut estimer l'angle plus précisément en traçant une bissectrice (ligne B) et en se servant de ce repère pour se situer. On peut déterminer les angles de fermeture de la même façon en se servant des lignes d'indication de dérive à 10° qui convergent vers le point de destination. L'angle entre la route à suivre et une ligne reliant le point C au point de destination est en fait un angle de fermeture de 4°.

Corrections de cap

Une fois que vous avez établi la position de l'aéronef avec exactitude, si elle ne se trouve pas sur la route à suivre, vous devez décider de la meilleure mesure à prendre pour corriger la situation. Normalement, il faut voler sur environ 10 à 25 milles (18 à 45 km) avant de tenter d'estimer l'écart de route, parce que les écarts réalisés sur une courte distance sont considérablement amplifiés. On peut modifier le cap de l'aéronef pour que

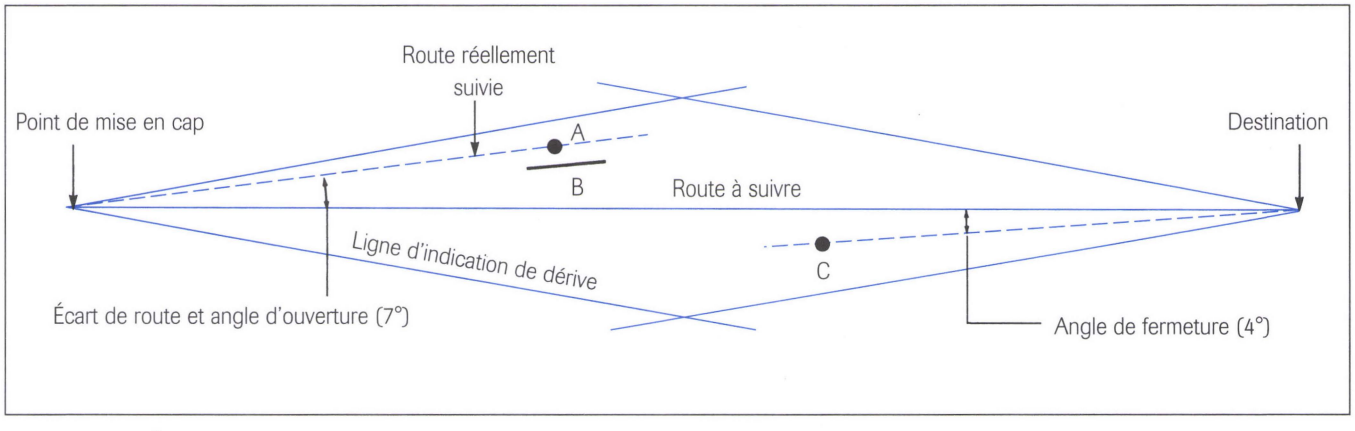


Figure 2-60 Écarts de route et angles d'ouverture et de fermeture

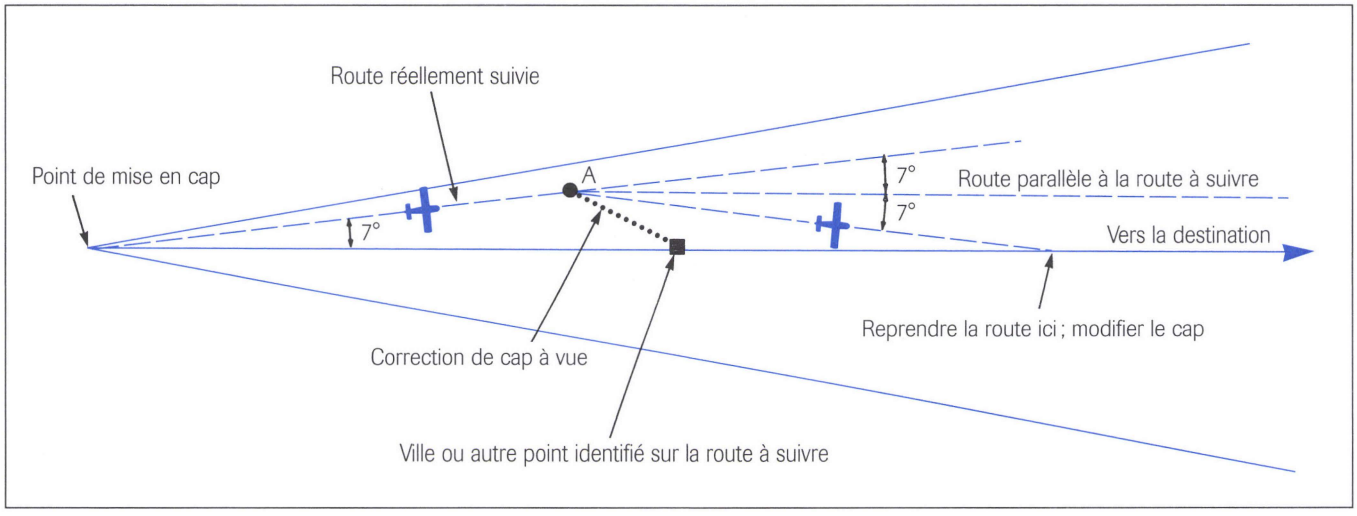


Figure 2-61 Méthode de doublement de l'écart de route

ce dernier revienne sur la route à suivre ou pour qu'il se dirige directement à destination. Votre choix dépendra de la position de l'aéronef. Il est habituellement préférable de revenir sur la route à suivre, puisque c'est celle que vous avez étudiée et, en outre, parce qu'il est plus facile de suivre une ligne déjà tracée sur votre carte.

Dans la mesure où l'aéronef n'a pas dépassé le point de mi-parcours, on peut se servir de la méthode « doubler l'écart de route » ou de la méthode « correction de cap à vue ». Si l'aéronef a dépassé le point de mi-parcours, vous pouvez toujours utiliser la méthode de correction de cap à vue, ou bien la méthode selon laquelle vous additionnez les angles d'ouverture et de fermeture. Chacune des méthodes est présentée en détail un peu plus loin, mais voyons d'abord quelques notions élémentaires de géométrie.

Pour comprendre comment fonctionnent ces diverses méthodes, il est essentiel de savoir que si l'on modifie le cap de l'aéronef en direction de la route à suivre d'un nombre de degrés égal à l'écart de route ou à l'angle d'ouverture, le cap résultant va nous mettre sur une route parallèle à la route à suivre. Au moyen des lignes d'indication de dérive à 10° de la figure 2-61, on peut voir que la route réellement suivie s'écarte de la route à suivre selon un angle de 7°. Si l'on change le cap de 7° vers la droite, on obtient alors un cap qui nous garde sur une route parallèle à la route à suivre et qui est à peu près le cap à conserver lorsqu'on revient sur cette route. Ce qu'il vous faut maintenant, c'est regagner la route à suivre de façon ordonnée. Une fois que c'est fait, vous pouvez voler sur un cap corrigé pour rester sur la route à suivre. Par ailleurs, vous avez aussi le choix de voler directement à destination à partir de votre position à l'écart de la route.

Comme on l'a vu précédemment, il y a plusieurs méthodes à la disposition des pilotes pour corriger des écarts de route. Lorsque vous en choisissez une, vous devez tenir compte de la visibilité, de la disponibilité de bons repères au sol, de la distance jusqu'à la destination et de votre expérience de pilote.

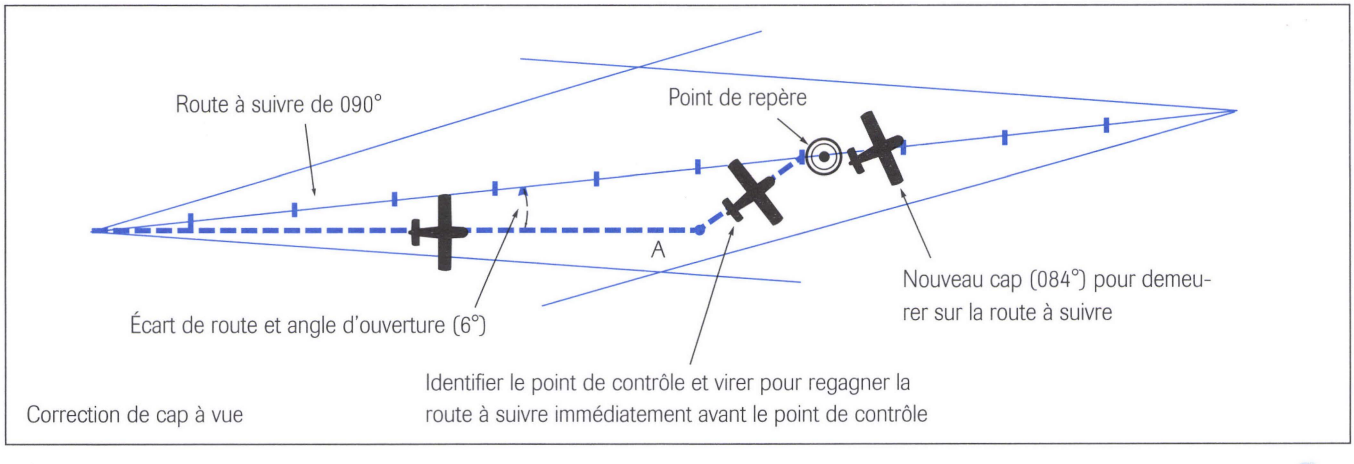
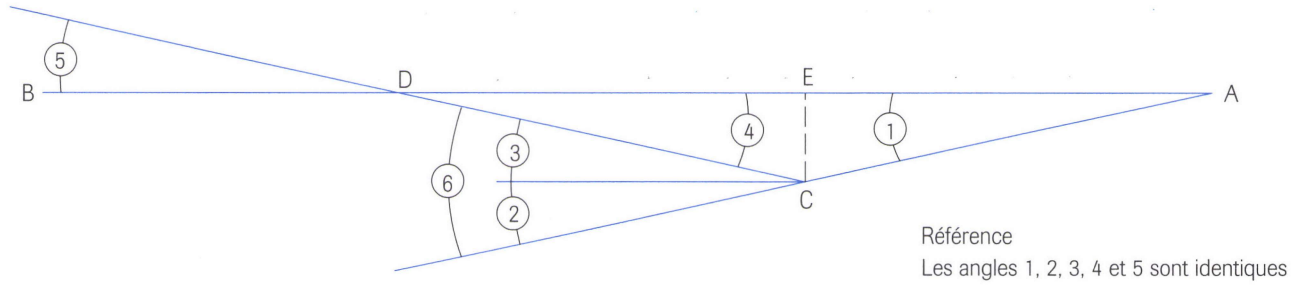
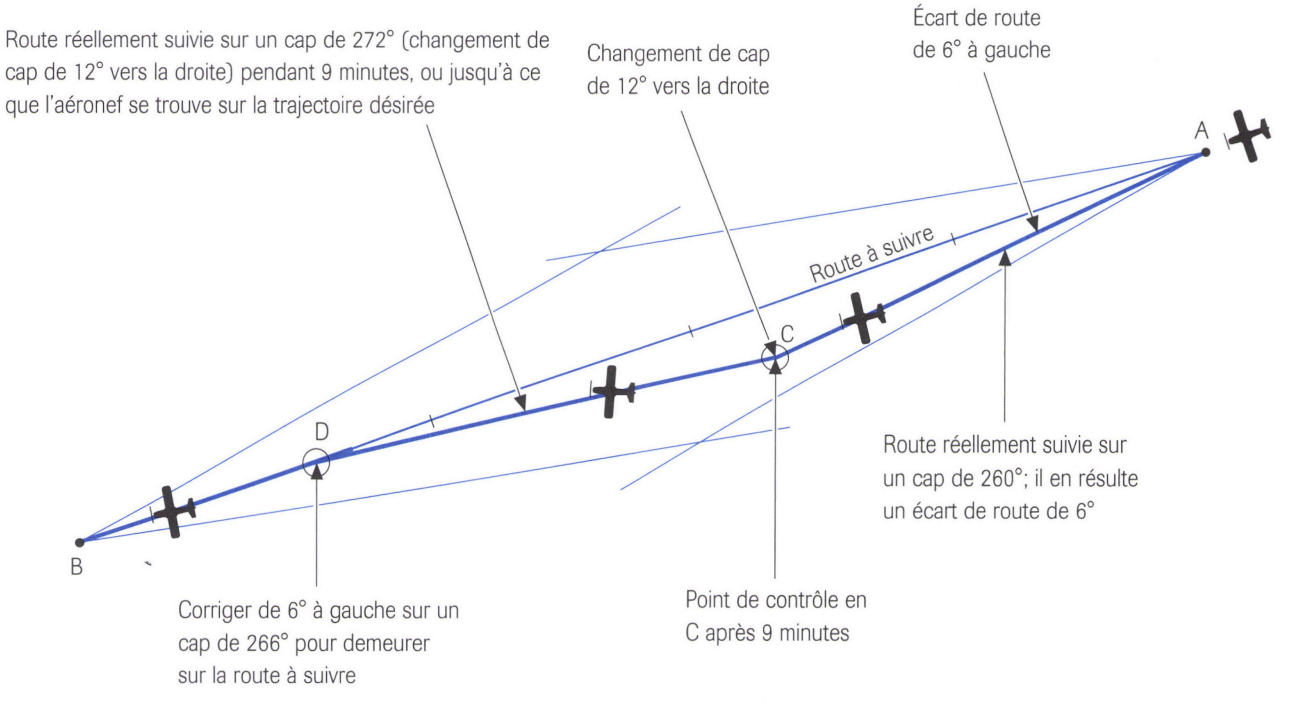


Figure 2-62 Corrections de cap à vue

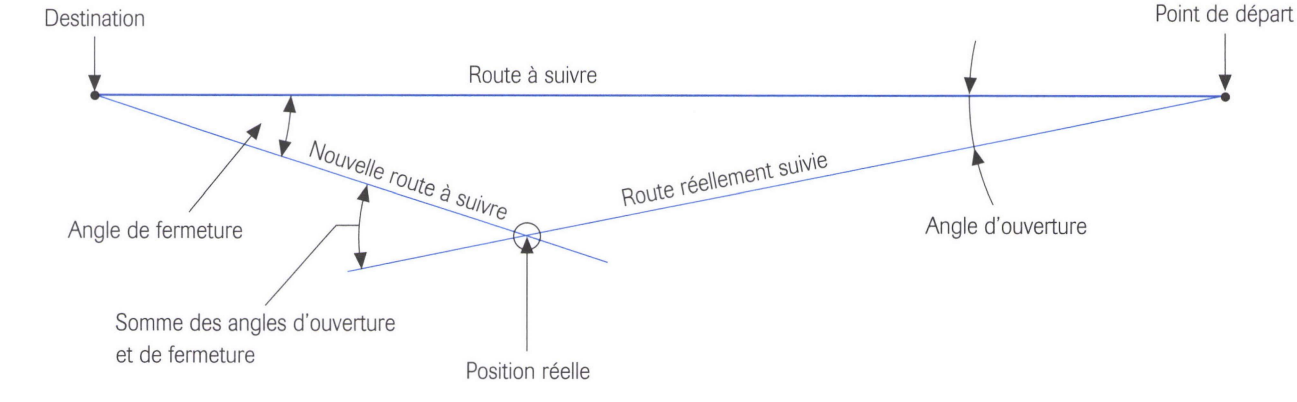


Référence
Les angles 1, 2, 3, 4 et 5 sont identiques
AC = CD
AE = ED

Principe des lignes à 10°



Utilisation des lignes à 10° pour revenir sur la route à suivre



Principe des angles d'ouverture et de fermeture

Figure 2-63 Méthode de correction de route

Méthode de correction de cap à vue

De temps en temps, lors de la prise de position à un point de contrôle, vous voyez que vous vous trouvez à gauche ou à droite de la route à suivre ; une façon de regagner cette route est d'effectuer une *correction de cap à vue*. Prenons la figure 2-62 comme exemple. Vous établissez votre position au point A et remarquez que l'écart de route est de 6° à droite de la route à suivre. Volez à vue du point A au point de contrôle clairement identifié sur votre route à suivre. Une fois rendu à ce point, vous devez suivre un cap compas de 084° (090° - 6°) pour demeurer sur la route à suivre. Cette méthode convient particulièrement s'il y a de bons repères au sol et que vous êtes absolument sûr que le point choisi se trouve réellement sur votre route à suivre.

Méthode de doublement de l'écart de route

Si un manque de repères au sol ou toute autre raison excluent le recours à la méthode de correction de cap à vue, vous devriez utiliser la méthode de doublement de l'écart de route. Il s'agit simplement de doubler la valeur de l'écart de route ou de l'angle d'ouverture et d'appliquer le résultat au cap initial vers la route à suivre. L'aéronef va regagner la route à suivre en à peu près autant de temps qu'il en a pris pour s'en écarter. Il atteindra alors cette route à une distance le long de celle-ci égale au double de la distance du point de mise en cap au point de changement de cap (point D de la figure 2-63). Dès que vous regagnez la route à suivre, il vous faut soustraire la moitié de la valeur de correction appliquée au cap initial afin d'obtenir le cap qui permettra à l'aéronef de demeurer sur la route à suivre.

Voyons maintenant un exemple pratique sur la figure 2-64. Vous décollez de l'aéroport de Scott et vous prenez votre cap à 10 h au-dessus du point où la voie ferrée traverse la rivière King, dans la ville de Cadenhead. D'après vos calculs, vous devez conserver un cap compas de 065° pour le voyage à l'aéroport de Penner, situé à 148 milles (274 km) de là. Après 14 minutes de vol (10 h 14), vous faites une prise de position à l'extrémité nord du lac Labrie et vous déterminez, au moyen des lignes d'indication de dérive à 10°, que vous vous trouvez à 7° à droite de la route à suivre. Un changement de cap de 7° (058°) à gauche vous placerait sur un cap qui donnerait une route parallèle à la route à suivre. Mais comme vous désirez regagner la route au moyen de la méthode du doublement de l'écart de route, vous modifiez le cap pour afficher 051° (065° - 14° = 051°). Vous tenez ce nouveau cap pendant 14 minutes et vous regagnez la route juste au sud du coude de la rivière Mayer, à 10 h 28. À ce moment, vous modifiez le cap de 7° vers la droite et vous conservez le cap de 058°. Tout élément topographique près de la ligne de la route à suivre ou dans son voisinage qui confirme que vous avez réellement regagné la route sera utile ; mais s'il n'y en a pas, modifiez votre

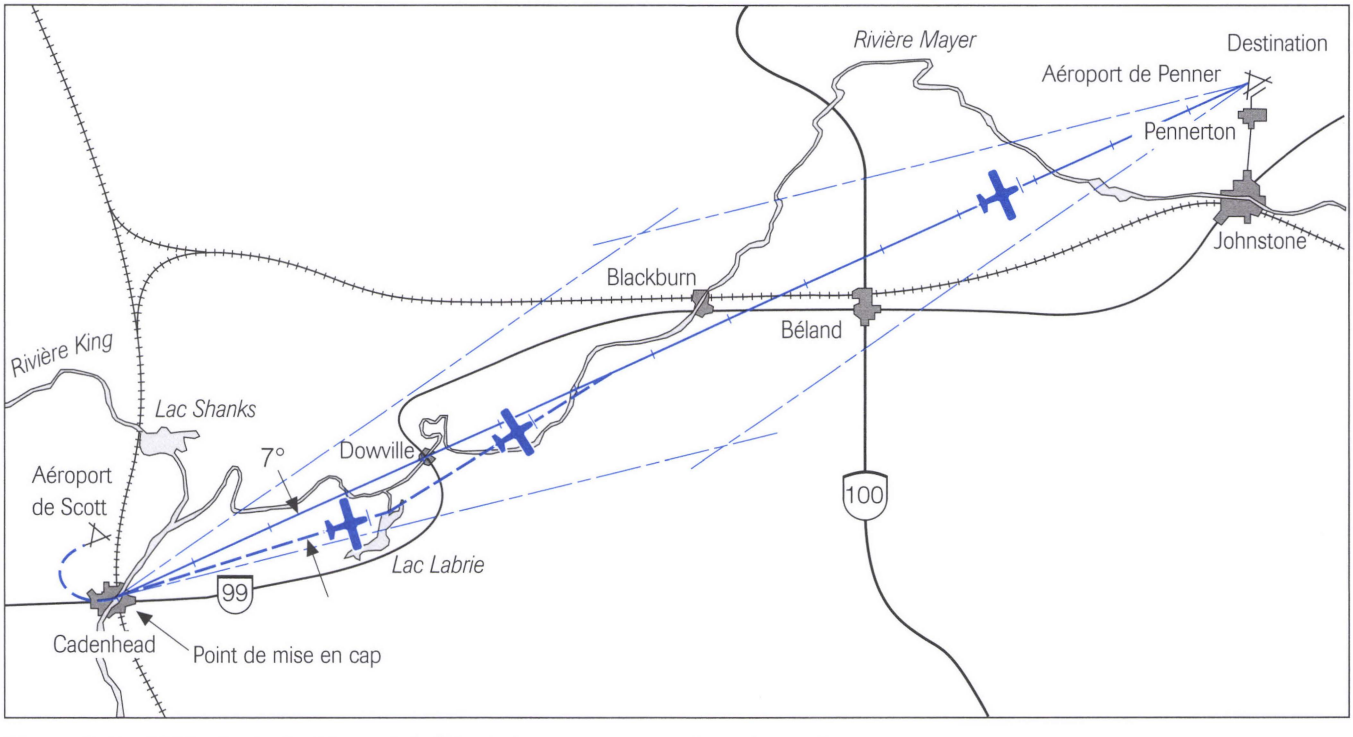


Figure 2-64 Méthode de doublement de l'écart de route et corrections de cap à vue

cap à l'heure calculée. Vous pouvez maintenant réviser votre heure d'arrivée prévue pendant que vous volez vers la route à suivre.

Méthode des angles d'ouverture et de fermeture

Doubler l'écart de route ne convient pas si vous vous trouvez au-delà du point de mi-parcours d'une étape. Comme il faut autant de distance pour regagner la route qu'il en a fallu au départ pour s'en écarter, vous ne regagneriez la route que quelque part après votre point de destination ou point tournant. Les méthodes de *correction de cap à vue ou des angles d'ouverture et de fermeture* peuvent être utilisées dans ce cas. Comme nous avons déjà parlé de la méthode de correction de cap à vue, voyons maintenant le principe régissant la méthode des angles d'ouverture et de fermeture. Revenez quelques pages en arrière et étudiez les définitions d'un angle d'ouverture et d'un angle de fermeture. En retournant aux principes de base de géométrie et en consultant la figure 2-65, on peut voir qu'en corrigeant le cap d'une valeur égale à la *somme* des angles d'ouverture et de fermeture, on devrait pouvoir se rendre à destination.

Dans la figure 2-66, la ligne A-B traverse le point C, où se fait le changement de cap, et est parallèle à la route à suivre. Au point C, qui se situe à 4° à gauche de la route à suivre, une correction de cap de 4° vers la droite nous placerait parallèlement à la route à suivre. L'angle X est égal à l'angle Y (l'angle de fermeture) et, au moyen des lignes d'indication de dérive à 10°, nous pouvons déterminer que l'angle Y est égal à 7°. Par conséquent, au point C, une correction de cap à droite de 11° (4° + 7° = 11°) devrait permettre à l'aéronef de se rendre directement à destination.

Voyons maintenant un exemple pratique. À la figure 2-67, le cap calculé pour voler de l'aéroport de Speer à l'aéroport de Hemming est de 105° au compas. L'heure de mise en cap : 9 h. Le premier point de contrôle fiable ne s'est présenté que 35 minutes plus tard, près de l'endroit où la voie ferrée nord-sud traverse l'autoroute 10, à 82 milles (151 km) le long de la route. À l'aide des lignes d'indication de dérive à 10°, nous trouvons que l'angle d'ouverture est de 4° et que l'angle de fermeture est de 6°. Par conséquent, pour voler directement vers l'aéroport de Hemming, il faut effectuer une correction de cap de 10° (4° + 6° = 10°) pour prendre un cap de 115° (105° + 10°). Comme on a trouvé que la vitesse-sol était de 141 kt (261 km/h) et qu'il reste 49 milles (91 km) à parcourir, l'heure d'arrivée prévue serait 9 h 56. Il faut bien comprendre ici que la méthode des angles d'ouverture et de fermeture peut être utilisée à n'importe quel endroit le long de la route à suivre, et non pas seulement après qu'on a atteint le point de mi-parcours. Par ailleurs, on aurait

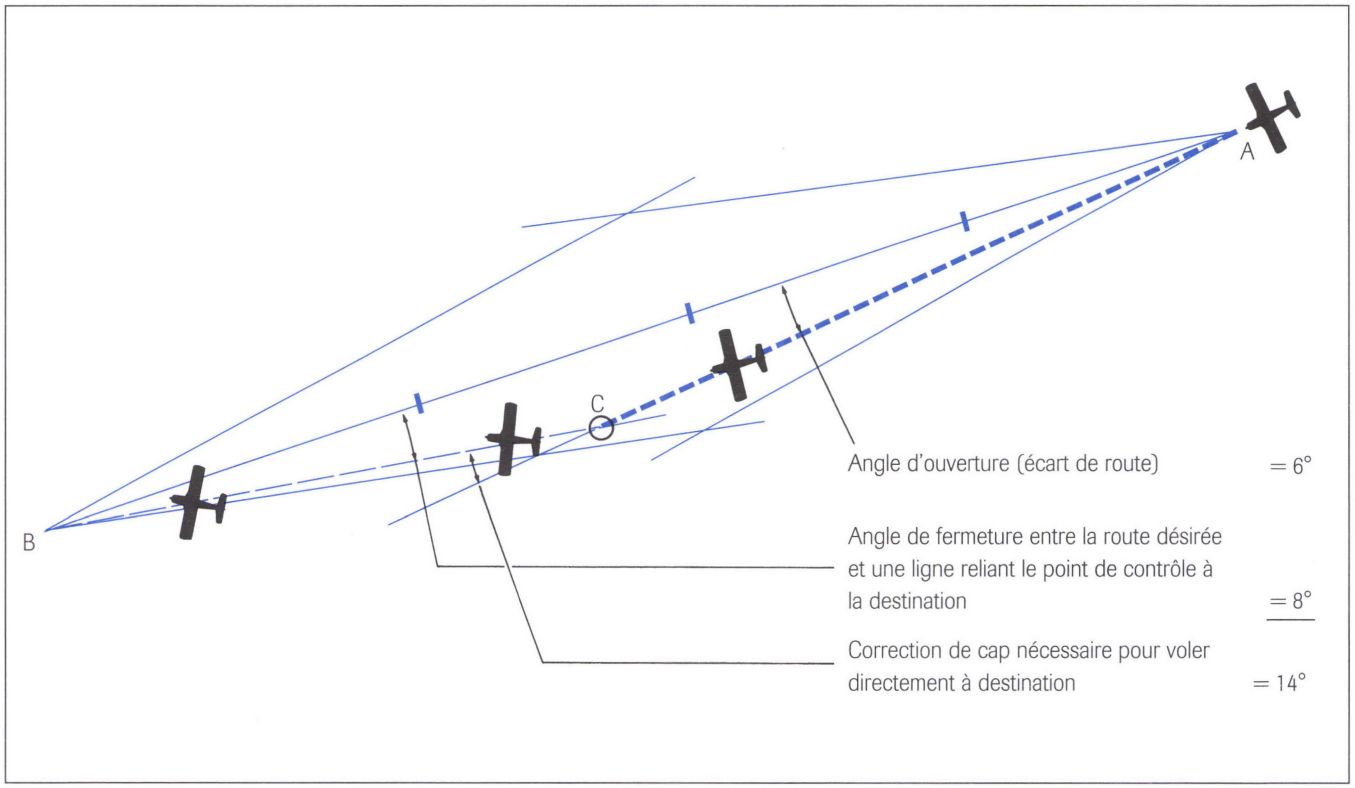


Figure 2-65 Principe des angles d'ouverture et de fermeture

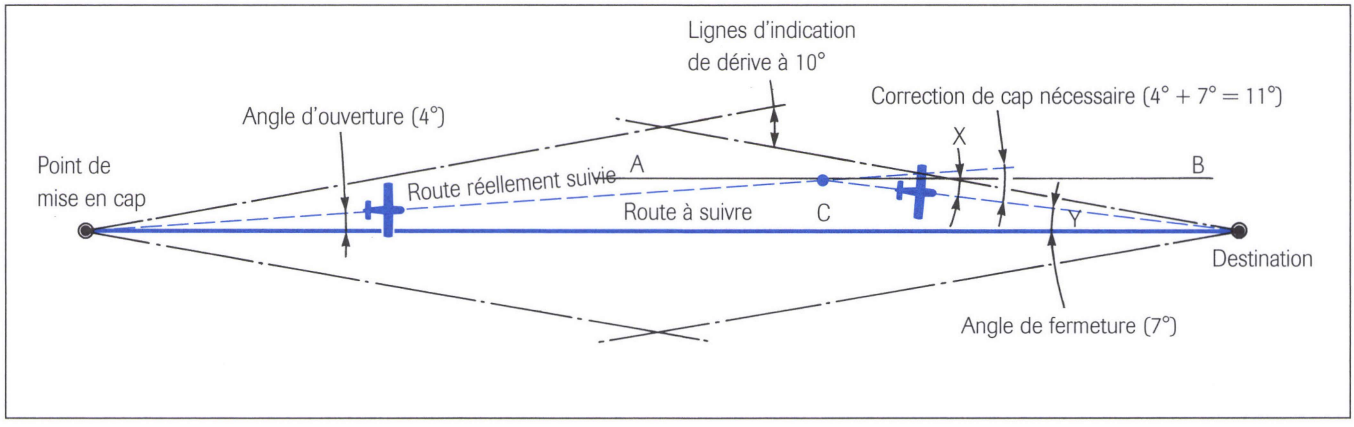


Figure 2-66 Suivre une route

pu faire une correction de cap à vue au point où la route à suivre d'origine rencontre la courbe de la voie ferrée à Rogers Mines. Un cap de 109° (105° + 4° d'angle d'ouverture) pris à ce moment aurait tenu l'aéronef sur la route à destination de l'aéroport de Hemming.

Méthode de compensation de la dérive

Les pilotes chevronnés établissent souvent le cap en compensant constamment en fonction de la dérive pendant la progression du vol. C'est ce qu'on appelle la *méthode de compensation de la dérive*. Lorsque le cap permettant de maintenir une route voulue est déterminé par cette méthode, on peut facilement calculer l'angle de la dérive si c'est nécessaire. La visibilité doit être telle qu'il y a suffisamment de points de contrôle qui permettent de conserver une route précise.

Choisissez au moins deux points de contrôle évidents, suffisamment distancés (5 à 10 milles [10 à 20 km ou plus], selon le relief) sur la route voulue en avant de l'avion. Conservez un cap qui tienne le point de contrôle le plus rapproché aligné avec le point de contrôle le plus éloigné. Lorsque l'aéronef et les points de contrôle demeurent sur une même ligne, le cap affiché au compas sera le cap à conserver pour le reste du vol, pourvu que le vent ne change pas. Afin de compenser continuellement l'effet du vent, choisissez un autre point de contrôle plus loin sur la route avant d'atteindre le point de contrôle le plus rapproché ; répétez ensuite la procédure d'alignement et de compensation de la dérive. Calculez la vitesse-sol d'après le temps et la distance entre les points de contrôle pour conserver la précision des heures d'arrivée prévues.

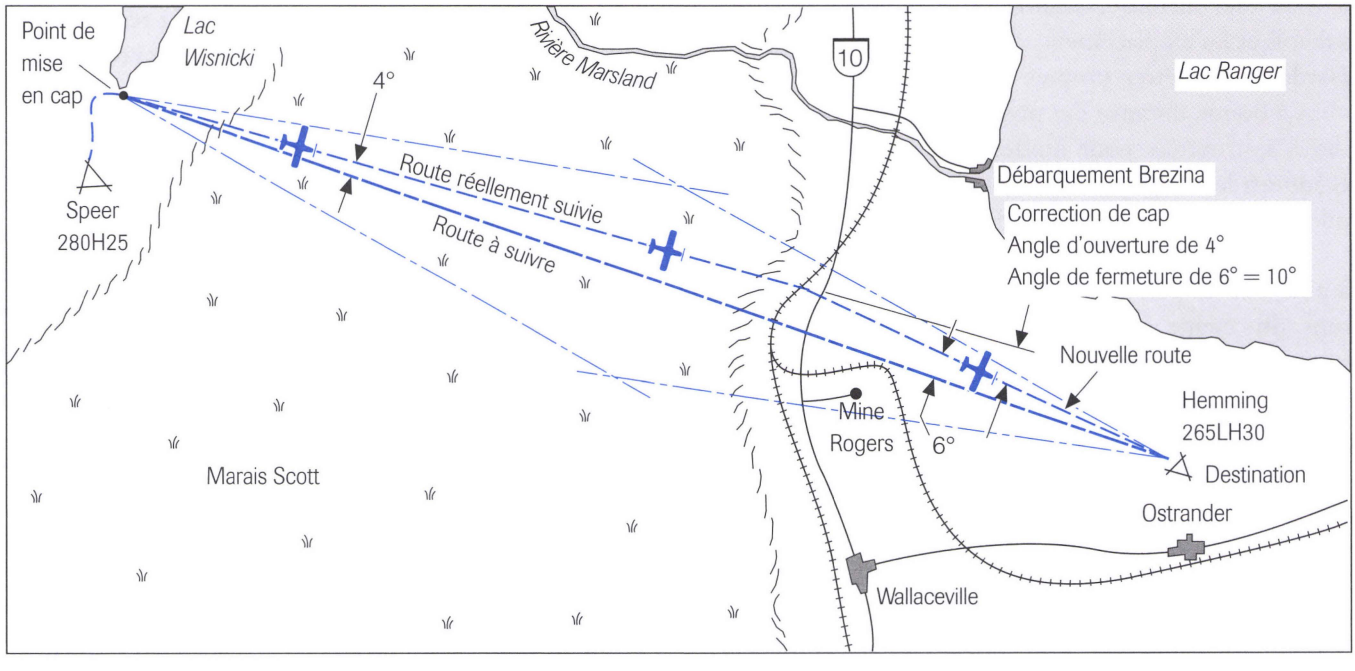


Figure 2-67 Suivre une route : exemple pratique

Feuille de navigation

Le pilote navigateur a peu de temps pour faire des inscriptions en vol, mais les données suivantes comptent parmi celles qui devraient être inscrites sur la feuille de navigation :

1. heure de départ et heure d'ouverture du plan de vol ;
2. heure de la mise en cap ;
3. chaque cap compas (utiliser trois chiffres — ex.: 037) ;
4. heure à laquelle l'avion prend un nouveau cap compas ;
5. heures d'arrivées prévues aux points tournants et à destination ;
6. heure de passage à la verticale ou par le travers des points de contrôle et des points tournants ;
7. nouvelles vitesses-sol et heures d'arrivée prévues révisées.

Autres considérations

Éviter un abordage

Voici des moyens simples à utiliser pour réduire au minimum les risques d'abordage en vol. Vérifiez votre état physique, mental et émotionnel et prenez garde aux manques d'attention et aux distractions, qui peuvent briser la concentration pendant le vol. Étudiez votre route soigneusement en portant une attention particulière aux zones d'activité aérienne plus intense. Faites particulièrement attention lorsque vous traversez des voies aériennes ou que vous pénétrez dans des zones où le trafic est concentré, comme les zones de services consultatifs et les emplacements d'aides à la radionavigation. Gardez les fenêtres propres et non obstruées. Tenez-vous à bonne distance des nuages. Respectez les procédures appropriées pour quitter un circuit ou y entrer. Réduisez le temps passé à vous affairer dans le poste de pilotage en étant bien organisé avant le vol.

Tous les aéronefs ont des angles morts. Un aéronef à ailes hautes présente un angle mort critique dans le sens du virage, dès qu'il s'incline. Une aile basse masque toute la zone située sous l'aéronef. La combinaison la plus dangereuse d'événements qui pourrait causer un abordage se produit lorsqu'un aéronef à ailes basses descend de l'arrière vers un aéronef à ailes hautes, ou qu'un aéronef à ailes hautes monte de l'arrière vers un aéronef à ailes basses. Par conséquent, dans les montées et les descentes prolongées, vous devriez faire de petits virages pour vous assurer qu'il n'y a pas d'aéronef dans la zone située au-dessus ou en dessous de votre aéronef.

Servez-vous de votre équipement de bord. Les feux extérieurs de l'aéronef peuvent aider à éviter les abordages. Les feux anti-collision et de navigation, les feux stroboscopiques à haute intensité et les phares d'atterrissage rendront votre aéronef plus visible le jour et encore bien plus la nuit. Les transpondeurs permettent aux contrôleurs de connaître la position de votre aéronef par rapport aux autres aéronefs.

Assurez-vous d'afficher les fréquences radio appropriées lorsque vous êtes en route. Vous serez ainsi mieux informé au sujet des autres aéronefs et des conditions météorologiques. Le *Supplément de vol Canada* spécifie la fréquence à afficher en fonction de l'espace aérien dans lequel vous volez. Si vous avez deux radios, ce ne serait pas une mauvaise idée que vous en régliez une sur la fréquence d'urgence de 121,5 MHz.

Écoutez attentivement tous les messages radio. Portez attention aux messages de pilotes qui signalent leur position à la tour, aux stations d'information de vol et syntonisez les fréquences du trafic aérien. Vous pourrez vous faire ainsi une image mentale du trafic aérien dans le voisinage. Appelez aux points appropriés pour signaler votre position, votre altitude et vos intentions. Aussi, scrutez bien le ciel parce qu'il pourrait y avoir des aéronefs sans radio à proximité ou affichant une fréquence différente.

Vous devez être en mesure de balayer une grande partie du ciel de façon méthodique sans oublier les petits objets. Même l'œil le plus exercé ne décélera pas d'autres aéronefs à moins que le pilote, aux aguets, ne s'attende à diverses situations et ne sache comment scruter le ciel. Pour identifier une cible, il faut la repérer, concentrer son attention sur elle et la reconnaître. Les cibles mobiles sont plus faciles à apercevoir que les cibles fixes, et il peut y avoir d'autres indices, comme des réflections et des feux clignotants. Malheureusement, un aéronef sur une trajectoire d'abordage semble immobile dans le pare-brise jusqu'aux dernières secondes et est particulièrement difficile à repérer. Dès que vous apercevez l'autre aéronef, n'oubliez pas le reste du ciel. Si l'aéronef se déplace sur le pare-brise, vous ne vous trouvez probablement pas sur une trajectoire d'abordage, mais continuez à surveiller sa position. Si l'aéronef ne semble pas se déplacer, surveillez-le attentivement et préparez-vous à éviter un abordage.

Scruter le ciel se fait en deux étapes : d'abord le lent déplacement des yeux sur le champ de vision permet à la vision périphérique de déceler une cible ou un mouvement, puis la vision centrale permet de les identifier. Il y a diverses façons de scruter le ciel, mais une façon courante de le faire est de l'examiner par secteur. Par

exemple, le pilote divise le ciel en segments d'environ 30° et, à partir du milieu du pare-brise, balaie lentement chaque secteur en faisant une pause au centre de chacun d'eux. Le balayage se fait sur les deux segments à gauche, puis revient brusquement au centre pour se faire sur les deux segments de droite. N'oubliez pas : le balayage ne doit pas seulement se faire sur tout le champ de vision (environ 150°), mais aussi couvrir une zone située à 10° au-dessus et en dessous du plan horizontal. Ainsi, vous couvrirez les zones les plus susceptibles de contenir d'autres aéronefs qui pourraient présenter un risque d'abordage.

L'outil le plus important pour éviter les abordages demeure votre façon de balayer le ciel des yeux. Regardez où vous allez et surveillez les autres aéronefs. Scrutez constamment le ciel.

Il faut du temps et des efforts pour développer une bonne technique de balayage, mais elle doit devenir une seconde nature lorsque vous volez. Rappelez-vous qu'il s'agit d'une tâche parmi les autres tâches du pilote et qu'elle peut être compromise par la fatigue, l'ennui, la maladie, l'anxiété ou les soucis.

Deux aéronefs légers approchant l'un de l'autre face à face à une vitesse de 120 kt (220 km/h) se rapprochent en fait à une vitesse de 240 kt (445 km/h). S'ils deviennent visibles pour l'autre à une distance de 3 milles (5 km), les pilotes n'auront que 45 secondes pour déterminer et exécuter la manœuvre d'évitement appropriée. Dans une visibilité d'à peine un mille (1,6 km), le temps consacré à la décision et à l'exécution de la manœuvre n'est plus que de 15 secondes. Ces durées se fondent sur le fait que le pilote commandant de bord aperçoive clairement l'autre aéronef au début de la zone de visibilité ; en temps normal, l'autre aéronef pourrait ne pas être aperçu avant qu'il se trouve bien à l'intérieur de la zone de visibilité, ce qui réduit d'autant plus le temps disponible pour prendre la mesure qui s'impose.

Avis de conflit avec d'autres aéronefs

Dans un espace aérien contrôlé où le trafic aérien est surveillé au radar, le contrôle de la circulation aérienne (ATC) peut indiquer qu'un aéronef se rapproche trop d'un autre en utilisant le système des positions horaires présenté dans la *Publication d'information aéronautique*. Lorsqu'on vous avise de la présence d'un autre aéronef, accusez réception du message et indiquez au contrôleur si vous avez l'aéronef en vue. L'ATC peut continuer à vous donner des indications jusqu'à ce que vous aperceviez l'autre aéronef ou qu'il n'y ait plus de risque d'abordage.

Arrivée

La préparation de l'arrivée à un aéroport doit commencer au moment de la planification du vol. Revoyez l'information contenue dans le *Supplément de vol Canada* pour vous familiariser avec l'altitude de l'aéroport, les procédures de circuit, les fréquences, la disposition de la piste et avec tout ce dont vous pourriez avoir besoin pour une arrivée en toute sécurité.

Anticipez l'information sur la destination dont vous aurez besoin, puisque la phase d'arrivée de votre vol pourrait être très accaparante et qu'elle se produit à la fin du vol, moment où vous pourriez être fatigué. Des détails comme les conditions météo, le calage altimétrique, le vent en surface, la piste en service et la position d'autres aéronefs seront importants. S'il y a une tour de contrôle ou une station d'information de vol, il vous faudra alors faire un appel radio. Si l'ATIS est disponible, utilisez-le. Être à l'écoute des autres aéronefs peut vous en dire beaucoup, donc affichez la fréquence de destination assez tôt et écoutez attentivement. Anticipez le type d'entrée en circuit que vous ferez et n'hésitez pas à placer votre aéronef directement à la verticale de l'aérodrome ni à demander de l'aide si vous n'êtes pas familier avec les repères au sol de l'endroit.

Assurez-vous que vous avez planifié votre descente. Par exemple, si vous devez descendre de 6000 pi (1829 m) et que vous désirez descendre à un taux de 500 pi (152 m) à la minute afin de ne pas nuire au confort de vos passagers, cette opération vous prendra 12 minutes. Si vous descendez à 120 kt (220 km/h) (2 milles à la minute [4 km]), vous devez commencer votre descente 24 milles marins (nm) [45 km] avant votre destination.

Assurez-vous de déposer un compte rendu d'arrivée ou, si vous avez déposé un itinéraire de vol, avertissez la personne responsable choisie que vous êtes arrivé sain et sauf. Vous devez également signer le registre des départs et des arrivées aux aérodromes non contrôlés.

Déroutement vers une autre destination

Savoir comment se dérouter vers une autre destination est une capacité essentielle. Beaucoup de raisons peuvent nécessiter un déroutement, par exemple, le temps qui se gâte, un passager malade ou des ennuis avec l'aéronef. Parfois, bien sûr, vous pouvez tout simplement décider de vouloir aller ailleurs.

Prendre la décision de se dérouter est souvent l'étape la plus difficile. Vous avez entrepris le vol avec une destination bien précise à l'esprit, et il peut être difficile d'accepter le fait que vous deviez aller ailleurs. C'est une décision que certains pilotes prennent trop tard.

Une fois que vous avez pris cette décision, planifier le vol vers une autre destination tout en continuant à piloter l'aéronef est un défi qui fait appel à toutes les connaissances et habiletés déjà acquises. Vous pourriez ralentir l'aéronef pendant la planification en vol, mais n'oubliez pas les vitesses d'exploitation minimales de votre aéronef. Ne soyez pas absorbé par la planification au point d'oublier votre tâche première : piloter l'aéronef.

Choisissez une destination convenable à une distance convenable au-dessus d'un relief convenable. S'il y a un repère au sol comme une route, une ligne de transport d'électricité, une voie ferrée, une rivière ou un rivage qui mène à la nouvelle destination, servez-vous-en. Cette méthode est la plus simple et elle est recommandée là où c'est possible. S'il n'y a aucun détail pratique, tracez alors votre trajectoire à la main. Si le déroutement est particulièrement long, divisez-le en étapes plus courtes et plus faciles à gérer.

Estimation de la route

La prochaine étape consiste à estimer la direction magnétique de la ligne de route, et il y a diverses façons de le faire sans rapporteur d'angle. Vous pouvez comparer votre ligne de route à d'autres lignes sur la carte, comme les voies aériennes ou les autres lignes de route que vous avez déjà utilisées auparavant, ou vous pouvez tenir votre crayon au-dessus de votre ligne et le déplacer selon le même angle vers une rose compas VOR. Vous obtiendrez ainsi la route magnétique. La direction vraie s'obtient par l'estimation de l'angle auquel votre ligne de route intercepte les lignes de latitude et de longitude. Vous devez alors tenir compte de la déclinaison pour obtenir la route magnétique.

Route inverse

Un type courant de déroutement consiste à revenir à votre point de départ. Estimer le cap nécessaire au maintien de cette route inverse n'est pas difficile. D'abord, calculez la réciproque de votre route en éloignement en additionnant ou en soustrayant 180°. Si cette opération est difficile, ajoutez d'abord 200, puis soustrayez 20, ou soustrayez 200 et ajoutez 20. La dérive sera de la même valeur que celle que vous aurez subie en éloignement, mais elle agira en sens inverse. Une dérive de 10° à gauche en éloignement devient une dérive de 10° à droite pour le vol de retour.

Estimation de la distance

Il y a un certain nombre de façons d'estimer la distance. Les lignes de latitude figurant sur votre carte sont une référence pratique, puisqu'une minute de latitude équivaut à un mille marin (2 km). Si vous avez préparé votre ligne de route d'origine en y faisant des marques de distance aux 10 milles (18 km), vous pourrez également vous servir de celles-ci comme référence. Aussi, les cercles des roses compas autour des stations VOR font tous environ 30 milles marins (55 km) de diamètre sur les cartes aéronautiques canadiennes à l'échelle de 1 :500 000. Certains pilotes se servent du pouce et de l'index comme des « pointes sèches » d'un compas et reportent cette distance sur une échelle connue. D'autres se servent de l'espacement entre leurs jointures, alors que certains emploient un crayon portant des marques aux 10 milles (18 km). La précision de ces méthodes est surprenante.

Estimation de la vitesse-sol

Pour estimer la vitesse-sol, vous devez avoir une idée de la vitesse du vent. Si vous avez reçu un exposé météorologique avant le vol, vous disposez alors de ce renseignement. Autrement, vous devrez estimer le vent en observant la dérive et la vitesse par rapport au sol. S'il n'y a aucun vent, alors on peut présumer que la vitesse par rapport au sol et la vitesse vraie sont les mêmes. S'il y a un vent arrière direct ou un vent de face direct, on peut alors appliquer directement la vitesse du vent à la vitesse vraie par addition ou soustraction. Par exemple, si vous volez à une vitesse vraie de 100 kt (185 km/h) dans un vent de face de 20 kt (37 km/h), alors votre vitesse-sol sera de 80 kt (148 km/h). Si le vent vient de l'extrémité de l'aile, présumez qu'il n'aura aucun effet notable sur la vitesse-sol. S'il souffle à environ 45° par rapport à la direction du vol, présumez que la composante vent de face ou vent arrière équivaut environ aux deux tiers de la vitesse du vent.

Estimation de la durée

La vitesse-sol sert à calculer le temps en route vers la destination et en tout point intermédiaire que vous jugeriez utile. Il faut faire cette estimation de temps en route mentalement, et ce calcul est moins difficile lorsqu'il est exprimé dans les termes les plus simples possible. Par exemple, une vitesse-sol de 60 kt (111 km/h) signifie que le temps est égal à la distance (un mille par minute), il faut 30 minutes pour parcourir 30 nm à 60 kt (111 km/h). Si vous volez à 120 kt (222 km/h) (2 milles par minute [3,7 km]), le temps en route équivaudra à la moitié de la distance, soit à 15 minutes dans l'exemple précédent. À 90 kt

(167 km/h) (1,5 mille par minute [2,8 km]), le temps en route équivaudra aux deux tiers de la distance, soit à 20 minutes. Vous serez probablement proche d'une de ces vitesses et vous pouvez ajouter ou soustraire quelques minutes au besoin.

Une autre façon de calculer une estimation du temps en route peut se faire avec moins de calcul mental. Divisez l'étape en parties égales et multipliez le temps pris à parcourir le premier segment par le nombre de segments qui restent. Par exemple, si vous divisez l'étape en quatre parties et que vous parcourez le premier segment en six minutes, les trois autres parties de l'étape prendront alors 6 x 3 = 18 minutes.

Estimation du cap

Beaucoup de pilotes préfèrent partir avec l'idée que la route et le cap sont les mêmes et, au moment de la mise en cap, ils utiliseront la méthode de compensation de la dérive pour tenir compte effectivement de la dérive. C'est rapide, facile et fiable. Par ailleurs, si vous savez que le vent est fort et que vous prévoyez une certaine dérive, vous pouvez l'estimer et apporter la correction nécessaire dès le début et la modifier au besoin par la suite.

Mise en cap

Partez d'un repère connu et notez l'heure à laquelle vous faites la mise en cap. Tournez sur un cap compas précis pour maintenir la route, recalez l'indicateur de cap, vérifiez votre angle de départ et calculez l'heure d'arrivée prévue pour la fin de l'étape.

Aviser les autres

Une fois que vous avez décidé de vous dérouter vers une autre destination et que vous avez réglé les détails de votre déroutement, assurez-vous d'avertir les gens qui doivent être mis au courant. Si vous voliez en fonction d'un plan de vol, vous devez aviser le contrôle de la circulation aérienne. Autrement, vous pourriez vous apercevoir qu'une opération de recherche et de sauvetage est en cours, alors que vous vous trouvez en toute sécurité au sol, à un endroit différent de celui que vous aviez annoncé auparavant. Pire encore, si vous deviez effectuer un atterrissage de précaution ou un atterrissage forcé, les recherches se concentreraient le long de la route de votre plan de vol et non sur l'itinéraire de déroutement.

Navigation à basse altitude

Si vous devez vous dérouter à cause du temps qui se gâte, il se peut que vous ayez à naviguer à des altitudes inférieures à la normale. La plus grande différence par rapport à la navigation à une altitude normale de vol voyage réside dans le champ de vision restreint à basse altitude, surtout lorsqu'on vole au-dessus d'un relief accidenté ou vallonné. Cette situation, combinée à la plus grande attention à apporter au pilotage de l'aéronef, réduit le temps à votre disposition pour reconnaître clairement vos repères au sol et vos points de contrôle à mesure qu'ils se présentent. Comme il est difficile de comparer continuellement vos points de contrôle à la carte pour faciliter l'identification, vous devez choisir des détails uniques et facilement reconnaissables. Des détails linéaires comme des voies ferrées ou des routes qui traversent votre trajectoire peuvent servir de points de contrôle ou être suivis s'ils sont parallèles à votre route et mènent à un point tournant ou à votre destination.

Certains repères au sol qui sont faciles à apercevoir à des altitudes plus élevées peuvent être très difficiles à repérer à basse altitude. Par exemple, un lac peut être caché par une petite colline. Toutefois, pourvu que la visibilité ne soit pas trop limitée, certains détails, comme une tour radio, peuvent se détacher plus facilement sur l'horizon.

Lorsque vous volez au-dessus de l'eau, prenez soin de demeurer à une distance de vol plané de la terre ferme. C'est aussi une bonne idée que de suivre les rives en hiver afin de réduire le risque d'une perte d'orientation visuelle dans des conditions de voile blanc (Chapitre 6).

Soyez vigilant et ne gardez pas trop longtemps la tête baissée dans le poste de pilotage. Surveillez le relief qui monte. Portez une attention particulière aux lignes de contours, aux points de hauteur et aux obstacles le long de votre route. Limitez vos inscriptions à l'essentiel. Lorsque vous les faites, regardez fréquemment à l'extérieur pour surveiller votre altitude et éviter de percuter le sol. Si vous êtes incertain de votre position, montez le plus haut possible pour profiter d'un plus grand champ de vision et pour essayer de reconnaître un repère au sol.

Malgré tous vos efforts, vous pourriez vous retrouver au milieu d'un déroutement qui ne se passe pas très bien. Préparez-vous à réévaluer la situation et à envisager une autre solution. Si, par exemple, le temps devient bien plus mauvais, il pourrait être nécessaire d'abandonner toute idée de continuer le déroutement et d'effectuer plutôt un atterrissage de précaution.

Lorsque vous approchez de votre destination, veillez à ne pas gêner les autres aéronefs. Si votre destination se trouve à l'intérieur d'une zone de contrôle, rappelez-vous les exigences et les procédures à suivre pour pénétrer dans la zone. S'il s'agit d'un aéroport non contrôlé, utilisez la procédure d'entrée en circuit appropriée.

Si vous êtes incertain de votre position

Il y aura parfois des cas où vous serez incertain de votre position. Ce peut être troublant de regarder autour et de ne pas pouvoir reconnaître de repères au sol, mais il n'y a pas lieu de s'alarmer. C'est une situation qui arrive à chaque pilote, et dans ces moments il est important de raisonner calmement et d'appliquer des procédures reconnues. Respirer lentement et profondément peut vous aider à penser plus clairement.

Demeurez constamment sur le même cap et comparez l'affichage de l'indicateur de cap à celui du compas. Une erreur à cet endroit peut vous faire dévier très rapidement de votre route. Vérifiez votre feuille de navigation pour y découvrir des erreurs, comme une compensation de dérive ou une déclinaison mal appliquée. Assurez-vous que vous n'utilisez pas le cap vrai ni le cap magnétique au lieu du cap compas. Vérifiez si le vent a changé de direction. Votre feuille de navigation peut indiquer une dérive vers la gauche, alors que vous voyez clairement que l'aéronef dérive vers la droite. Si vous découvrez une erreur, vous pouvez estimer où l'erreur vous a probablement amené et prendre des mesures pour déterminer votre position. Si vous êtes toujours dans le voisinage de votre dernière position connue, envisagez de retourner à cet endroit. Pour ce faire, vous voudrez disposer de très bons repères au sol derrière vous. Si, après avoir vérifié votre cap et revu votre navigation, vous n'êtes toujours pas en mesure de déterminer votre position, essayez de tracer un cercle d'incertitude.

Cercle d'incertitude

Lorsque vous n'êtes pas certain de votre position, la technique normale « de la montre à la carte au sol » pour lire une carte devient « de la montre au sol à la carte », ce qui signifie que vous recherchez quelque chose de reconnaissable au sol et que vous essayez de le retrouver sur la carte. Un cercle d'incertitude va vous aider à limiter vos recherches. Le centre du cercle se trouve sur la ligne de votre route projetée (à moins que vous ne connaissiez votre route réellement suivie), le rayon du cercle équivalant à 10 % de la distance que vous estimez avoir parcourue depuis votre dernière position connue. Par exemple, si vous avez volé pendant 10 minutes à 120 kt (222 km/h) depuis votre dernière position connue, vous aurez parcouru 20 nm (37 km) (2 nm [3,7 km/min]). Tracez un cercle à 20 nm (37 km) le long de la route à partir de votre dernière position connue en lui donnant un rayon de 2,0 nm (3,7 km). Recherchez des repères au sol dans cette zone. Rappelez-vous que la seule façon de revenir sur la route consiste à identifier un repère au sol distinctif.

Gérez vos ressources

Si un cercle d'incertitude ne permet pas d'établir votre position, procédez par étapes en utilisant un procédé destiné à résoudre l'incertitude. Ne gaspillez pas votre carburant à voler au hasard d'un cap à un autre en essayant de déceler un repère au sol, et ne craignez pas de reconnaître que vous vous êtes perdu ni de le dire à d'autres personnes.

Volez vers un repère important, comme une côte, une voie ferrée ou une autoroute. Pendant que vous vous y rendez, commencez à vous demander de quel côté vous allez tourner, une fois rendu.

Dans la mesure du possible, montez en altitude. Vous verrez plus loin, et la portée de votre radio sera plus grande. Si vous établissez le contact radio, donnez votre position en termes généraux, indiquez la quantité de carburant qui vous reste, demandez de l'aide selon vos besoins et faites part de vos intentions. Dans bien des endroits, l'ATC peut fournir de l'assistance radar ou des caps radiogoniométriques et vous proposera un cap à suivre. Si vous avez un radiogoniomètre automatique (ADF) ou un récepteur VOR et que vous savez vous en servir, obtenez une ligne de position ou un repère de position.

En cas d'extrême urgence, lancez un message « MAYDAY » sur la fréquence 121,5 MHz et écoutez la même fréquence pour obtenir des instructions. Si vous n'avez aucune idée de la direction à prendre, effectuez un circuit triangulaire, à la puissance en régime d'autonomie maximale et à la plus haute altitude possible pour alerter les services radar (voir la *Publication d'information aéronautique* A.I.P. Canada, section RAC). Si votre avion est équipé d'un transpondeur, assurez-vous qu'il est en marche et qu'il affiche le code 7700.

Les conditions météo sont souvent un facteur important dans les situations où les pilotes se perdent, et voler au hasard dans du mauvais temps se soldera par une catastrophe. Si vous n'êtes pas en mesure de résoudre l'incertitude, envisagez la possibilité d'effectuer un atterrissage de précaution. Vous ne voulez certainement pas voler jusqu'à épuisement du carburant ni risquer de heurter un obstacle.

EXERCICE VINGT-QUATRE

Vol aux instruments

Au Canada, l'apprentissage du vol aux instruments fait partie de la formation des pilotes privés et des pilotes professionnels. Un nombre grandissant d'avions de l'aviation générale sont dotés d'un tableau de bord complet en termes d'instruments de pilotage. De plus en plus de pilotes décident d'élargir leur compétence en apprenant à piloter un avion par référence exclusive aux instruments de vol.

Pendant le vol aux instruments, il faut solliciter les commandes de la même manière qu'au cours d'un vol à vue. L'avion réagit aux commandes exactement comme avant. Le pilote doit toutefois se détendre et manipuler les commandes en douceur, apporter de légères corrections et attendre les résultats. Il doit anticiper les modifications de puissance et d'assiette pour atteindre les vitesses et les assiettes désirées, qu'il soit en train d'accélérer, de décélérer, de monter, de descendre, de faire la mise en palier ou de tourner.

Au début de votre formation au pilotage, vous avez appris à reconnaître les indications des instruments de pilotage en fonction de l'assiette et du déplacement de l'avion et à les comparer aux références visuelles extérieures. Vous avez aussi appris à reconnaître les indications des instruments par rapport à l'assiette et à la puissance nécessaires pour garder la maîtrise de l'avion. Vous avez également remarqué que les variations d'assiette et de puissance se traduisaient par des changements prévisibles d'indications des instruments.

De tous nos sens, la vue est celui auquel nous nous fions le plus. Cependant, dès que nos références visuelles normales en vol disparaissent, nous devenons aussitôt enclins à nous en remettre à nos autres sens, qui risquent de nous causer de la confusion. Si vous ne pouvez plus voir la position de votre avion par rapport au sol, vous risquez de ne plus reconnaître sa direction et son assiette, d'où les risques d'illusions, par exemple l'impression de tourner même si l'avion vole en ligne droite. Vous risquez de réagir et de solliciter les commandes en fonction de votre perception, et de mettre ainsi l'avion dans une assiette indésirable. Vous risquez aussi de confondre ciel et terre, à moins de disposer d'un repère visuel fiable.

Le vol aux instruments permet de surmonter les limites humaines quand il est impossible de voir ce qui se passe à l'extérieur. En dépit de ce que nos sens nous disent, si l'aiguille de l'indicateur de virage indique un virage dans un sens donné, l'avion tourne dans cette direction ; si le nez de la maquette se trouve au-dessous de la barre d'horizon sur l'indicateur d'assiette, le nez de l'avion réel se trouve au-dessous de l'horizon réel. Lorsque l'anémomètre indique une augmentation continue de vitesse en vol de croisière, la vitesse augmente et l'avion se trouve très vraisemblablement dans une assiette en piqué. Par conséquent, pendant le vol aux instruments, vous devez faire entièrement confiance aux indications des instruments et ne jamais réagir à des sensations physiques, quelle que soit l'intensité selon laquelle vous les ressentez. Plus tôt vous aurez accepté ce fait, plus votre apprentissage sera rapide.

En outre, vous devez apprendre à vous détendre pendant le vol aux instruments. Pour ce faire, tenez légèrement les commandes, car il est impossible de sentir les variations de pression sur les commandes si vous les serrez très fort. Apportez fermement des corrections, mais en douceur. Une fois l'avion compensé, dès que vous vous sentez tendu, desserrez momentanément votre emprise sur les commandes. Vous constaterez ainsi qu'un avion bien compensé reste de lui-même en vol stabilisé.

Il pourrait également être utile d'imaginer l'assiette de l'avion ainsi que tous ses mouvements. Au besoin, il peut être avantageux d'abaisser le siège du pilote pour mieux voir les instruments. Si l'avion est équipé

d'accoudoirs, utilisez-les. Vous pourrez ainsi agir comme il convient sur les commandes sans avoir à tenir constamment compte du poids de votre bras. La ceinture de sécurité doit être bien serrée ; si le corps a trop de liberté de mouvement sur le siège, les fausses impressions sensorielles deviennent plus intenses et convaincantes.

Instruments de bord

Dans ce chapitre, nous parlerons de trois groupes d'instruments principaux, à savoir les *instruments de contrôle,* les *instruments de performance* et les *instruments de navigation.*

Instruments de contrôle et de performance

Les deux instruments de contrôle essentiels sont l'*indicateur d'assiette* et le *tachymètre* ou l'*indicateur de pression d'admission.* L'indicateur d'assiette fournit directement et instantanément l'information sur le tangage et l'angle d'inclinaison. Le tachymètre (ou l'indicateur de pression d'admission) donne directement de l'information sur la puissance. Pour régler l'assiette et la puissance, il faut consulter directement ces instruments.

Les instruments de performance fournissent de l'information qui vous permet de déterminer le comportement de l'avion. Par exemple, pour savoir si vous maintenez l'altitude et le cap désirés, deux instruments de performance peuvent vous donner cette information, à savoir l'altimètre et l'indicateur de cap.

Lorsque les instruments de performance signalent une variation indésirable des performances, vous devez apporter les corrections nécessaires en consultant les instruments de contrôle. Par exemple, si les instruments de performance indiquent un changement de cap ou d'altitude, vous devez regarder les instruments de contrôle (indicateur d'assiette, tachymètre, ou les deux), tout en modifiant l'assiette et la puissance suffisamment pour apporter une correction. Vous confirmez ensuite l'évolution de la correction à l'aide des instruments de performance (figure 2-68).

Les instruments de performance fournissent directement et indirectement de l'information comme le montre le tableau précédent.

Instrument	Information directe	Information indirecte
Anémomètre	Vitesse	Assiette en tangage
Altimètre	Altitude	Assiette en tangage
Variomètre	Taux de montée et de descente	Assiette en tangage
Indicateur de cap	Cap	Assiette latérale
Indicateur de virage	Coordination en lacet	Assiette latérale
Coordonnateur de virage et d'inclinaison latérale	Coordination en lacet et en roulis	Assiette latérale
Compas magnétique	Cap	Assiette latérale

Habiletés fondamentales

Trois techniques s'appliquent à toutes les manœuvres de vol aux instruments : le *balayage visuel des instruments,* l'*interprétation des instruments* et le *pilotage de l'avion.* En pilotage aux instruments, votre compétence se mesure d'après votre aptitude à intégrer ces techniques dans des réactions homogènes et franches aux commandes pour maintenir une trajectoire de vol donnée.

Balayage visuel des instruments

Le balayage visuel, ou la surveillance, des instruments est l'observation continue et logique des instruments. Il doit être méthodique et cohérent pour que les corrections d'assiette et de performances soient convenables.

Balayage radial sélectif

Pour obtenir de l'information des instruments de pilotage, il faut les regarder l'un après l'autre suffisamment longtemps pour les lire. Une observation d'une fraction de seconde convient la plupart du temps avant de passer à l'instrument suivant. L'indicateur d'assiette est l'instrument central. Aussitôt que la lecture d'un instrument de performance est relevée, le regard retourne habituellement vers cet instrument central. Le schéma du balayage montrerait des lignes entre l'indicateur d'assiette et les autres instruments, tout comme les rayons qui partent du moyeu d'une roue. Cette manière de balayer les instruments s'appelle *balayage radial.*

Dans le cas d'un balayage radial, les instruments qui fournissent l'information la plus utile, compte tenu de la manœuvre en cours, doivent être surveillés plus fréquemment que les autres qui servent à fournir des données d'appui. Le balayage radial qui est centré sur des instruments donnés en vue d'obtenir l'information nécessaire à l'exécution d'une tâche donnée s'appelle *balayage radial sélectif.* Par exemple, s'il faut voler en palier et en ligne droite, les instruments de performance les plus importants sont l'indicateur de cap et l'altimètre. Vous devez donc adopter un balayage radial sélectif pour surveiller plus fréquemment ces deux instruments. Comme le montre la figure 2-69, le balayage part de l'indicateur d'assiette vers l'indicateur de cap,

retourne à l'indicateur d'assiette, repart ensuite vers l'altimètre et revient à l'indicateur d'assiette.

Parmi les instruments de performance qui restent, l'anémomètre et le variomètre fournissent de l'information qui confirme l'assiette en tangage, tandis que le coordonnateur de virage et le compas magnétique donnent de l'information qui confirme la direction du vol. Ces instruments font partie du balayage, mais ils sont surveillés moins souvent que les autres.

IA = indicateur d'assiette; RPM = tachymètre; IPA = indicateur de pression d'admission; IV = anémomètre (indicateur de vitesse); COORD = coordonnateur de virage; indicateur de virage; IC = indicateur de cap; ALT = altimètre; VAR = variomètre.

Choix du modèle de balayage

Afin de maîtriser la technique de toujours consulter le bon instrument au bon moment, vous devez constamment vous poser les questions suivantes:

1. De quelle information ai-je besoin?
2. Quels instruments me donnent l'information nécessaire?
3. L'information est-elle fiable?

Les figures 2-69, 2-70 et 2-72 montrent des exemples de modèles qui peuvent servir dans des conditions de vol particulières.

À la figure 2-69, qui montre un balayage radial sélectif pour le vol rectiligne en palier, la réponse à la question «De quelle information ai-je besoin pour voler en palier et

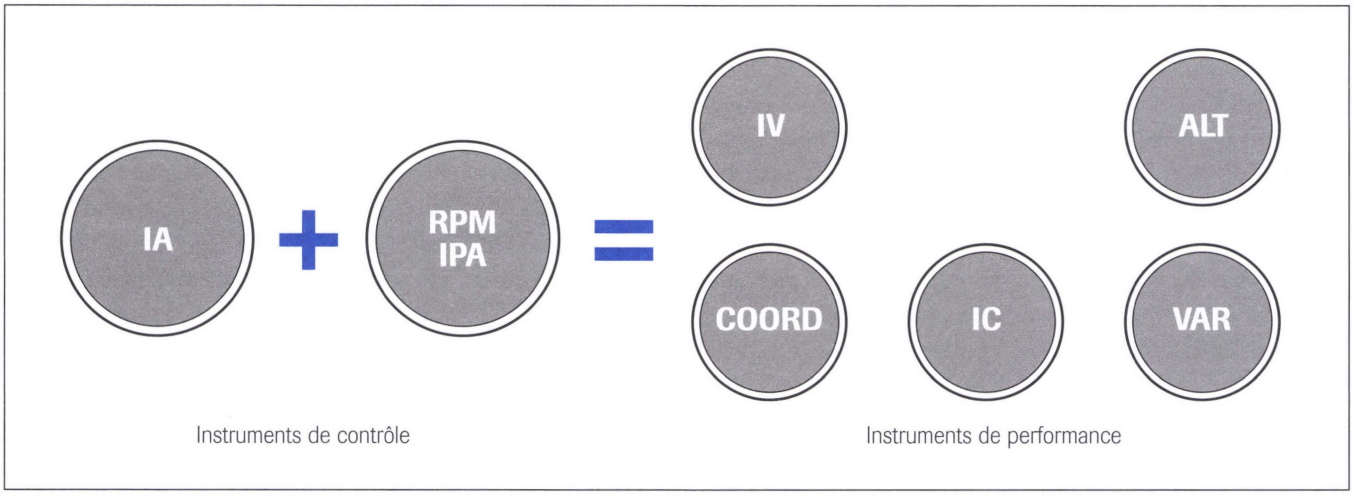


Figure 2-68 Instruments de contrôle et de performance

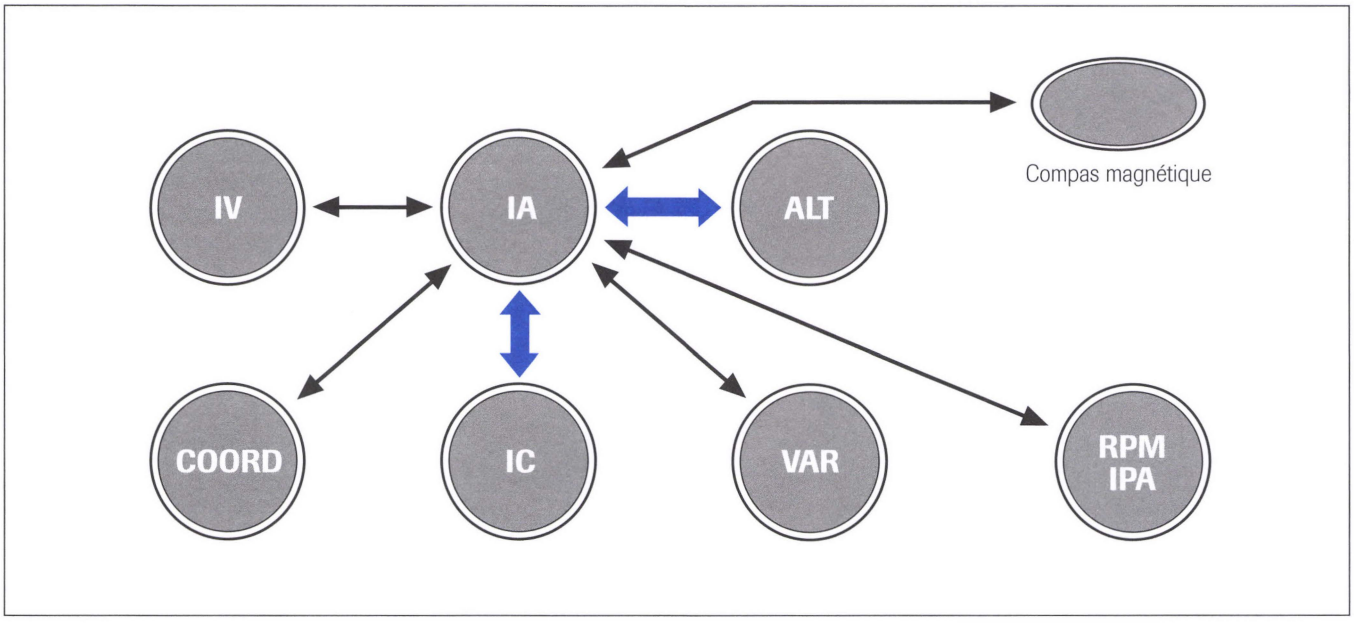


Figure 2-69 Vol rectiligne en palier

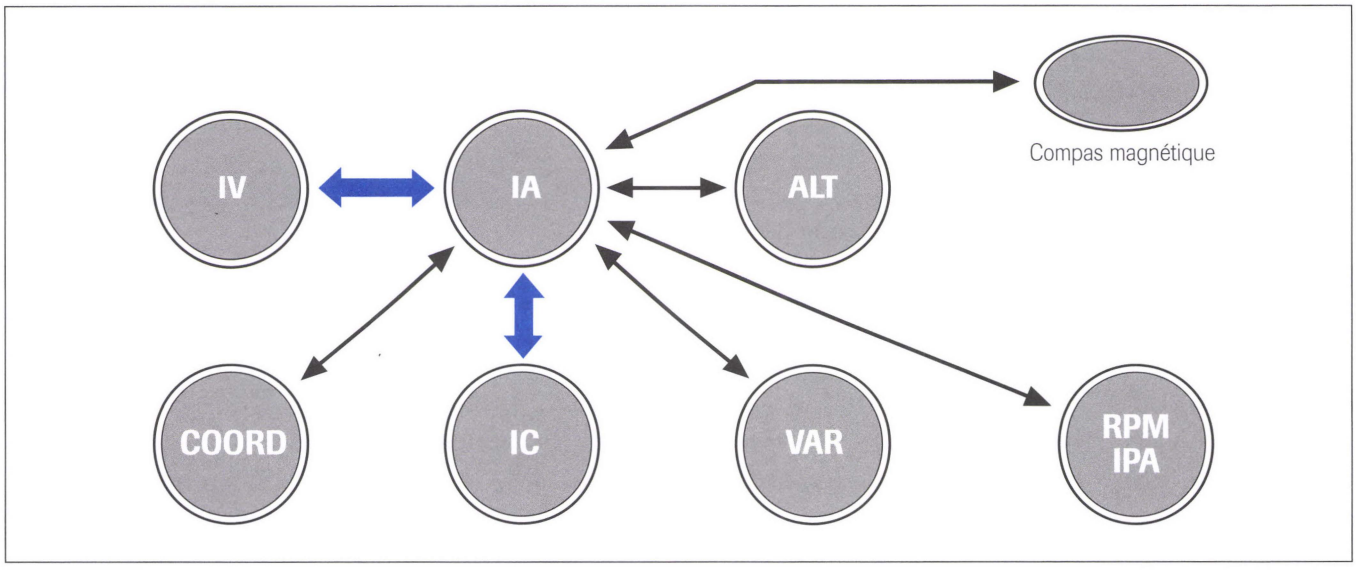


Figure 2-70 Montée rectiligne

en ligne droite ?» est «du cap et de l'altitude». La réponse à la question suivante, «Quels instruments me donnent l'information nécessaire ?», est «l'indicateur de cap et l'altimètre». Quant à la question «L'information est-elle fiable ?», vous devez d'abord confirmer la fiabilité de l'indicateur de cap en consultant le coordonnateur de virage et le compas magnétique, puis confirmer la fiabilité de l'altimètre en consultant le variomètre et l'anémomètre.

Dans les quatre schémas, les flèches en couleurs représentent le balayage utilisé le plus fréquemment pour obtenir l'information nécessaire. Les flèches noires indiquent les instruments secondaires, lesquels sont moins consultés. Le balayage permet de confirmer la fiabilité des indications des instruments principaux et de déterminer si une condition de vol indésirable a tendance à se manifester. Le balayage des instruments secondaires qui concernent davantage une manœuvre est plus fréquemment utilisé que celui des autres instruments secondaires. Pour le maintien d'altitude par exemple, le regard doit logiquement porter plus souvent sur le variomètre que sur le coordonnateur de virage.

Le type de balayage à utiliser pour la montée rectiligne est représenté à la figure 2-70. Les flèches en couleurs montrent qu'une attention particulière est accordée au cap et à la vitesse pendant la montée. Les flèches noires représentent le balayage moins fréquemment utilisé du cap et de l'assiette.

Au cours d'une montée rectiligne, vous pouvez confirmer le cap au moyen du coordinateur de virage ou de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale et du compas magnétique. Le variomètre et l'altimètre permettent de confirmer que l'avion monte effectivement comme prévu et de déterminer la fiabilité de l'indicateur d'assiette.

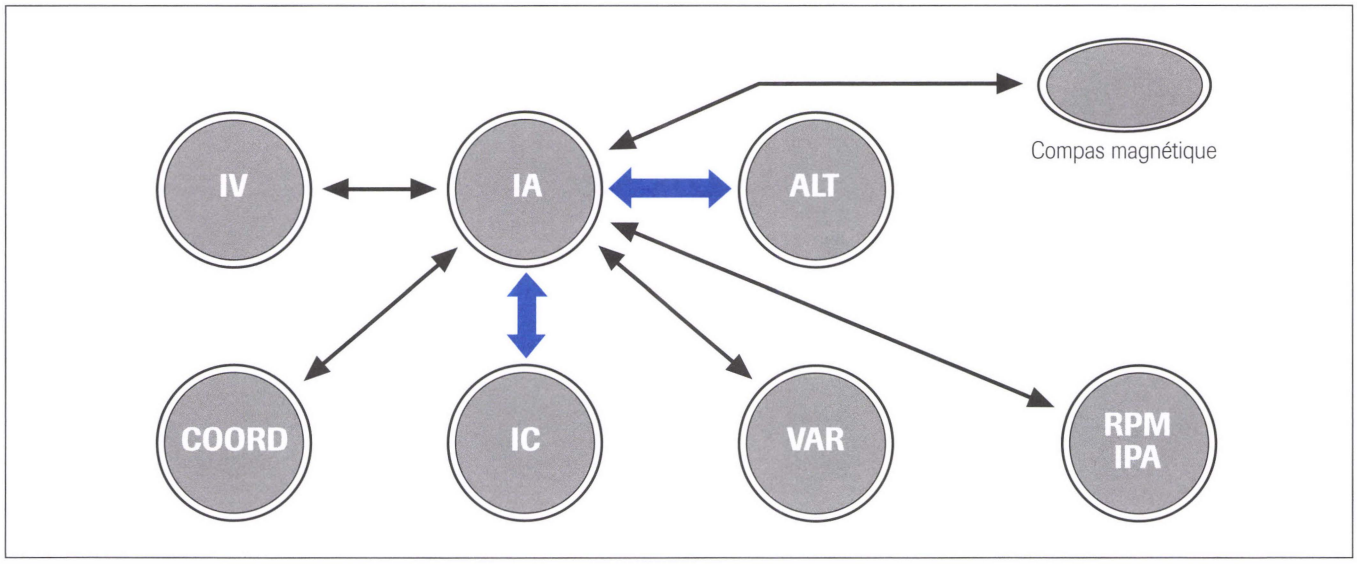


Figure 2-71 À l'approche de l'altitude assignée

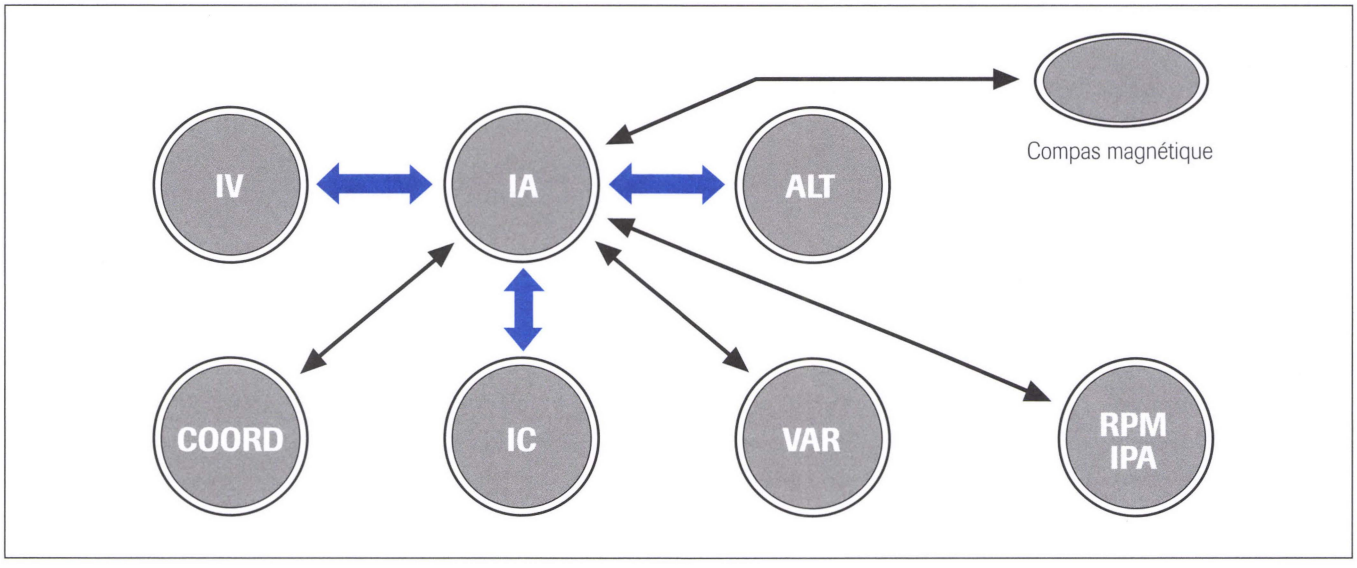


Figure 2-72 En palier à l'approche de l'altitude assignée

La figure 2-71 montre le balayage qui convient le mieux à l'approche de l'altitude assignée. En ce point, la vitesse devient moins importante, et l'altitude prend plus d'importance. Pendant la transition de la montée au vol rectiligne en palier, servez-vous d'un balayage où vous utiliserez plus fréquemment l'indicateur d'assiette en compagnie de l'indicateur de cap et de l'altimètre.

Comme le montrent les flèches en couleurs de la figure 2-72, à mesure que l'avion s'approche de l'altitude de croisière, la vitesse prend davantage d'importance. Le balayage est surtout concentré sur l'anémomètre et l'indicateur d'assiette. Une fois l'altitude de croisière établie, laissez l'avion accélérer à sa vitesse de croisière avant d'afficher la puissance de croisière. Surveillez souvent l'indicateur de cap et l'altimètre pour établir et maintenir le vol rectiligne en palier.

Veillez à inclure tous les instruments pertinents dans vos balayages. Vous risquez d'avoir tendance à fixer un instrument si ses indications vous préoccupent. Par exemple, vous regardez fixement un altimètre qui indique 200 pi (60 m) au-dessous de l'altitude assignée et vous vous demandez comment l'aiguille s'est retrouvée là. Pendant ce temps, un changement de cap et des erreurs supplémentaires risquent de se produire.

Anticipez des changements significatifs dans les indications des instruments à la suite d'un changement d'assiette. Par exemple, à la sortie d'un virage de 180° en utilisant l'indicateur d'assiette, vérifiez aussi l'altimètre.

Servez-vous de tous les instruments à votre disposition pour confirmer votre assiette. Vous pouvez maintenir une altitude raisonnablement précise à l'aide de l'indicateur d'assiette, mais il est impossible de demeurer exactement à une altitude donnée sans consulter également l'altimètre.

Interprétation des instruments

L'interprétation des instruments commence par la compréhension des principes de fonctionnement de chacun d'eux. Il faut ensuite les appliquer aux performances de l'avion et aux conditions de vol dans lesquelles l'avion est utilisé. Si l'assiette en tangage doit être déterminée, l'indicateur d'assiette, l'anémomètre, l'altimètre et le variomètre doivent être utilisés conjointement pour donner l'information nécessaire. Si l'assiette d'inclinaison doit être déterminée, il faut interpréter l'indicateur d'assiette, le coordonnateur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latéral et l'indicateur de cap.

Pour chaque manœuvre, il faut interpréter une combinaison d'instruments pour contrôler l'assiette de l'avion.

Assiette plus puissance égalent performance

Vous devez également interpréter les instruments par rapport aux performances de votre avion. Ces performances peuvent varier grandement d'un avion à l'autre, comme le montre la figure 2-73. Sur un avion léger, à partir pratiquement du niveau de la mer, la puissance et l'assiette se combinent pour faire monter l'avion pendant cinq minutes. La maquette de l'indicateur d'assiette se trouve à deux largeurs de barre (deux fois l'épaisseur des ailes de la maquette) au-dessus de la barre d'horizon. Compte tenu de la puissance disponible et de l'assiette choisie, les performances de cet avion sont indiquées sur les instruments, soit une montée de 500 pi (150 m) par minute à 90 nœuds (165 km/h), et un gain d'altitude de 2500 pi (760 m).

Considérons maintenant le même scénario pour un avion à réaction. Une assiette identique à celle du

premier exemple se traduit par une indication de 2000 pi (600 m) par minute sur le variomètre, une vitesse de 300 nœuds (550 km/h) et un gain d'altitude de 10 000 pi (3000 m). À mesure que vous vous familiariserez avec les performances d'un avion et vous pourrez interpréter les indications des instruments en ce qui a trait à l'assiette de l'avion.

L'expression « Assiette plus puissance égalent performance » résume le principe du vol aux instruments. En d'autres termes, les performances d'un avion dépendent de son assiette et de sa puissance. Les performances sont exprimées sous forme de vitesse, d'altitude, de taux de montée ou de descente, ou d'autres critères. La moindre variation d'assiette ou de puissance modifie les performances.

Maîtrise de l'avion

Puisque les instruments remplacent les références extérieures, les processus de pensée et les réactions sur les commandes sont identiques à ceux qui permettent de maîtriser l'avion en vol à vue. Il faut solliciter les commandes en douceur, apporter de légères corrections, et attendre les résultats. Attendez-vous à devoir modifier la puissance et l'assiette pour obtenir les vitesses et les altitudes désirées, que vous soyez en accélération, en décélération, en virage, en montée, en descente ou pendant une mise en palier.

Les techniques de balayage visuel des instruments décrites dans les exemples précédents serviront dans les exercices en vol suivants. Ces derniers sont considérés comme essentiels à la maîtrise d'un avion dans des conditions de vol aux instruments.

Vol rectiligne en palier

Le vol rectiligne en palier est un vol pendant lequel la direction et l'altitude demeurent constantes. Ce type de vol est surtout utilisé pendant le vol en croisière, mais aussi dans une grande variété d'assiettes en tangage, de régimes et de vitesses.

Vol rectiligne

Un avion est en vol rectiligne lorsqu'il maintient un cap constant. Pour ce faire, les ailes doivent demeurer à l'horizontale, sinon l'avion tourne, et ce virage est aussitôt décelé par l'indicateur d'assiette, l'indicateur de cap et le coordonnateur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale. Pour ramener les ailes à l'horizontale, il faut coordonner

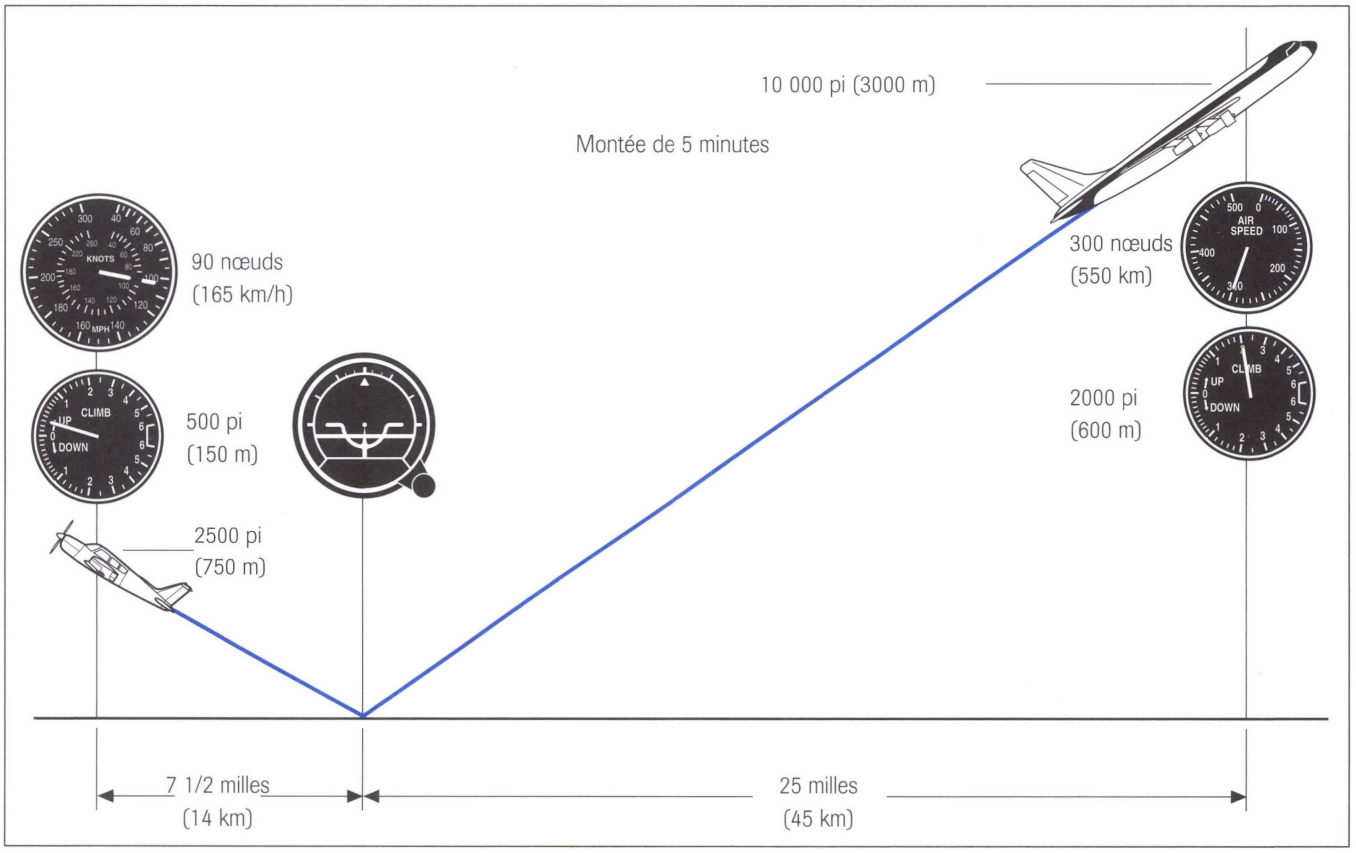


Figure 2-73 Assiette plus puissance égalent performance

les sollicitations sur la commande des ailerons et sur le palonnier.

L'indicateur d'assiette donne une indication directe de l'inclinaison. Sur un indicateur d'assiette ordinaire, l'angle d'inclinaison est représenté par la relation entre la maquette et la barre d'inclinaison, et par la position de l'index par rapport à l'échelle d'inclinaison au sommet de l'instrument. Un avantage de l'indicateur d'assiette est qu'il offre, en un seul coup d'œil, une indication immédiate de l'assiette, aussi bien en tangage qu'en roulis.

Les instruments de performance visés par le vol rectiligne sont l'indicateur de cap et le coordonnateur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale. Ils fournissent indirectement une indication de l'inclinaison, puisqu'un avion incliné a naturellement tendance à tourner. Un mouvement rapide de l'indicateur de cap en vol coordonné indique une grande inclinaison, tandis qu'un mouvement lent est le reflet d'une petite inclinaison, si l'on suppose que la vitesse est identique dans les deux cas.

L'indicateur de cap ne fournit un cap magnétique précis que s'il est réglé en fonction du compas magnétique. Une lecture précise du compas magnétique n'est possible qu'en vol non accéléré, c'est-à-dire en vol rectiligne en palier ou pendant une montée ou une descente rectiligne stable. Dans les turbulences, il peut être nécessaire de lire le compas magnétique plus d'une fois et de faire la moyenne des lectures pour déterminer le cap à caler sur l'indicateur de cap.

L'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale réagit aux mouvements en lacet de sorte qu'un mouvement rapide en lacet entraîne un déplacement important de l'aiguille, et un léger déplacement si ce mouvement est lent. Le coordonnateur de virage réagit aux mouvements de lacet de la même manière, mais aussi aux mouvements de roulis. Vous devez vous en souvenir en interprétant ses indications. Si la bille est centrée et si l'aiguille s'écarte du centre, ou si la maquette s'incline, vous pourriez logiquement conclure que l'avion est incliné du côté de l'aiguille ou comme la maquette. Le retour au vol rectiligne s'effectue en coordonnant les sollicitations sur la commande des ailerons et sur le palonnier.

Les sollicitations brutales des ailerons et du gouvernail de direction font osciller l'aiguille, ce qui rend difficile l'interprétation de ses indications. Lorsqu'on se sert de cet instrument pour maintenir le vol rectiligne, les sollicitations sur les commandes doivent être légères et douces. Dans les turbulences, l'aiguille oscille d'un côté à l'autre. Vous devez donc faire la moyenne de ces fluctuations. Lorsque l'aiguille s'éloigne du centre davantage d'un côté que de l'autre et que la bille est centrée, l'avion tourne dans le sens de la plus grande fluctuation. Il faut donc entamer un virage pour revenir au cap désiré.

Le **lacet inverse** peut être défini comme *tout lacet, peu importe son origine, qui produit un effet contraire à celui désiré par le pilote.* Puisque l'aiguille de l'indicateur de virage réagit aux mouvements de lacet, vous pouvez la ramener à la position voulue en empêchant le lacet inverse de se manifester ou en le corrigeant au palonnier.

La bille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale, ou coordonnateur de virage, est en fait un instrument distinct, placé commodément au-dessous de l'aiguille, ou de la maquette, du fait que les deux instruments sont utilisés conjointement. La bille est sous l'influence de la force centrifuge et de la gravité, et elle indique si l'avion est ou non en dérapage ou en glissade. Lorsque ces forces sont en équilibre, la bille est centrée dans son tube en verre, et la manœuvre exécutée est dite coordonnée. Par contre, si la bille ne se trouve pas au centre, l'avion est soit en glissade, soit en dérapage, et le côté vers lequel la bille a roulé indique la direction de la glissade ou du dérapage. Pour faire la différence entre une glissade et un dérapage, tenez compte de ce qui suit :

Glissade. Si l'aiguille est au centre et que la bille s'est écartée d'un côté ou de l'autre du centre, l'avion est en glissade. La figure 2-74 montre à gauche une glissade vers la droite.

Si l'aiguille et la bille se sont déplacées du même côté par rapport au centre, l'avion est dans un virage en glissade. La figure 2-74 montre à droite un virage en glissade vers la gauche.

Dérapage. Si la bille s'est déplacée d'un côté et l'aiguille, de l'autre, l'avion est dans un virage en dérapage. La figure 2-74 montre au centre un virage en dérapage vers la gauche.

Lorsque l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale s'écarte du centre, l'avion effectue un lacet dans la direction indiquée. Lorsque la bille demeure au centre, l'aiguille indique le sens de l'inclinaison et la direction du virage. Par contre, si la bille se

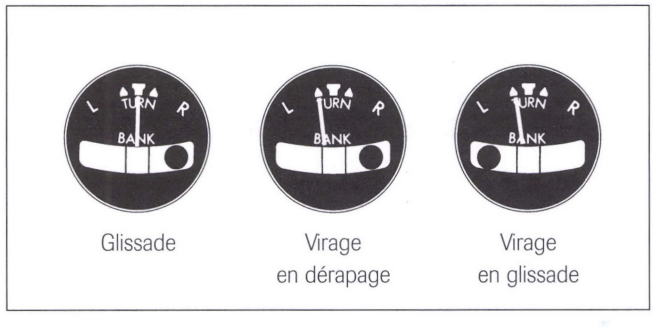


Figure 2-74 Glisser et déraper

trouve à gauche ou à droite du centre, le côté vers lequel l'aiguille se déplace par rapport au centre ne représente pas nécessairement la direction de l'inclinaison.

Dans la plupart des conditions de vol aux instruments, la bille devrait être centrée. Si la bille s'est déplacée à gauche, elle peut être ramenée au centre par une sollicitation vers la droite de la commande des ailerons, mais ce geste risque d'introduire une inclinaison ou un virage indésirable. La bille peut être centrée grâce à une pression à gauche sur le palonnier, mais cette manœuvre peut également introduire un mouvement de lacet et un virage indésirables. La meilleure réaction consiste à coordonner les corrections au palonnier et à la commande d'ailerons pour suivre la trajectoire de vol voulue, tout en gardant la bille au centre.

Vol en palier

Un avion vole en palier s'il maintient une altitude constante. À une puissance de croisière constante, l'avion s'écarte du vol en palier si le pilote tire ou pousse sur le manche. Les instruments qui réagissent dans ce cas sont l'indicateur d'assiette, l'altimètre, le variomètre et l'anémomètre. L'indicateur d'assiette donne une indication directe de l'assiette en tangage. On obtient l'assiette en tangage voulue en faisant monter ou descendre la maquette par rapport à la barre d'horizon au moyen de la commande de profondeur. Cette manœuvre correspond à la manière dont l'assiette en tangage est ajustée en vol à vue par la montée ou la descente du nez de l'avion par rapport à l'horizon naturel.

Si l'altimètre et le variomètre indiquent une montée ou une descente, l'avion n'est pas en palier, et il faut corriger l'assiette pour maintenir l'altitude à la puissance affichée. Dès qu'une erreur est décelée en tangage, il faut réagir promptement, mais par des pressions légères sur les commandes et trois changements d'assiette distincts. Premièrement, un changement d'assiette pour arrêter le mouvement de l'aiguille ; deuxièmement, un changement d'assiette pour retourner à l'altitude voulue ; troisièmement, un changement d'assiette pour interrompre la correction et pour établir l'avion dans l'assiette de vol désirée. Corrigez les amorces de montée ou de descente en modifiant l'assiette légèrement et en douceur, puis compensez de nouveau l'avion. À ce moment, il peut être souhaitable de recaler la position de la maquette de l'indicateur d'assiette pour qu'elle soit directement sur la ligne d'horizon.

Lorsque l'altimètre et le variomètre montrent que l'avion n'est pas en palier, il importe de remarquer le taux de montée ou de descente et d'agir sur les commandes en conséquence. Si l'altitude varie lentement, l'assiette de l'avion est sans doute proche de celle qu'il faut maintenir. De légères pressions sur les commandes suffisent probablement à corriger l'altitude. Si le taux de montée ou de descente varie rapidement, c'est que l'assiette a été modifiée passablement. Des pressions plus grandes doivent être exercées sur les commandes pour corriger l'assiette, et il faut parfois modifier la puissance.

Le variomètre donne une indication indirecte de l'assiette en tangage, et il s'agit d'un instrument de tendance et de vitesse. Comme instrument de tendance, il indique le mouvement vertical initial de l'avion qui, abstraction faite des turbulences, peut être considéré comme un effet du changement d'assiette en tangage. Pour maintenir l'assiette de vol en palier, servez-vous du variomètre conjointement avec l'altimètre et l'indicateur d'assiette. Notez toute tendance de l'aiguille à monter ou à descendre par rapport à zéro, et corrigez légèrement à la commande de profondeur. Si cette pression se fait légèrement et en douceur, l'aiguille réagit promptement et lentement.

En utilisant le variomètre comme instrument de tendance, il faut tenir compte du retard qu'il accuse. Ce retard est causé par le délai qui s'écoule entre un changement d'assiette en tangage et le moment où l'aiguille se stabilise sur une indication. Il est directement proportionnel à la vitesse et à l'ampleur du changement d'assiette. À une puissance constante, si l'on effectue un changement d'assiette lentement et en douceur, l'aiguille se déplace avec un minimum de retard et se stabilise dès que le taux de montée ou de descente demeure constant. Un changement d'assiette important et brutal provoque un déplacement désordonné de l'aiguille et un plus grand délai avant qu'elle se stabilise. Dans les turbulences, n'essayez pas de suivre l'aiguille, car ses mouvements sont désordonnés.

En corrigeant une erreur d'altitude, il ne faut pas oublier que c'est la différence entre l'altitude affichée et l'altitude voulue qui détermine la vitesse à laquelle il faut revenir à cette altitude. Une règle empirique consiste à modifier l'assiette pour obtenir une vitesse verticale équivalente au double de l'écart d'altitude. Par exemple, si l'écart est de 100 pi (30 m) en altitude, la vitesse de retour doit être d'environ 200 pi (60 m) par minute. Pour un écart supérieur, la correction doit être proportionnellement plus grande, sans toutefois dépasser la vitesse optimale de montée ou de descente de l'avion.

L'anémomètre donne une indication indirecte de l'assiette en tangage. À puissance et assiette en tangage

constantes, la vitesse reste la même. Si le nez de l'avion s'abaisse, la vitesse augmente et il faut cabrer. Si le nez s'élève, la vitesse diminue, et il faut abaisser le nez de l'avion. Une variation rapide de la vitesse indique un grand changement d'assiette en tangage, tandis qu'une variation lente en indique un petit. Le retard apparent des indications de vitesse en fonction des changements d'assiette varie selon les avions. Il est causé par le temps que l'avion met à accélérer ou à décélérer lorsque l'assiette en tangage a varié. Il n'y a pas de retard appréciable du fait de la construction ou du fonctionnement de l'instrument.

Pour changer de vitesse en vol en palier, affichez un régime qui convient à la vitesse voulue, et réglez l'assiette de manière à maintenir le vol en palier (figure 2-75). Compensez aussi l'avion pour qu'il soit stable, et recalez l'indicateur d'assiette.

En corrigeant l'assiette en tangage en réaction aux indications de l'altimètre, du variomètre ou de l'anémomètre, il faut surveiller l'indicateur d'assiette tout en sollicitant les commandes. En tirant ou en poussant sur le manche, surveillez le changement d'assiette sur l'indicateur d'assiette. Lorsqu'une nouvelle assiette est établie, surveillez les instruments de performance pour savoir si c'est l'assiette à conserver pour maintenir le vol en palier.

Commande de la puissance

En vol rectiligne en palier, toute variation de puissance se traduit par un changement de vitesse ou d'altitude. Si la vitesse demeure constante, une augmentation de puissance fait monter l'avion, et une diminution le fait descendre. Si l'altitude est maintenue constante, tout variation de la puissance modifie la vitesse.

Pour prendre de la vitesse en vol rectiligne en palier, il faut augmenter la puissance, et la diminuer pour perdre de la vitesse. Afin de maintenir l'altitude constante à grande puissance, il faut abaisser le nez de l'avion. Dès que l'on réduit la puissance, le nez doit être relevé. En outre, les variations de puissance ont tendance à provoquer un lacet inverse qu'il faut corriger au palonnier.

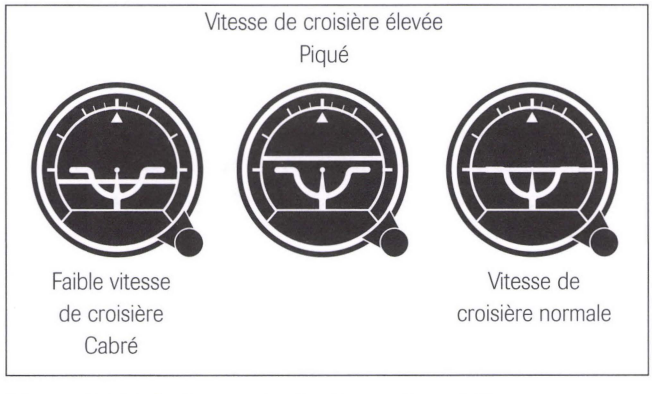


Figure 2-75 Assiette selon la vitesse de croisière

La commande de la puissance et les variations de vitesse sont beaucoup plus faciles à exercer si vous connaissez déjà les puissances approximatives permettant de maintenir différentes vitesses en vol rectiligne en palier. Une règle empirique pour commander la vitesse est de savoir qu'une variation de 100 tours par minute, ou de 1 po (33,9 mbar) de pression d'admission, fait varier approximativement la vitesse de 5 kt (10 km/h). Considérons, par exemple, le cas d'un avion qui demande 2300 tr/min pour maintenir 120 kt (220 km/h) en vol rectiligne en palier. S'il faut réduire la vitesse à 100 kt (185 km/h), vous devez diminuer le régime de 400 tr/min pour le ramener à 1900 tr/min. Puisque cette règle n'est qu'approximative, une légère correction de puissance peut être nécessaire.

Considérez les conseils suivants :

Cap

1. En particulier pendant les changements de puissance et d'assiette en tangage, surveillez l'indicateur de cap.
2. Interprétez correctement les variations de cap pour éviter d'apporter des corrections dans le mauvais sens.
3. Corrigez tous les écarts de cap.
4. Pour apporter de légères corrections de cap, inclinez légèrement l'avion.

Tangage

1. Vérifiez l'indicateur d'assiette et ramenez, au besoin, la maquette à la position nécessaire pour maintenir le vol en palier à la vitesse de croisière normale.
2. Surveillez continuellement les instruments de tangage et interprétez-les convenablement.
3. Corrigez l'assiette en tangage dès que l'altitude commence à changer.
4. Aussitôt que l'assiette en tangage doit être corrigée, surveillez l'indicateur d'assiette tout en sollicitant les commandes.

Puissance

1. Affichez la puissance qui convient aux configurations de vitesse ou de traînée.
2. Déplacez la manette des gaz en douceur.
3. Affichez la puissance voulue avant de modifier la vitesse. Par exemple, pendant une réduction de vitesse en vol en palier, réglez les gaz pour maintenir

la vitesse la plus faible avant d'atteindre la vitesse désirée.
4. N'interrompez pas le balayage visuel des instruments pour que les changements de vitesse se déroulent en douceur.

Compensation
1. N'utilisez les compensateurs que pour éliminer la pression sur les commandes.
2. Réglez fréquemment les compensateurs, un peu à la fois.

Montée

Pour pouvoir monter à une vitesse ou à un taux de montée donné, ou aux deux, il importe de configurer l'avion pour obtenir les meilleures performances en montée. Pour ce faire, il est préférable d'évaluer la vitesse et la puissance qui conviennent aux performances voulues. Les règles empiriques exposées à la fin de la présente section vous seront utiles.

Mise en montée

Pour mettre l'avion en montée à vitesse constante à partir du vol en croisière, faites monter la maquette jusqu'à la position approximative en cabré correspondant à la vitesse de montée prédéterminée. La pression sur les commandes variera à mesure que la vitesse diminuera. Affichez la puissance de montée dès que l'assiette en cabré est établie et que la vitesse est sur le point d'atteindre la vitesse de montée. Si la transition à partir du vol en palier se fait en douceur, le variomètre indiquera aussitôt une tendance de montée et s'arrêtera à un taux de montée approprié à la vitesse et à l'assiette stabilisées. Compensez au besoin.

Surveillez l'indicateur d'assiette et l'anémomètre pour vous assurer que l'assiette de montée désirée est maintenue. Si elle l'est, la vitesse se stabilisera à la valeur souhaitée. Si la vitesse est trop faible ou trop élevée, corrigez l'assiette en tangage. Surveillez l'indicateur de cap pour vous assurer que l'avion demeure sur le cap désiré. Attendez-vous au mouvement en lacet qui accompagne normalement une montée, et gardez le vol rectiligne à l'aide du palonnier.

Pour établir l'avion en montée à un taux de montée et à une vitesse prédéterminés, évaluez l'assiette et la puissance nécessaires pour obtenir les performances voulues. Réglez l'assiette en montée à l'aide de l'indicateur d'assiette. Affichez la puissance de montée prédéterminée. Surveillez l'indicateur d'assiette et l'anémomètre pour vous assurer de maintenir la bonne assiette, et modifiez-la au besoin pour maintenir la vitesse prédéterminée. Comparez les indications du variomètre et de l'indicateur d'assiette pour vérifier si le taux de montée voulu est maintenu. Modifiez la puissance au besoin pour augmenter ou diminuer le taux de montée. Une variation de 100 tours par minute, ou de 1 po (33,9 mbar) de pression d'admission, fait varier la vitesse de 5 kt (10 km/h) environ, ou le taux de montée de 100 pi (30 m) par minute. Surveillez l'indicateur de cap pour vous assurer que l'avion suit le cap désiré.

Mise en palier

La mise en palier à l'issue d'une montée doit être amorcée avant que l'altitude désirée soit atteinte. La durée de l'anticipation dépend du taux de montée. Si l'avion est en montée, il continuera à prendre de l'altitude à un taux décroissant pendant toute la transition vers le vol en palier. Une pratique efficace consiste à anticiper l'altitude de 10 % du taux de montée.

Pour faire la mise en palier à la vitesse de croisière, poussez lentement et continuellement sur le manche pour abaisser le nez jusqu'à l'assiette de croisière affichée sur l'indicateur d'assiette. À mesure que vous abaissez le nez pour maintenir l'altitude constante, le taux de montée diminue graduellement jusqu'à zéro, et la vitesse augmente. Il faut continuer de pousser sur le manche tant que la vitesse augmente. Lorsqu'elle atteint la vitesse de croisière, affichez la puissance de croisière et compensez. Comparez les indications de l'altimètre et de l'indicateur de cap pour vérifier si l'altitude et le cap désirés sont maintenus.

Descente

Pendant une descente, le pilote peut maintenir la vitesse constante ou le taux de descente constant, ou les deux.

Mise en descente

Pour faire la mise en descente à vitesse constante à partir du vol en palier, réduisez les gaz en fonction de la descente et maintenez l'assiette de croisière. Dès que la vitesse désirée est atteinte, modifiez l'assiette en tangage pour maintenir cette vitesse, et compensez l'avion au besoin.

Surveillez l'indicateur d'assiette et l'anémomètre pour vous assurer que l'assiette de descente désirée est maintenue. Si elle l'est, la vitesse se stabilisera à la valeur souhaitée. Si la vitesse est trop faible ou trop élevée, corrigez légèrement l'assiette en tangage.

Surveillez l'indicateur de cap pour vous assurer que l'avion demeure sur le cap désiré.

Pour faire une descente à un taux constant, évaluez l'assiette et le régime nécessaires pour la descente. Pour descendre à vitesse réduite, réduisez la puissance, maintenez l'assiette de croisière et laissez la vitesse diminuer avant de régler l'assiette de descente. Pour descendre à la vitesse de croisière, réduisez la puissance, abaissez le nez de l'avion pour maintenir la vitesse de croisière, et corrigez les mouvements de lacet. Surveillez l'indicateur d'assiette et l'anémomètre pour vous assurer que l'assiette souhaitée est maintenue, ainsi que le variomètre pour vérifier si le taux de descente souhaité est constant. Au besoin, réglez l'assiette pour garder la vitesse prédéterminée et modifiez le régime pour augmenter ou diminuer le taux de descente. Une variation de 100 tours par minute, ou de 1 po (33,9 mbar) de pression d'admission, fait varier la vitesse d'environ 5 kt (10 km/h) ou le taux de descente de 100 pi (30 m) par minute. Surveillez l'indicateur de cap pour vous assurer que l'avion suit le cap désiré.

Mise en palier

La mise en palier à l'issue d'une descente doit être amorcée avant que l'altitude désirée soit atteinte. L'avion continuera à perdre de l'altitude à un taux décroissant pendant toute la transition vers le vol en palier. Une pratique efficace consiste à anticiper l'altitude de 10 % du taux de descente.

Pour la mise en palier à la fin d'une descente au taux de 800 pi (245 m) par minute par exemple, anticipez d'environ 80 pi (25 m) l'altitude tout en modifiant l'assiette et en augmentant la puissance à la valeur nécessaire. Le taux de descente diminuera jusqu'à zéro. Surveillez l'indicateur d'assiette, l'altimètre et l'indicateur de cap pour vous assurer que le cap et l'altitude désirés sont maintenus. Corrigez légèrement l'assiette au besoin pour garder l'altitude constante, et compensez.

Virages

En vol aux instruments, il faut agir sur les commandes, entrer en virage et en sortir, et doser la puissance exactement comme pour le vol à vue. Pour amorcer un virage type en vol aux instruments, adoptez un angle d'inclinaison pour donner une cadence de 3° par seconde. Un tel virage est effectué à la cadence 1 ou à la cadence normale. En règle générale, l'inclinaison d'un virage en vol aux instruments ne dépasse pas 30°.

Pour obtenir un virage à la cadence 1, évaluez l'inclinaison nécessaire à l'aide de la formule mentionnée dans les règles empiriques suggérées plus loin. Amorcez le virage en consultant la maquette et l'échelle d'inclinaison de l'indicateur d'assiette. Coordonnez les sollicitations sur la commande d'ailerons et sur le palonnier pour obtenir l'angle d'inclinaison désiré. Puisque cet angle est approximatif s'il est calculé à l'aide de la formule, assurez-vous que l'aiguille du coordonnateur de virage ou de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale indique un virage à la cadence 1. Notez et maintenez l'angle d'inclinaison affiché sur l'échelle de l'indicateur d'assiette lorsque l'aiguille se trouve juste au-dessous de l'index de l'instrument correspondant à la cadence 1. La figure 2-76 montre un indicateur de virage et d'inclinaison latérale et un coordonnateur de virage pendant un virage à la cadence 1.

Pendant un tel virage, il faut normalement remonter un peu le nez de l'avion pour maintenir l'altitude. Surveillez le centre de la maquette de l'indicateur d'assiette, et relevez-le légèrement au-dessus de la barre d'horizon en tirant sur le manche. Quand l'avion est établi dans le virage, éliminez les fluctuations de l'aiguille de l'indicateur de virage au moyen de pressions coordonnées sur le palonnier et sur la commande d'ailerons. Pendant le virage, comparez les indications de l'indicateur d'assiette avec celles de l'altimètre et de l'indicateur de cap, et surveillez à l'occasion l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.

Pour rétablir le vol rectiligne en palier, anticipez le cap désiré de la manière indiquée dans les règles empiriques. Surveillez l'indicateur d'assiette en ramenant les ailes à l'horizontale et adoptez le même taux de roulis pour la sortie que pour la mise en virage. À mesure que les ailes reviennent à l'horizontale, l'avion peut avoir tendance à monter si vous ne cessez pas de tirer sur le manche. À l'horizontale, surveillez fréquemment l'altimètre et réglez l'assiette en tangage pour garder l'altitude constante.

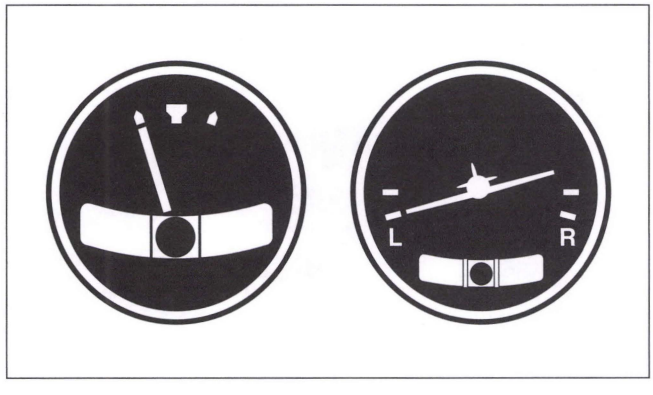


Figure 2-76 Virages à la cadence 1 (normalisée)

Virages serrés

La mise en virage serré s'effectue de la même façon que les autres mises en virage, mais préparez-vous à surveiller rapidement l'assiette en tangage et l'inclinaison à mesure que le virage se resserre. Dès que l'inclinaison dépasse 30°, relevez légèrement le nez au-dessus de la barre d'horizon de l'indicateur d'assiette pour maintenir l'altitude, et augmentez la puissance au besoin pour garder la vitesse constante (figure 2-77). Plus l'inclinaison augmente, plus il faut de puissance pour maintenir l'altitude et la vitesse désirées. Lorsque l'angle d'inclinaison voulu est atteint, conservez-le en sollicitant la commande d'aileron, et corrigez le lacet au palonnier.

À mesure que l'inclinaison s'accentue, les corrections en tangage nécessaires pour maintenir l'altitude exigeront des tractions de plus en plus fortes sur la commande de profondeur. Si l'inclinaison continue d'augmenter, elle atteindra un point où l'augmentation de traction sur la commande de profondeur resserrera le virage sans relever le nez de l'avion.

Si le variomètre et l'altimètre indiquent une descente, tandis que la vitesse augmente en dépit de la traction supplémentaire exercée sur le manche, réduisez l'inclinaison suffisamment pour permettre à la commande de profondeur de relever le nez et de ramener l'avion en palier. Rétablissez ensuite l'inclinaison nécessaire.

Pendant la sortie d'un virage serré, anticipez le cap désiré de la manière indiquée dans les règles empiriques, et surveillez l'indicateur d'assiette en ramenant les ailes à l'horizontale. À mesure que les ailes reviennent à l'horizontale, poussez légèrement sur le manche pour maintenir l'altitude, et corrigez la puissance au besoin.

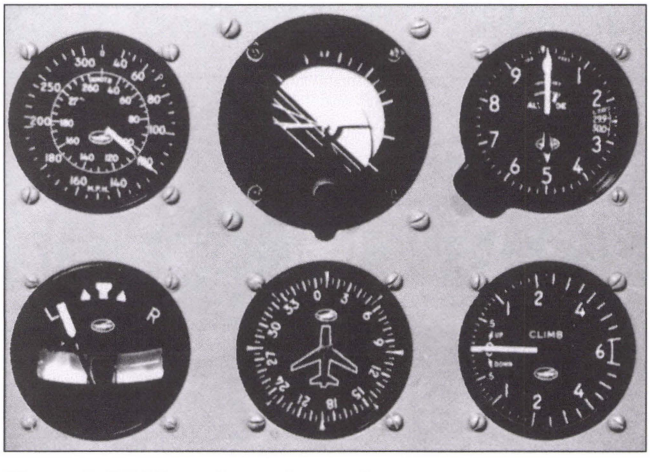


Figure 2-77 Virage à gauche serré

Variation de vitesse en virage

Faire varier la vitesse en virage est une manœuvre efficace pour améliorer votre maîtrise des techniques fondamentales du pilotage aux instruments, du fait qu'elle nécessite des changements simultanés à tous les éléments de commande. Pour exécuter cette manœuvre, vous devez surveiller et interpréter rapidement les instruments, puis agir en douceur sur les commandes. Quand vous la maîtriserez parfaitement, vous ferez davantage confiance aux instruments au cours des variations d'assiette et de puissance à effectuer pendant les manœuvres plus complexes. Les techniques de commande d'assiette en tangage et de puissance sont identiques à celles utilisées pendant les variations de vitesse en vol rectiligne en palier.

L'angle d'inclinaison nécessaire pour une cadence de virage donnée est proportionnel à la vitesse vraie. Pour maintenir un virage à cadence constante, faites varier l'angle d'inclinaison en proportion directe de la vitesse. Au cours d'une diminution de vitesse, par exemple, réduisez l'angle d'inclinaison. Augmentez également l'assiette en tangage afin de maintenir un virage en palier. Les indications de l'altimètre et la position de l'aiguille de l'indicateur de virage doivent rester constantes pendant tout le virage.

En réduisant la vitesse dans un virage, balayez plus rapidement les instruments à mesure que vous diminuez la puissance. Pendant que l'avion perd de la vitesse, vérifiez l'altimètre et le variomètre pour les changements d'assiette en tangage, et les instruments d'inclinaison pour les changements d'assiette en roulis. Corrigez l'assiette en tangage pour maintenir l'altitude et, lorsque la vitesse s'approche de la valeur voulue, affichez la puissance nécessaire pour la maintenir. La compensation est importante tout au long de la manœuvre pour supprimer les efforts à exercer sur les commandes. Une vérification fréquente de l'indicateur d'assiette est indispensable pour éviter des réactions excessives sur les commandes et pour afficher des angles d'inclinaison approximatifs appropriés aux vitesses variables.

Règles empiriques suggérées :

1. L'angle d'inclinaison approximatif qui produit un virage à la cadence 1 (normalisée) peut être calculé à l'aide de la formule suivante : (vitesse indiquée en nœuds, divisée par 10) + 7 = angle d'inclinaison. Ajoutez 5 au lieu de 7 dans le cas de milles terrestres par heure.
2. Pour modifier un peu le cap, inclinez légèrement l'avion. D'ordinaire, un angle d'inclinaison égal à la moitié du nombre de degrés de changement de cap

est suffisant. Dans tous les cas, limitez l'angle d'inclinaison à celui qui est nécessaire pour un virage à la cadence 1 (normalisée).
3. Pour sortir d'un virage au cap voulu, amorcez la sortie à un cap équivalent à la moitié de l'angle d'inclinaison. Dans le cas d'un virage à 30° d'inclinaison par exemple, commencez la sortie à 15° avant d'atteindre le cap désiré.

Tableau partiel

L'expression *tableau partiel* renvoie au vol aux instruments à bord d'un avion sans indicateur d'assiette ni indicateur de cap, ou dont ces indicateurs sont en panne. Dans le cas d'un tableau de bord complet, l'assiette de l'avion peut être déterminée directement de l'indicateur d'assiette ou indirectement des instruments de performance. En pilotant un avion sans indicateur d'assiette, vous devez interpréter les indications de vitesse, d'altitude et de vitesse verticale pour déterminer l'assiette en tangage. Au cours d'un vol rectiligne en palier à la puissance de croisière par exemple, la vitesse de l'avion est sans doute la même qu'elle a toujours été dans ces conditions. Si vous adoptez une assiette et une puissance qui sont censées donner la vitesse de croisière, l'avion devrait normalement se trouver exactement dans son assiette de croisière, ou presque. L'altimètre et le variomètre peuvent ensuite confirmer s'il s'agit de la bonne assiette pour le vol en palier.

Une importante source d'information concernant la direction et l'inclinaison n'existe plus en l'absence d'indicateurs d'assiette et de cap. Cependant, vous savez que lorsque la bille d'un coordonnateur de virage ou d'un indicateur de virage et d'inclinaison latérale est centrée et que l'avion suit un cap constant, les ailes sont à l'horizontale. Le compas magnétique est l'instrument de performance qui sert à confirmer la tenue d'un cap constant. Gardez l'avion en ligne droite au moyen de pressions coordonnées sur la commande d'ailerons et le palonnier afin de garder la bille centrée et d'éliminer tout mouvement de lacet indiqué par l'aiguille de virage.

Surveillance du tableau partiel

En pilotant un avion sans indicateur d'assiette ni indicateur de cap, tout comme avec un tableau de bord complet, vous devez surveiller les instruments pour vous assurer que l'avion vole comme prévu. Cependant, la surveillance doit être quelque peu modifiée en fonction des instruments qui servent à déterminer l'assiette. Le principe du vol aux instruments demeure inchangé. Vous continuez de piloter en vous laissant guider par l'expression : « Assiette plus puissance égalent performance. » Comme pour le pilotage avec tableau complet, vous devez continuellement trouver réponse aux questions élémentaires suivantes :

1. De quelle information ai-je besoin ?
2. Quels instruments me donnent l'information nécessaire ?
3. L'information est-elle fiable ?

Vol rectiligne en palier

Pour piloter en ligne droite un avion sans indicateur de cap, jetez souvent un coup d'œil à l'aiguille de l'indicateur de virage pour déceler les moindres changements de cap (figure 2-78). Pour garder la maîtrise d'un avion en vol rectiligne au moyen d'un coordonnateur de virage ou d'un indicateur de virage et d'inclinaison latérale, vous devez revenir aux principes du pilotage élémentaire, c'est-à-dire corriger le lacet au palonnier et garder les ailes à l'horizontale à l'aide de la commande d'ailerons. Par conséquent, lorsque vous volez en ligne droite à l'aide du coordonnateur de virage ou d'un indicateur de virage et d'inclinaison latérale, éliminez les mouvements de lacet au palonnier, et exercez sur la commande d'ailerons la pression nécessaire pour garder les ailes à l'horizontale. L'aiguille demeurera au centre, et le cap restera inchangé, puisqu'il n'y aura pas de virage. Si vous gardez la bille au centre, l'aiguille indiquera toujours deux aspects importants du vol : le sens du virage et la cadence du virage. Comparez cette information à l'indication du compas magnétique pour vérifier ou déterminer si le cap est maintenu.

Pour voler en palier dans un avion avec tableau de bord partiel, surveillez fréquemment l'altimètre et le variomètre pour déceler le plus tôt possible les écarts d'altitude. À l'occasion, jetez un coup d'œil également à l'anémomètre pour connaître l'assiette en tangage (figure 2-78).

Dans les turbulences, vous devez faire la moyenne des fluctuations de l'aiguille de l'indicateur de virage ou des indications du compas magnétique.

Montée

Pour une mise en montée à l'aide d'un tableau partiel, exercez des pressions normales et légères sur les commandes, et observez les indications de l'anémomètre et du variomètre pendant le cabrage. Ces instruments peuvent prendre quelques instants avant de réagir. Lorsqu'ils commencent à afficher les changements associés à la mise en montée, gardez l'assiette constante, affichez la puissance de montée, et compensez l'avion.

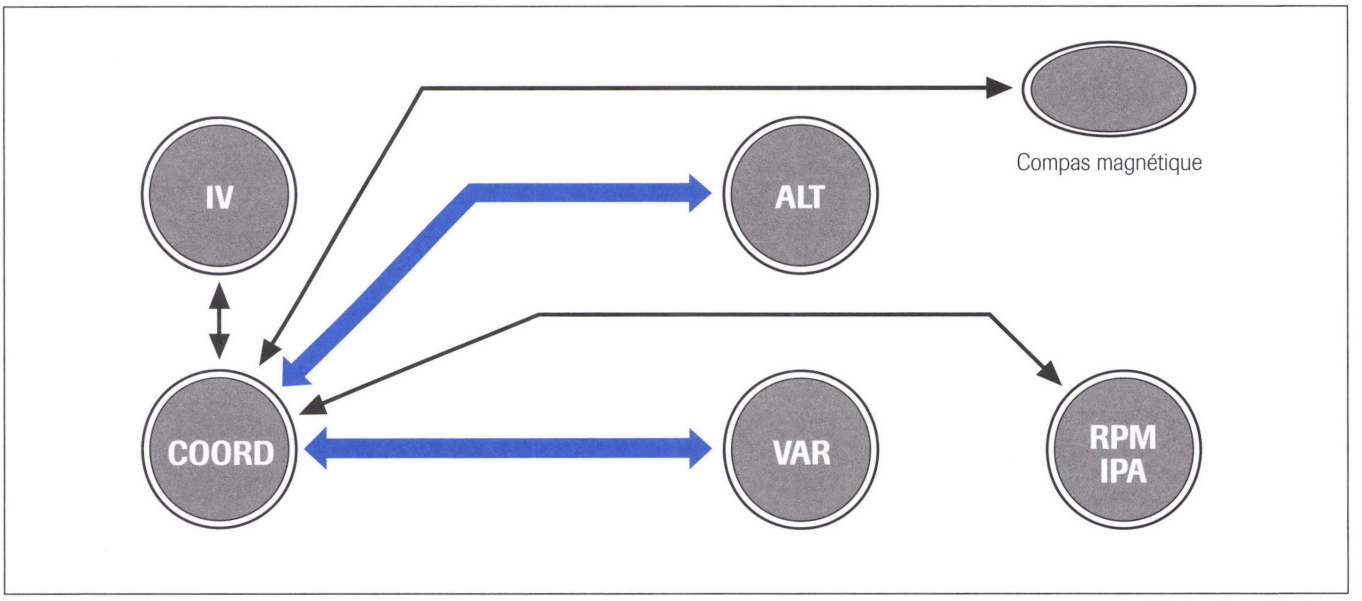


Figure 2-78 Vol rectiligne en palier

Lorsque la vitesse s'est stabilisée, corrigez légèrement l'assiette au besoin.

Pendant la montée, interprétez l'assiette en tangage à l'aide de l'anémomètre. Apportez de petites corrections en tangage pour corriger légèrement la vitesse, anticipez les mouvements en lacet, et gardez l'avion en ligne droite à l'aide du palonnier. À l'occasion, jetez un coup d'œil au compas magnétique pour vérifier si le cap est maintenu. Pour une montée rectiligne, jetez souvent un coup d'œil à l'anémomètre, au coordonnateur de virage ou à l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale, et un peu moins souvent à l'altimètre, au variomètre et au compas magnétique (figure 2-79).

Pour la mise en palier, surveillez plus souvent l'altimètre à mesure que l'avion s'approche de l'altitude désirée (figure 2-80). Appliquez la règle empirique pour déterminer l'altitude à anticiper. Vous devez pousser suffisamment sur le manche pour que l'altimètre se stabilise à l'altitude visée. Surveillez le variomètre. Comme le montrent les flèches en couleurs de la figure 2-81, surveillez de plus en plus l'anémomètre à mesure que l'avion s'approche de la vitesse désirée. Lorsque la vitesse atteint la vitesse de croisière, affichez la puissance de croisière et compensez l'avion.

Descente

Pour une mise en descente à l'aide d'un tableau partiel, réglez la puissance et l'assiette comme si vous aviez un tableau de bord complet. Lorsque la puissance de descente est affichée et que la vitesse approche de la

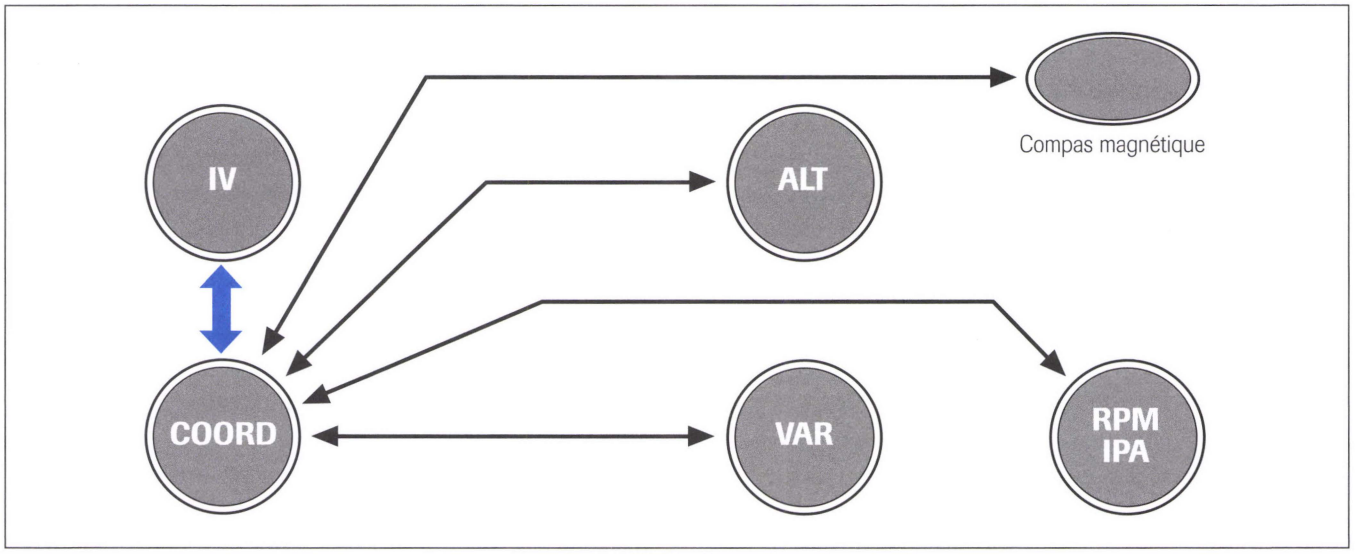


Figure 2-79 Montée et descente rectilignes

vitesse de descente, abaissez le nez pour maintenir la vitesse désirée. Interprétez l'anémomètre pour connaître l'assiette en tangage pendant la descente, de la même manière que pour la montée. Apportez de petites corrections en tangage pour corriger légèrement la vitesse, anticipez les mouvements en lacet, et gardez l'avion en ligne droite à l'aide du palonnier.

Le balayage visuel des instruments pendant une descente rectiligne est identique à celui d'une montée rectiligne (figure 2-79).

Pour la mise en palier, anticipez l'altitude de sortie et tirez sur le manche pour que l'altimètre se stabilise à l'altitude visée. Affichez aussitôt la puissance de croisière pour éviter toute perte de vitesse et compensez l'avion.

Virages

En vol avec tableau partiel, la plupart des virages ne dépassent pas la cadence 1 (normalisée) (3° par seconde). En l'absence d'un indicateur d'assiette, surveillez l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale ou du coordonnateur de virage pendant la mise en virage. Exercez une légère pression sur la commande d'ailerons jusqu'à ce que l'aiguille atteigne le repère de cadence 1 (normalisée), puis ramenez le manche au neutre. Pendant le virage, jetez souvent un coup d'œil à l'aiguille pour connaître l'inclinaison, et à l'altimètre ainsi qu'à l'anémomètre pour ce qui est du tangage (figure 2-82). Pour retourner au vol rectiligne en palier, ramenez les ailes à l'horizontale à la même cadence que pour la mise en virage.

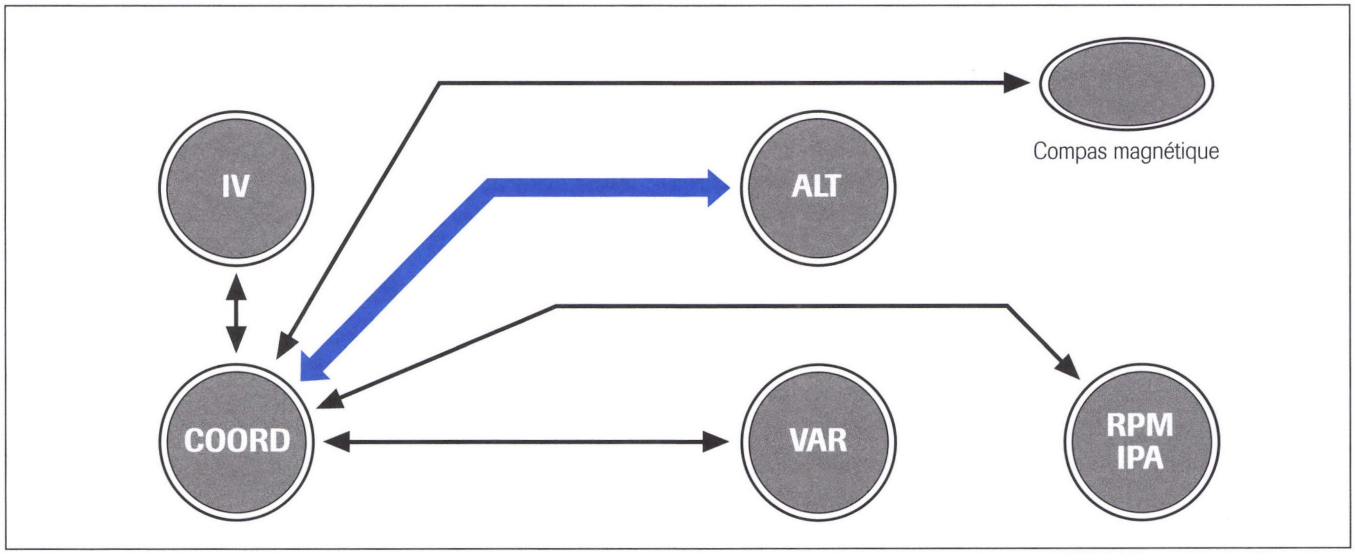


Figure 2-80 À l'approche de l'altitude visée

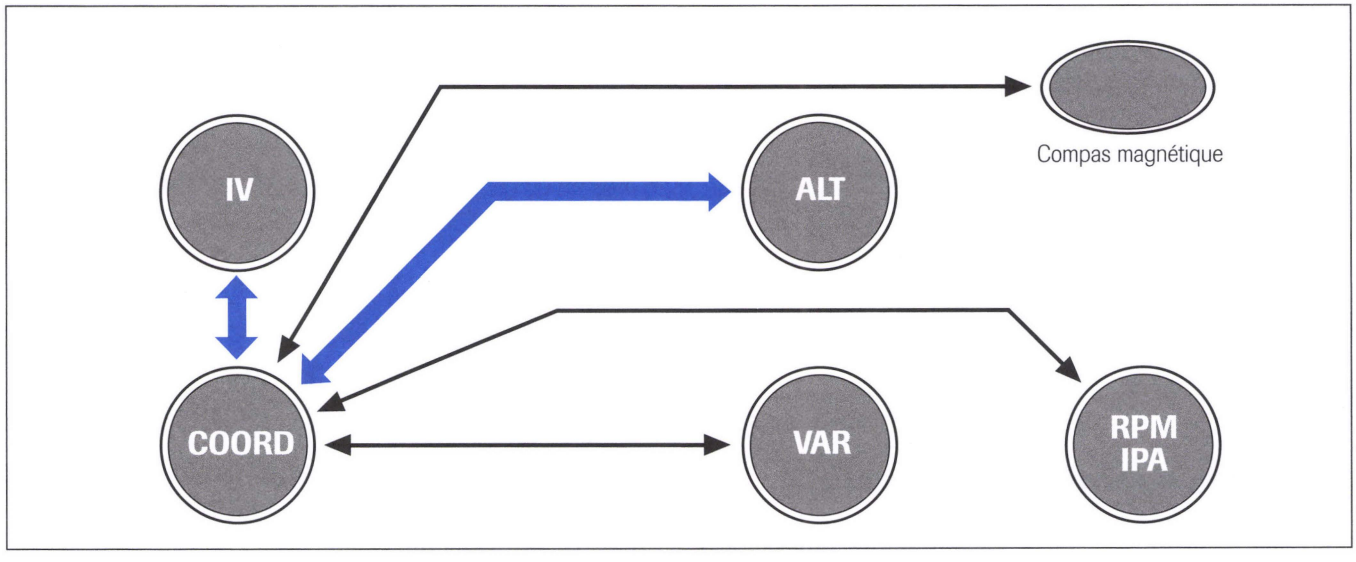


Figure 2-81 Mise en palier, à l'approche de la vitesse désirée

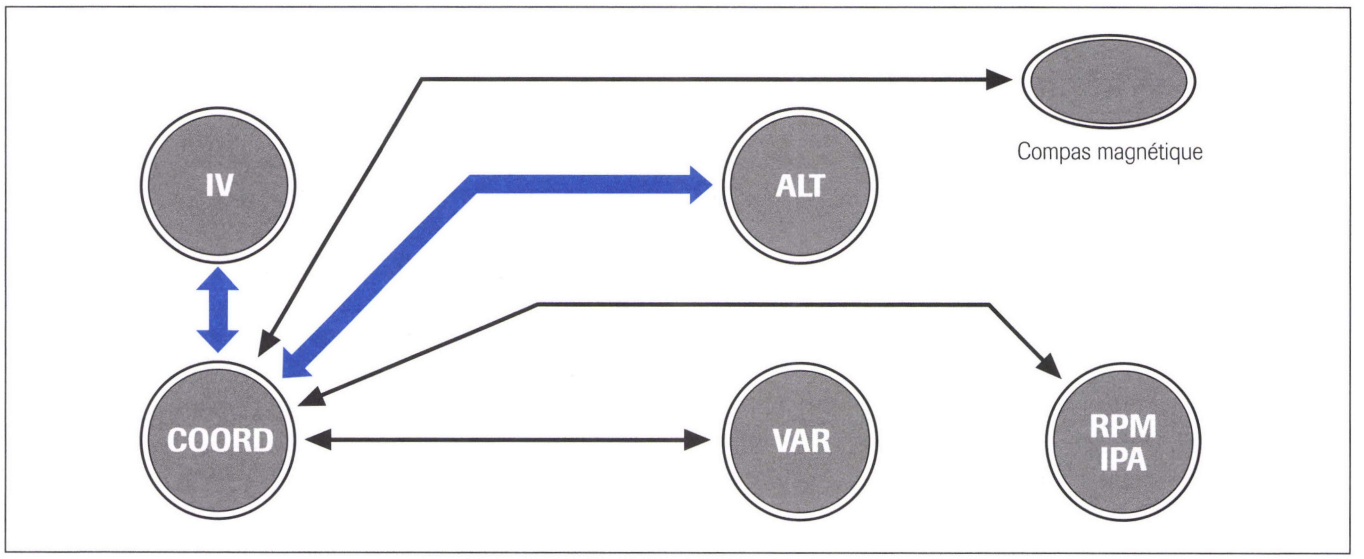


Figure 2-82 Virages

Il ne faut pas se fier au compas magnétique pour sortir d'un virage à un cap donné. Une méthode plus fiable pour y arriver est de tourner à une cadence connue pendant une période de temps précise. Ce type de virage est appelé virage chronométré et exige, bien entendu, la consultation d'une montre pendant le balayage visuel. Par exemple, un virage de 90° à la cadence 1 (normalisée) dure 30 secondes. Commencez la mise en virage à la cadence 1 (normalisée) lorsque la trotteuse passe un point facilement identifiable. À la dernière seconde, commencez à ramener les ailes à l'horizontale à la même cadence que pour la mise en virage. Lorsque l'avion est établi en vol rectiligne, vérifiez le compas magnétique et apportez au besoin de petites corrections de cap au moyen de virages à cadence réduite. L'inclinaison affichée sur l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale ou le coordonnateur de virage peut être erronée si la vitesse du rotor est insuffisante ou excessive ou si le ressort d'étalonnage est mal réglé. Pour déterminer la précision de la cadence 1 (normalisée) sur cet instrument, chronométrez le changement de cap en virage, tout en gardant l'aiguille sur le repère de cadence 1 (normalisée). Pour modifier le cap de 30° par exemple, il faut tourner pendant 10 secondes à cette cadence. Pour éliminer l'erreur d'inclinaison pendant les virages subséquents, réduisez ou augmentez légèrement l'inclinaison selon le cas.

Assiettes anormales et sorties

En règle générale, dès que vous remarquez une vitesse de déplacement ou une indication sur un instrument autre que celle que vous associez aux manœuvres fondamentales de pilotage aux instruments déjà apprises, considérez que vous vous trouvez dans une assiette anormale, et contre-vérifiez plus rapidement les instruments pour confirmer l'assiette.

Les assiettes anormales peuvent résulter d'un certain nombre de conditions telles que la turbulence, la désorientation, les préoccupations liées aux tâches à effectuer dans le poste de pilotage, les mauvaises techniques de balayage visuel, les erreurs d'interprétation des instruments et le mauvais fonctionnement des instruments. Comme les assiettes anormales ne sont pas des manœuvres intentionnelles, sauf durant l'entraînement en vol, elles sont imprévues. Si vous remarquez une assiette anormale pendant la contre-vérification des instruments, le problème immédiat n'est pas de savoir comment l'avion s'est retrouvé là, mais ce qu'il est en train de faire et comment le ramener en vol rectiligne en palier aussi vite que possible. Comme nous l'avons mentionné au début de ce chapitre, vous ne pouvez pas vous fier à vos sens. Pour reconnaître une assiette anormale et en sortir, adoptez les procédures suivantes.

Reconnaissance

Pour reconnaître une assiette en cabré (figure 2-83), relevez la vitesse de changement et le sens de déplacement des indications de l'altimètre, du variomètre et de l'anémomètre. Les assiettes en piqué sont indiquées par les mêmes instruments, mais dans l'autre sens. Lorsque la bille de l'indicateur de virage est centrée, la direction du virage indiquée par l'aiguille est aussi celle de l'inclinaison.

Sortie

Pour sortir d'une assiette anormale, surveillez l'anémomètre, le coordonnateur de virage ou l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale, l'altimètre et le variomètre.

Dans le cas d'assiettes anormales modérées, il est possible de revenir en palier à l'aide de l'indicateur d'assiette. Dans le cas d'assiettes anormales extrêmes, toutefois, ne vous fiez pas à l'information fournie par l'indicateur d'assiette, car elle risque d'être trop imprécise. Dans les règles suivantes, l'accent est mis sur l'interprétation de l'assiette à partir des instruments de performance.

Procédure de sortie d'une assiette anormale

Assiette en piqué :

1. Réduisez la puissance pour éviter une vitesse excessive et une perte d'altitude.
2. Ramenez les ailes à l'horizontale en exerçant une pression coordonnée sur la commande d'ailerons et sur le palonnier pour centrer l'aiguille et la bille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale.
3. Tirez progressivement sur le manche pour revenir au vol en palier.
4. Lorsque la vitesse cesse d'augmenter, vous êtes pour ainsi dire revenu au vol en palier ; cessez de tirer sur le manche.
5. Remettez les gaz au niveau nécessaire.

Assiette en cabré :

1. Augmentez la puissance pour éviter de perdre davantage de vitesse.
2. Poussez simultanément sur le manche pour abaisser le nez et empêcher un décrochage.

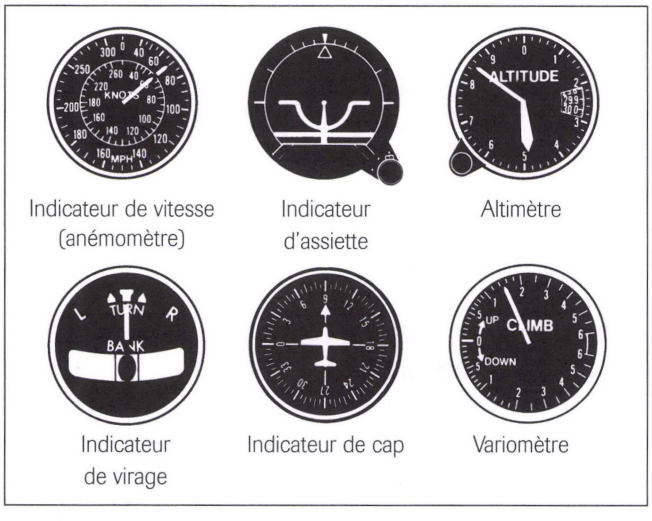


Figure 2-83 Assiette en cabré anormale

3. Ramenez les ailes à l'horizontale en exerçant une pression coordonnée sur la commande d'ailerons et sur le palonnier pour centrer l'aiguille et la bille de l'indicateur de virage.
4. Lorsque la vitesse cesse de diminuer, vous êtes pour ainsi dire revenu au vol en palier ; cessez de pousser sur le manche.
5. Ajustez la puissance et compensez l'avion.

L'ampleur des corrections à effectuer aux commandes étant importante au début de la sortie, continuez à contre-vérifier rapidement les instruments pour déceler le moindre indice de réactions excessives. Lorsque les aiguilles de l'altimètre et de l'anémomètre s'arrêtent, l'avion est pratiquement rendu en assiette de croisière. Si les aiguilles s'arrêtent pour repartir dans le sens opposé, l'avion a dépassé son assiette de croisière. À mesure que les indications de l'anémomètre, de l'altimètre et de l'indicateur de virage se stabilisent, vérifiez si l'indicateur d'assiette fonctionne bien avant de l'inclure dans votre balayage visuel des instruments. Il est possible que le mauvais fonctionnement de cet instrument ait été la cause de l'assiette anormale. Vérifiez l'indicateur d'assiette, l'aiguille et la bille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale ou du coordonnateur de virage pour déterminer l'assiette inclinée, et corrigez-la au besoin. La bille doit être centrée, car les sensations de dérapage et de glissade peuvent aggraver facilement la désorientation et retarder la sortie.

Après la sortie d'une assiette anormale, il est important de continuer à contre-vérifier rapidement les instruments pour éviter d'amorcer une autre assiette anormale. En outre, il peut être nécessaire de monter ou de descendre pour revenir à une altitude de sécurité dès que vous avez repris la maîtrise de l'avion.

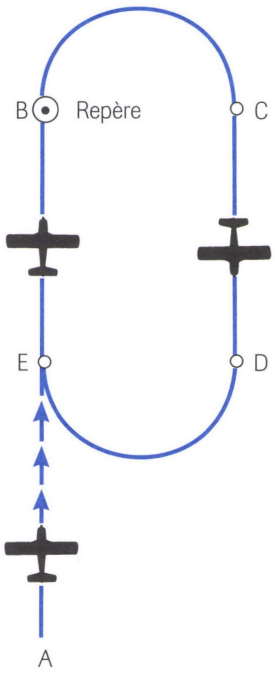
Sortie de vrille

La vrille est la plus critique de toutes les assiettes anormales, pas nécessairement à cause de la manœuvre elle-même, mais à cause de la désorientation qui l'accompagne habituellement.

La première chose à faire pour sortir d'une vrille est de déterminer le sens dans lequel l'avion tourne. Le seul instrument fiable dans ce cas est l'aiguille de l'indicateur de virage et d'inclinaison latérale ou du coordonnateur de virage. Elle dévie dans le sens de la vrille, et l'altimètre indique une perte rapide d'altitude. Pour savoir s'il s'agit d'une vrille ou d'une spirale, vérifiez la vitesse. Elle est faible (presque à la vitesse de décrochage) dans le cas d'une vrille, et élevée dans le cas d'une spirale.

Après avoir déterminé la direction de la vrille, ne tenez plus compte provisoirement de la bille et suivez les techniques de sortie précisées dans le manuel de vol de l'avion. La procédure suivante convient à la plupart des avions légers et elle peut être utilisée en l'absence de procédures recommandées par le constructeur.

1. Puissance au ralenti, commande d'ailerons au neutre.
2. Poussez le palonnier à fond dans le sens opposé à la direction de la vrille (si l'aiguille est complètement à droite, mettez plein palonnier à gauche).
3. Juste après avoir poussé à fond sur le palonnier, poussez fermement et suffisamment sur le manche pour sortir du décrochage. Dans certains avions, il faut pousser à fond sur le manche.
4. Gardez les commandes dans cette position jusqu'à ce que l'aiguille de l'indicateur de virage commence à revenir au centre, ce qui indique la fin de la vrille.
5. Ramenez le palonnier au neutre (aiguille au centre ou presque).
6. Tirez sur le manche afin de redresser doucement l'avion du piqué.
7. Dès que la vitesse commence à diminuer, gardez l'assiette en tangage constante et augmentez la puissance pour reprendre le vol en croisière. Gardez la bille et l'aiguille centrées par des pressions coordonnées sur les commandes.



1. A à B : réduire la vitesse à la vitesse minimale de croisière
2. B à C : faire un virage de 180° à la cadence 1 (normalisée)
3. C à D : voler en ligne droite et en palier pendant 1 minute
4. D à E : virage de 180° à la cadence 1 (normalisée) ; redresser en E au cap d'origine entre A et B
5. E à B : retourner au repère B
6. Recommencer
7. Pour s'exercer aux circuits d'attente non normalisés, effectuer tous les virages à gauche

Figure 2-84 Circuit d'attente normalisé (tous les virages à droite)

Circuits de base en vol aux instruments

Un très bon moyen de continuer à s'exercer après avoir acquis une certaine compétence dans le pilotage aux instruments consiste à simuler les circuits de base utilisés dans les procédures de vol aux instruments (IFR). La connaissance des conditions de pilotage de ces procédures vous sera utile si vous avez l'intention de poursuivre votre formation en vol aux instruments au-delà du stade élémentaire. Les procédures réelles supposent la présence d'un point de départ ou d'un repère tel qu'un radiophare non directionnel (NDB) ou un radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR). Aux fins d'exercice toutefois, un repère géographique peut aussi être utilisé.

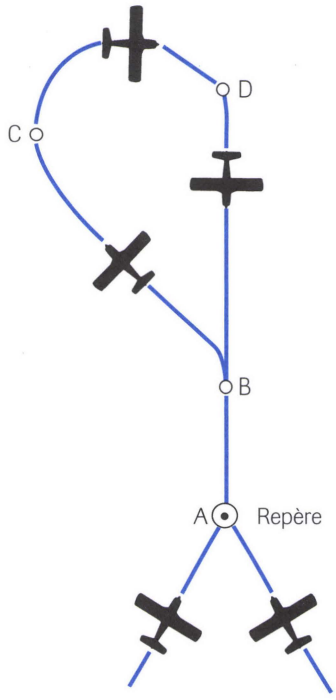
À ce stade, le chronométrage, l'amélioration de la précision des virages et le maintien de vitesses et d'altitudes précises aux instruments constituent les objectifs principaux. Le circuit d'attente représenté à la figure 2-84 permet de maintenir un avion dans une zone délimitée à l'altitude assignée.

Le virage conventionnel représenté à la figure 2-85 est typique de ceux qui sont utilisés dans les procédures d'approche normalisée aux instruments. Pour les procédures non normalisées, virez à droite au point B et à gauche aux autres points.

Radionavigation

Radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence

Le radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence (VOR) est un outil de radionavigation très courant. Il est constitué d'un réseau de stations convenablement disposées au sol et émettant des signaux de



1. A à B : voler une minute en éloignement
2. B : faire un virage à gauche de 45°
3. Puis voler 45 secondes jusqu'à C
4. C : faire un virage à droite pour intercepter D sous un angle de 45°
5. D : suivre le cap en rapprochement jusqu'au survol du repère A

Figure 2-85 Virage conventionnel

navigation dans la gamme des très hautes fréquences (VHF), de 108,10 à 117,95 MHz. Un récepteur de bord VOR convertit ces signaux en indications visuelles pouvant être utilisées pour naviguer avec précision. La figure 2-88 montre un VOR de bord type.

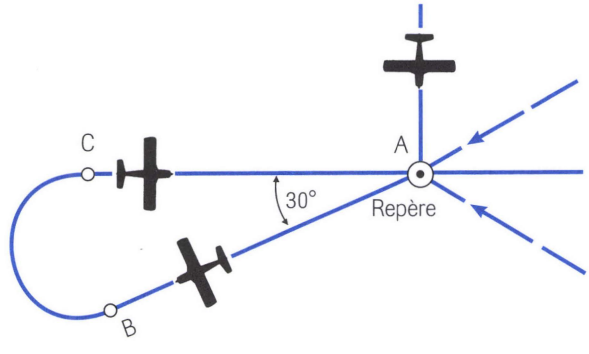
Comme tous les signaux VHF, les signaux d'un VOR ont une portée optique, donc plus l'altitude est élevée, plus ils portent loin. C'est pour cette raison qu'il faut être prudent pendant les vols à proximité du sol ou en région montagneuse. À 1000 pi-sol (300 m-sol), la portée optique est d'environ 39 milles terrestres (63 km) ; à 2000 pi-sol (600 m-sol), elle est de 54 milles (87 km) ; à 3000 pi-sol (900 m-sol), de 66 milles (106 km), et à 4000 pi-sol (1200 m-sol), de 77 milles (124 km).

Avant d'utiliser le VOR, affichez la fréquence désirée et écoutez le signal d'identification pour confirmer si c'est la bonne station. Les stations VOR sont identifiées par trois lettres en code morse ou par une identification vocale.

La plupart des aéroports importants ont une fréquence d'essai du VOR (VOT) qui vous permet de vous assurer du bon fonctionnement et de la précision du récepteur. Pour essayer le récepteur, affichez sur la fréquence d'essai du VOT, ce qui devrait vous faire entendre une rapide succession de points du code morse ou le message du service automatique d'information de région terminale (ATIS) local (voir chapitre 30). Réglez le sélecteur de route (OBS) sur 360°. L'indicateur de lever de doute devrait afficher « FROM », et la barre de route devrait être centrée. Réglez ensuite le sélecteur de route sur 180°. Dans ce cas, l'indication « TO » devrait apparaître dans l'indicateur de navigation pendant que la barre de route est centrée. Dans tous les cas, si l'indication de l'azimut choisi est exacte à plus ou moins 4° près, le récepteur convient aux besoins de la navigation IFR. Tournez le sélecteur de route de 10° d'un côté ou de l'autre du centre de la barre de route, et celle-ci devrait faire apparaître un écart maximal.

Aucune erreur maximale n'est prévue pour le vol en VFR. Cependant, évitez de vous fier au VOR si vous soupçonnez qu'il est trop imprécis. N'essayez pas de rectifier une erreur décelée pendant l'essai du VOR, car vous risquez alors de compliquer la navigation VOR étant donné qu'il n'est pas certain que la même erreur se répétera pour les 360°. Quoi qu'il en soit, le sélecteur de route doit être réglé sur la route à suivre.

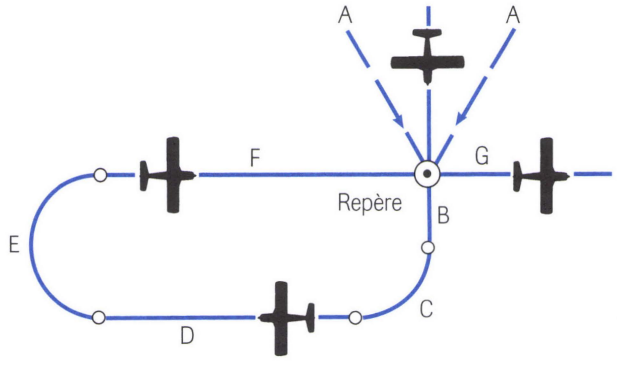
Le VOR vous donne 360 routes magnétiques différentes (une pour chaque degré du cercle), ce qui vous permet de choisir celle qui vous convient le mieux pour voler en direction d'une station VOR ou pour vous en éloigner. Ces routes sont appelées *radiales*.



1. S'approcher du repère A en vol en palier
2. A : Prendre un cap de 30° inférieur au cap d'éloignement et le suivre pendant une minute à la vitesse minimale de croisière jusqu'à B
3. B : Tourner à la cadence 1 (normalisée) ; redresser au cap de rapprochement
4. C : descendre aussitôt de 800 pi (250 m), et revenir en vol en palier
5. A : Après avoir passé à la verticale du repère, commencer à descendre de 500 pi (150 m) à la vitesse d'approche

Note : Ajuster les virages et les chronométrages pour compenser l'effet du vent

Figure 2-86 Virage conventionnel décalé à 30°



A : S'approcher du repère en vol en palier
B : À la verticale du repère, prendre un cap perpendiculaire au cap d'éloignement et le suivre pendant 30 secondes à la vitesse minimale de croisière
C : Tourner à la cadence 1 (normalisée) ; redresser au cap d'éloignement
D : Suivre le cap d'éloignement pendant une minute et demie (inverse du cap de rapprochement)
E : Tourner à la cadence 1 (normalisée) ; redresser au cap de rapprochement publié, descendre aussitôt de 700 pi (215 m) lorsque l'avion est bien établi sur ce cap, et retourner en vol en palier
F : Continuer sur le cap de rapprochement et, à la verticale du repère, commencer à descendre de 500 pi (150 m) (G) à la vitesse d'approche, et revenir en vol en palier

Note : Ajuster les virages et les chronométrages pour compenser l'effet du vent

Figure 2-87 Intégration directe

On constate sur une carte de navigation que les stations VOR sont entourées d'une rose des azimuts vous permettant de déterminer en degrés magnétiques la radiale ou la route que vous souhaitez suivre. Toutes les radiales partent de la station. Par exemple, la radiale 090° est orientée à l'est de la station. L'indicateur de lever de doute sert à indiquer si l'avion se dirige vers la station VOR ou s'il s'en éloigne. Si l'indicateur de lever de doute affiche « TO », alors que la barre de route est centrée, le cap affiché sur le sélecteur de route représente le relèvement de la station par rapport à l'avion. Dans la figure 2-89, l'avion se trouve sur la radiale 090° et il suit une route magnétique de 270° en direction du VOR. Si l'indicateur de lever de doute affiche « FROM », le cap affiché sur le sélecteur de route représente le relèvement de l'avion par rapport à la station. Peu importe la position de l'avion, deux indications VOR sont possibles. L'une indique la route que suit l'avion vers la station, et l'autre, la réciproque, soit la même route à partir de la station.

Pas plus en rapprochement qu'en éloignement, les avions n'ont à voler au cap de la radiale pour que la barre de route soit centrée. Le récepteur ne fait qu'indiquer que, à ce moment précis, l'avion est sur cette radiale, quel que soit son cap. Il pourrait aussi bien suivre cette radiale que la croiser sous n'importe quel angle (figure 2-90). Le VOR est donc sensible à la position de l'avion, et non à son cap.

Radioralliement vers une station

Pour un *ralliement* ou pour voler directement vers une station VOR, suivez les étapes suivantes :

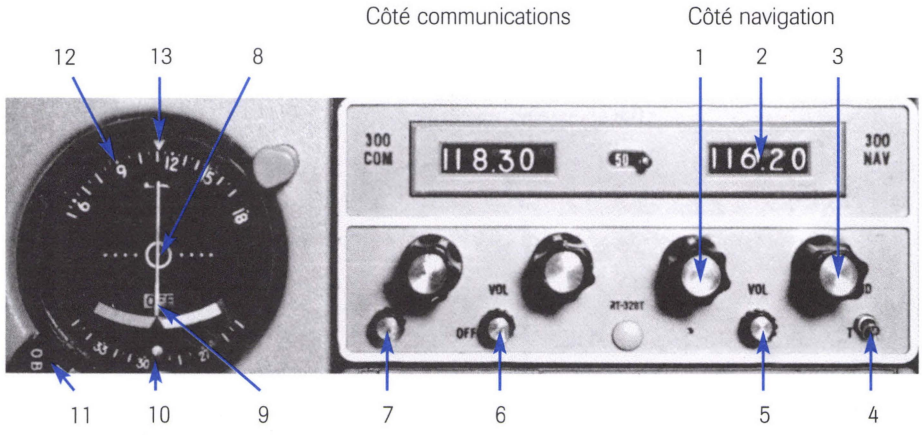
1. Affichez sur le récepteur la fréquence imprimée sur la carte et identifiez la station.
2. Tournez le sélecteur de route jusqu'à ce que l'indicateur de lever de doute affiche « TO ».
3. Continuez de tourner le sélecteur jusqu'à ce que la barre de route soit centrée.
4. Le repère de la radiale indique la route magnétique vers la station. Virez jusqu'au cap affiché sur le sélecteur de route. Lorsque la barre de route demeure centrée, l'avion vole directement vers la station. En présence d'un vent de travers, il est parfois nécessaire de répéter les étapes 3 et 4 pour garder la barre de route au centre. Dans ce cas, l'avion suit une trajectoire curviligne (courbée) jusqu'à la station.

Interception d'une radiale VOR en rapprochement

Les pilotes expérimentés peuvent utiliser plusieurs méthodes pour intercepter une radiale donnée. Pour vous familiariser avec le VOR cependant, nous allons nous limiter à une technique fondamentale (figure 2-91). Affichez la bonne fréquence et identifiez la station VOR. Déterminez la réciproque de la radiale à intercepter, et réglez cette valeur sur le sélecteur de route. Vérifiez le drapeau « TO/OFF/FROM ». S'il affiche « FROM », il vous est difficile d'intercepter la radiale désirée à partir de votre position actuelle. Si l'indicateur affiche « TO », vérifiez la position de la barre de route. Si elle est à la gauche du centre, soustrayez 90° du cap affiché sur le cadran des azimuts, ou ajoutez 90°, si elle est à droite, pour déterminer le cap d'interception. Suivez le cap d'interception jusqu'à ce que la barre de route commence à se diriger vers le centre, puis réduisez l'angle d'interception au besoin. Dès que la barre arrive au centre, tournez vers le cap de rapprochement et suivez-le jusqu'à la station.

Interception d'une radiale VOR en éloignement

Pour intercepter une radiale en éloignement et la suivre, affichez la bonne fréquence et identifiez la station VOR. Déterminez la radiale à intercepter et réglez cette valeur sur le sélecteur de route. Vérifiez le drapeau



Avec la permission de Aviation Training Systems

1. **Sélecteur de fréquence du récepteur de navigation :** sert à choisir par paliers de 1 MHz la fréquence du récepteur de navigation.
2. **Fenêtre d'affichage de la fréquence du récepteur de navigation**.
3. **Sélecteur de fréquence fractionnaire du récepteur de navigation.**
4. **Commutateur de filtre d'identification :** permet d'entendre l'indicatif ; à la position « ID », le filtre est mis hors circuit et le signal d'identification de la station en code morse est audible.
5. **Bouton de réglage de volume du récepteur de navigation :** permet de régler le volume acoustique du récepteur de navigation seulement.
6. **Bouton marche/arrêt et de réglage de volume :** permet d'ouvrir le récepteur de communication et de navigation et d'en régler le volume acoustique.
7. **Bouton de réglage silencieux :** permet de commander le circuit de réglage silencieux du récepteur de communication. Pour augmenter les bruits de fond, tournez-le vers la droite, pour les diminuer, tournez-le vers la gauche.
8. **Barre de route (indicateur d'écart de route) :** indique l'écart de route par rapport à la radiale affichée sur le sélecteur de route ou par rapport à l'axe d'un radiophare d'alignement de piste.
9. **Drapeau « OFF » ou « TO/FROM » :** ne fonctionne qu'au moyen d'un signal de VOR ou de radiophare d'alignement de piste ; en position « OFF » (drapeau), le signal est douteux ; lorsque le signal « OFF » disparaît, le drapeau affiche « TO » ou « FROM » pour indiquer si la route choisie conduit l'avion vers la station ou l'en éloigne.
10. **Repère de radiale inverse :** indique l'inverse de la radiale VOR choisie.
11. **Sélecteur de route :** permet de choisir la radiale VOR de rapprochement ou d'éloignement (OBS).
12. **Cadran des azimuts**.
13. **Repère de radiale :** indique la radiale VOR choisie.

Figue 2-88 Récepteur de radionavigation/radiocommunications et VOR

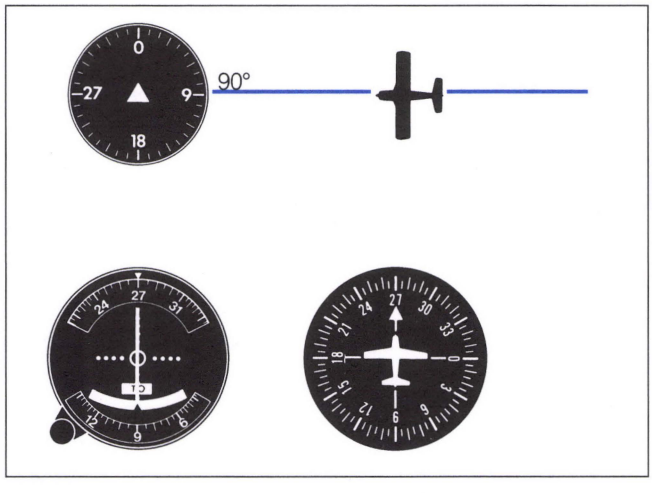


Figure 2-89 Un avion sur la radiale 090° vole sur une route de 270° vers le VOR

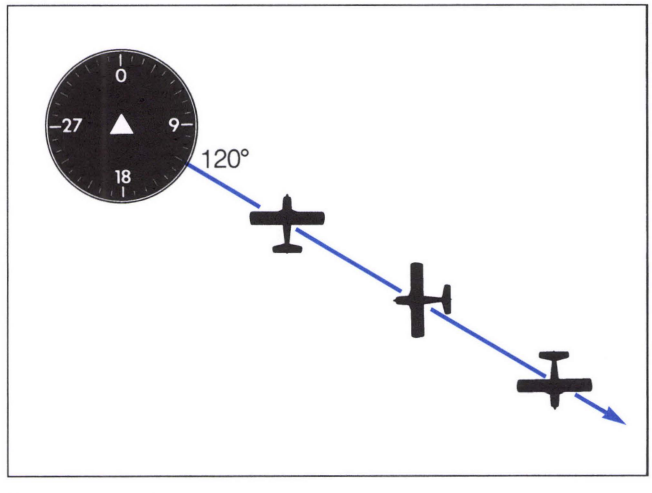


Figure 2-90 Un avion sur la radiale 120°, peu importe son cap

« TO/OFF/FROM ». S'il affiche « TO », il vous est difficile d'intercepter la radiale désirée à partir de votre position actuelle. Si l'indicateur affiche « FROM », vérifiez la position de la barre de route. Si elle est à la gauche du centre, soustrayez 90° du cap affiché sur le cadran des azimuts, ou ajoutez 90°, si elle est à droite, pour déterminer le cap d'interception. Suivez le cap d'interception jusqu'à ce que la barre de route

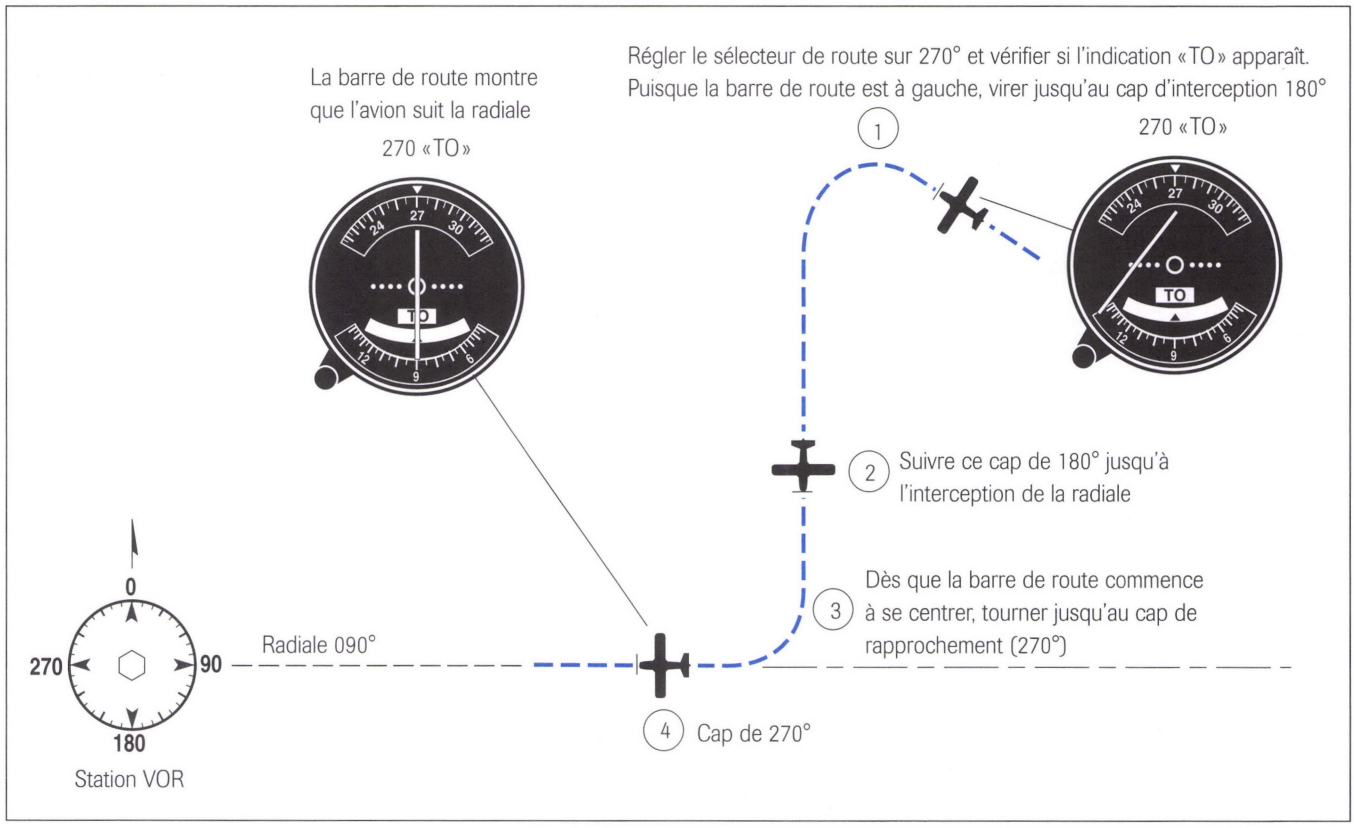


Figure 2-91 Interception d'une radiale VOR en rapprochement

commence à se diriger vers le centre, puis réduisez l'angle d'interception au besoin. Dès que la barre arrive au centre, tournez vers le cap d'éloignement et suivez-le (figure 2-92).

Correction de la dérive

Une fois l'avion stabilisé sur une radiale, il sera peut-être nécessaire d'éliminer la dérive. Si la direction du vent est connue, évaluez la dérive et corrigez-la avant que l'avion commence à s'écarter de sa route. La figure 2-93 montre les indications de la barre de route que vous observerez en suivant une radiale. Si vous ne connaissez pas la direction du vent, suivez un cap identique à la radiale affichée. Quelle que soit la dérive, elle sera indiquée presque aussitôt par le déplacement de la barre de route. À la figure 2-93, le vent a poussé l'avion à la droite de la radiale 090°. Pour l'intercepter de nouveau, tournez jusqu'au cap 070° et confirmez que la barre de route retourne vers le centre. Un angle d'interception supérieur à 20° peut être nécessaire en présence d'un vent fort. Suivez le cap de correction jusqu'à ce que la barre de route soit centrée. Après l'interception de la radiale, réduisez l'angle d'interception en fonction de la dérive. Si la barre de route continue à dériver vers la gauche ou la droite, c'est que vous corrigez trop ou pas assez. Vous devez alors modifier le cap pour garder la barre de route au centre.

Vol sur voies aériennes Victor ou routes aériennes

Les cartes de radionavigation En route niveau inférieur («LO») indiquent bien clairement les voies aériennes VOR (VICTOR) ou routes aériennes, ce qui vous permet de déterminer facilement celle à suivre d'une station VOR à l'autre. En suivant une voie aérienne Victor entre deux stations VOR, arrivant approximativement à mi-chemin de celles-ci ou au point indiqué sur la carte, affichez sur le récepteur la fréquence de la station suivante et affichez la radiale de rapprochement à l'aide du sélecteur de route.

L'inverse de la voie aérienne Victor ou de la route aérienne entre deux stations VOR n'est pas toujours affiché avec précision à cause de la convergence de la carte et de la déclinaison magnétique. La barre de route ne se place pas nécessairement au centre lorsque l'on affiche la fréquence d'une nouvelle station. Elle indique toutefois au besoin dans quel sens vous devez tourner pour intercepter la nouvelle radiale.

Position sol

La position d'un avion peut être reportée sur une carte à l'aide de relèvements obtenus de deux stations

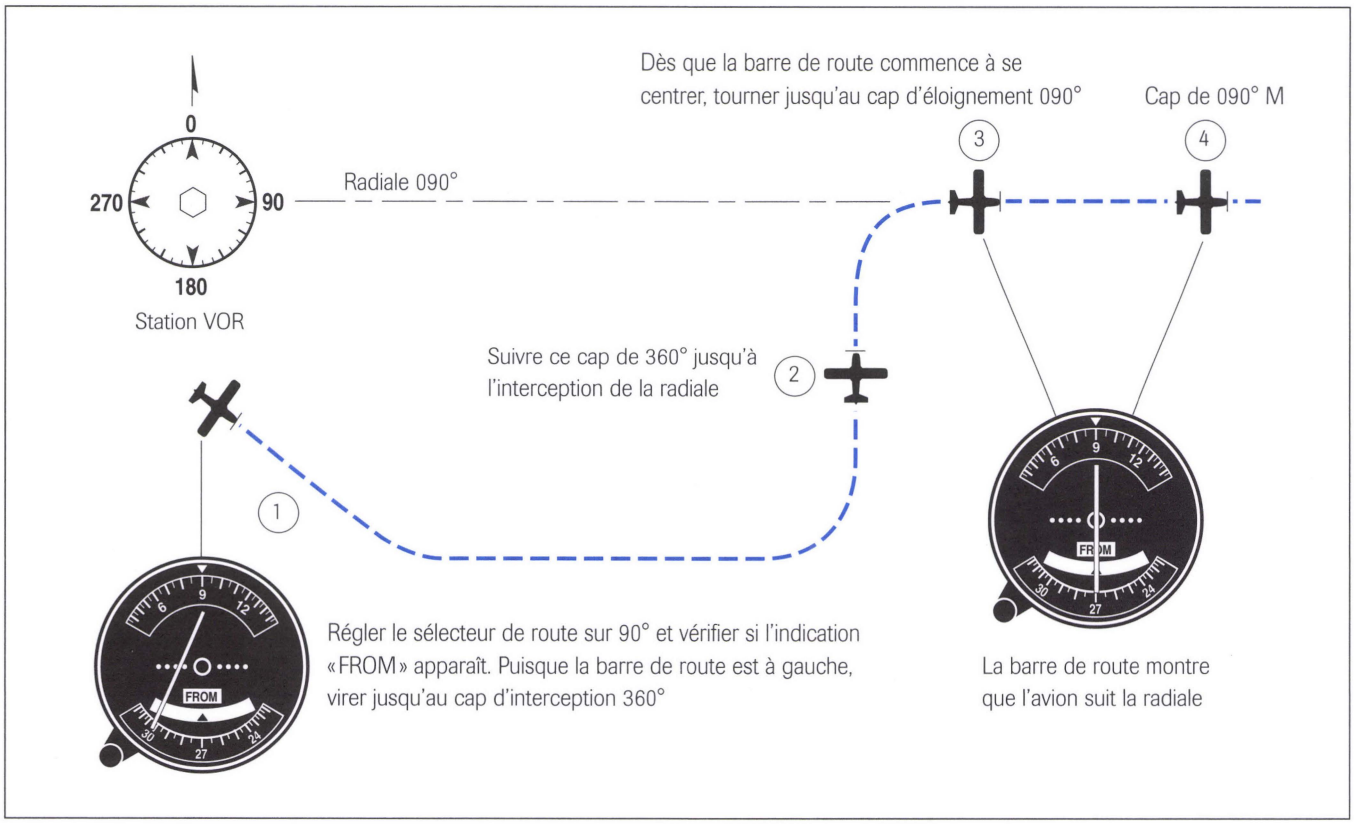


Figure 2-92 Interception d'un radiale VOR en éloignement

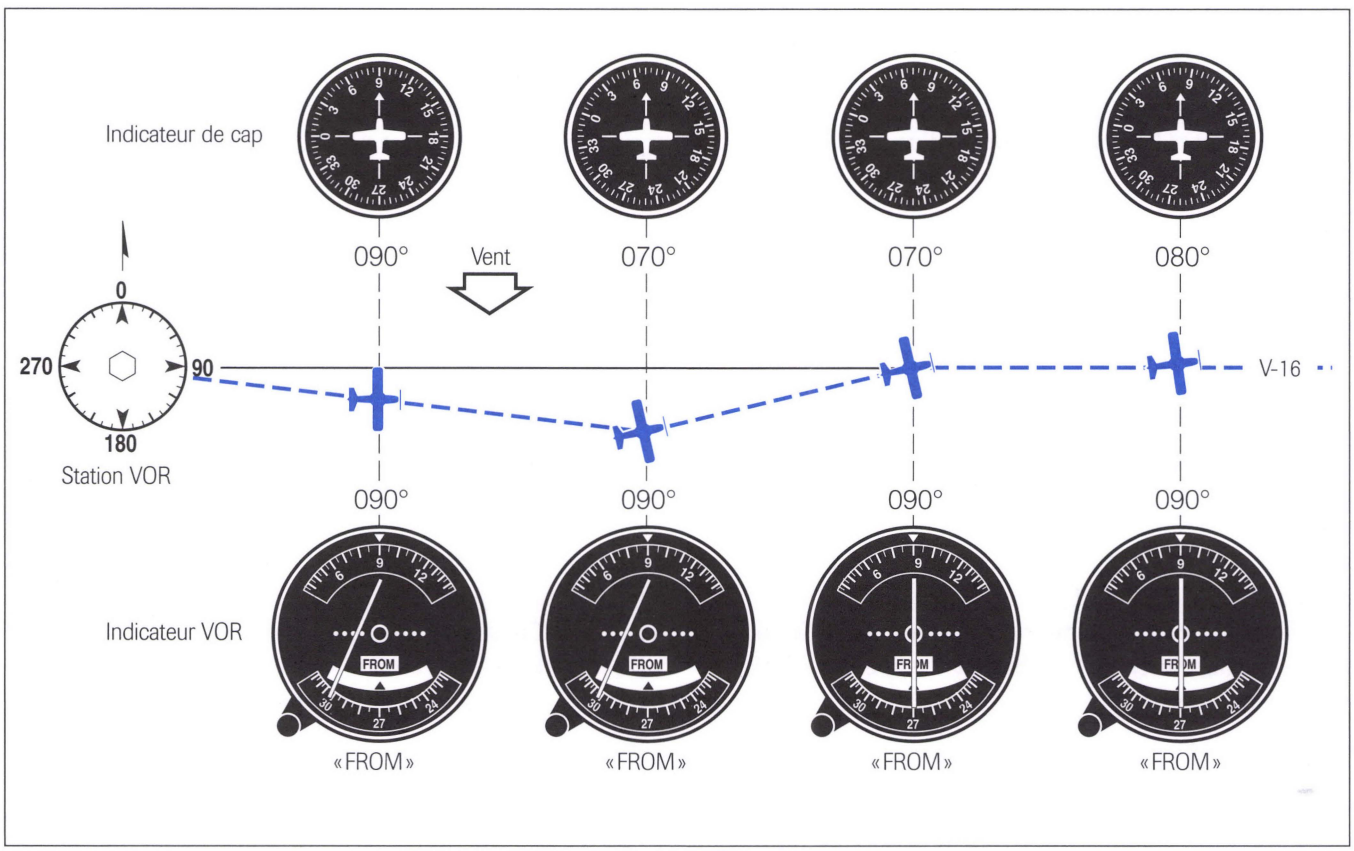


Figure 2-93 Correction pour la dérive

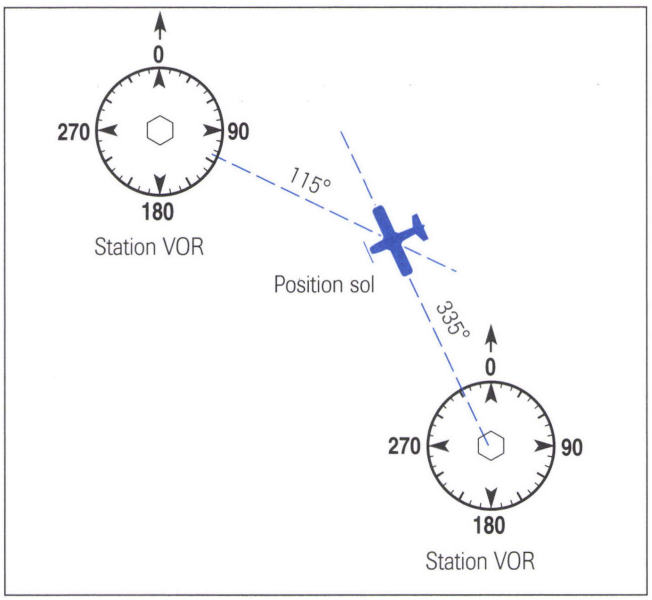


Figure 2-94 Position sol VOR

VOR ou plus. Pour ce faire, tracez les lignes de positions résultantes sur une carte de navigation. Le point d'intersection de ces lignes représente la *position sol*. Du fait que l'avion ne cesse d'avancer, la précision de cette position dépend de la rapidité avec laquelle vous effectuez ces relèvements. S'il y a deux récepteurs VOR à bord, ce problème ne se pose pas. La figure 2-94 montre comment trouver la position sol d'un avion à l'aide de lignes de position.

Survol d'une station

Tandis que l'avion s'approche d'une station VOR, la barre de route devient très sensible et elle peut fluctuer beaucoup, même si l'avion s'écarte très peu de la route désirée. Tenez le cap qui vous a permis de rester sur votre route en suivant la radiale affichée jusqu'à ce que l'avion survole la station. Le passage à la verticale de celle-ci sera indiqué par la barre de route qui s'écartera complètement du centre alternativement dans chaque sens, tandis que le drapeau «TO/FROM» affichera «FROM» au lieu de «TO». C'est ce qu'indiquent les positions 1 et 2 de la figure 2-95. Si l'avion se présente par le travers de la station VOR, la barre de route et le drapeau «TO/FROM» le montreront comme on peut le voir sur cette même figure (positions 3, 4 et 5).

Si vous désirez changer de position après le survol de la station, affichez la radiale d'éloignement à l'aide du sélecteur de route et interprétez les indications de la barre de route. Elles montrent la direction dans laquelle il faut voler pour intercepter la nouvelle radiale. Si vous être près de la station, un angle d'interception de 90° vous fera probablement dépasser la radiale. Choisissez donc un angle d'interception plus faible.

Radiocompas automatique

Le radiocompas automatique (ADF), aussi appelé radiocompas, est un récepteur radio à basse fréquence qui peut capter les signaux des radiophares non directionnels (NDB) et des stations commerciales de radiodiffusion. Le radiocompas permet d'obtenir, sans interruption, des gisements ou des relèvements magnétiques, ou les deux, en provenance de n'importe quelle installation radio émettant dans la gamme de fréquences de 190 KHz à 1750 KHz.

Si vous utilisez des radiophares comme aides à la navigation, les signaux d'identification du code morse peuvent servir à identifier immédiatement le radiophare. Dans le cas de stations de radiodiffusion, cependant, vous devez absolument identifier la station avec certitude en restant à l'écoute jusqu'à ce que son indicatif soit annoncé, et vous devez vous assurer qu'une antenne secondaire n'est pas utilisée, avant de vous fier aux relèvements.

Les signaux de réception d'un radiocompas automatique ne sont pas limités à la portée optique. La distance de réception dépend en grande partie de la puissance de la station émettrice et des conditions atmosphériques. Alors que le VOR en est exempt, les parasites causés par les éclairs ou autres perturbations atmosphériques constituent très souvent un problème dans l'utilisation du radiocompas automatique.

Bien que le radiocompas automatique présente d'autres types d'affichage, nous n'aborderons dans ce texte que le cas de la «rose fixe», dans lequel l'axe longitudinal de l'avion est parallèle à une ligne passant par les indications 0° et 180° de la rose, ainsi que le montre la figure 2-96. Dans cette figure, l'aiguille du gisement pointe en direction d'un radiophare situé à 40° à droite de l'avion.

Terminologie

Avant de vous servir du radiocompas, vous devez comprendre le sens des définitions suivantes (figure 2-97).

Gisement. Il s'agit de l'angle formé par l'intersection d'une ligne droite confondue avec l'axe longitudinal de l'avion et d'une autre ligne droite reliant ce dernier au radiophare. Cet angle est toujours mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nez de l'avion. L'aiguille de gisement du radiocompas automatique affiche directement le gisement du radiophare dont la fréquence est affichée sur le radiocompas lorsque le sélecteur de mode est sur ADF.

Relèvement magnétique. Il s'agit de l'angle formé par l'intersection d'une ligne droite reliant l'avion au radiophare et d'une ligne droite dirigée de

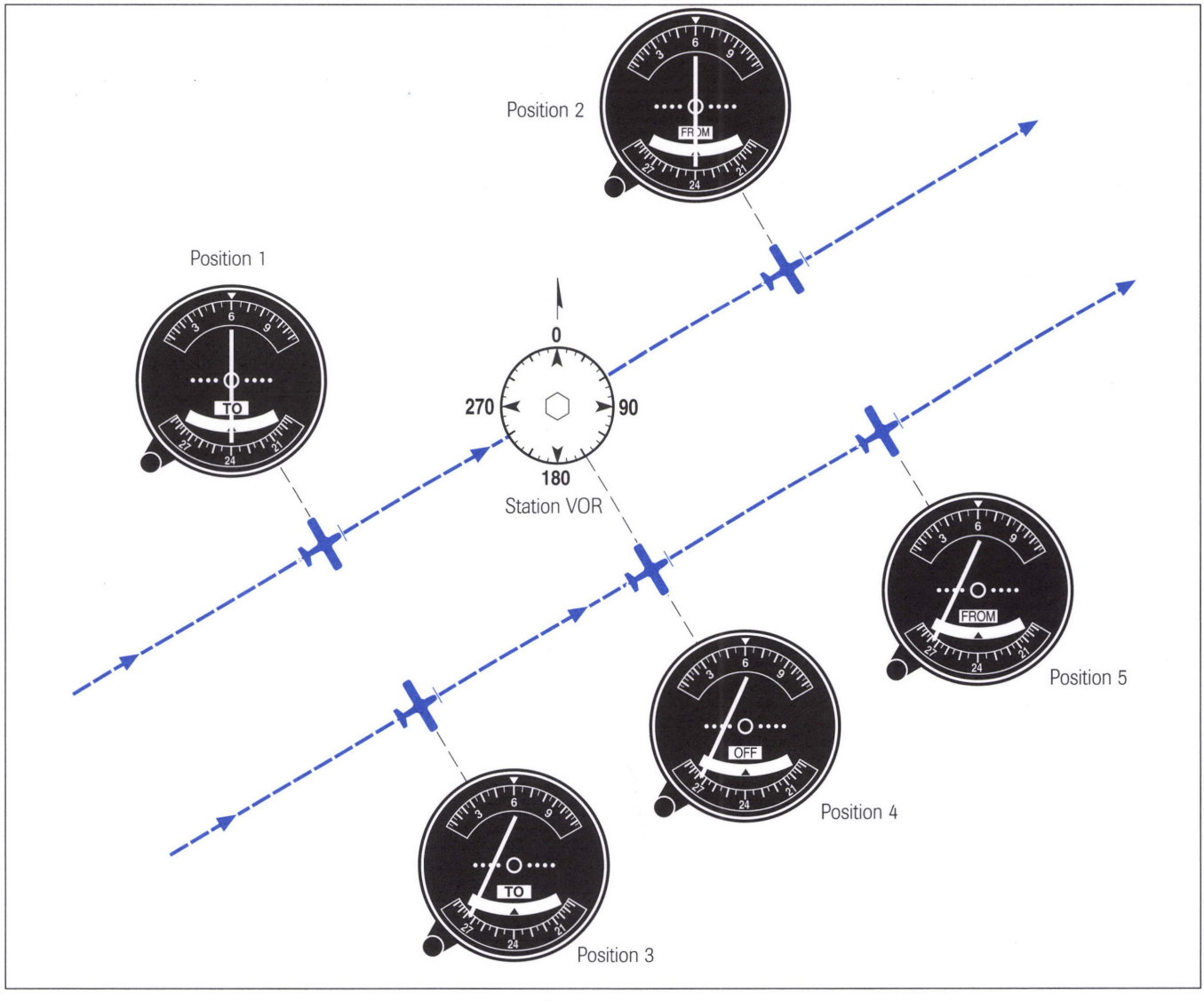


Figure 2-95 Survol d'une station

l'avion vers le nord magnétique. Dans le cas d'un radiocompas à rose fixe, pour obtenir un relèvement magnétique par rapport au radiophare, ajoutez au cap magnétique de l'avion le gisement lu sur la rose. Si la somme est supérieure à 360°, retranchez 360° du total pour obtenir le relèvement magnétique.

Relèvement inverse. Il s'agit du relèvement augmenté ou diminué de 180°. Les relèvements inverses servent à vous situer par rapport à des repères radio. Pour les obtenir (relèvement du radiophare par rapport à l'avion), ajoutez ou retranchez 180° au relèvement de l'avion par rapport au radiophare. Si le relèvement est inférieur à 180°, ajoutez cette valeur (180°) pour obtenir un relèvement inverse.

Si le relèvement est supérieur à 180°, retranchez cette valeur (180°) pour obtenir un relèvement inverse.

Ligne de position. Lorsque le gisement d'un radiophare est reporté sur une carte, la ligne droite

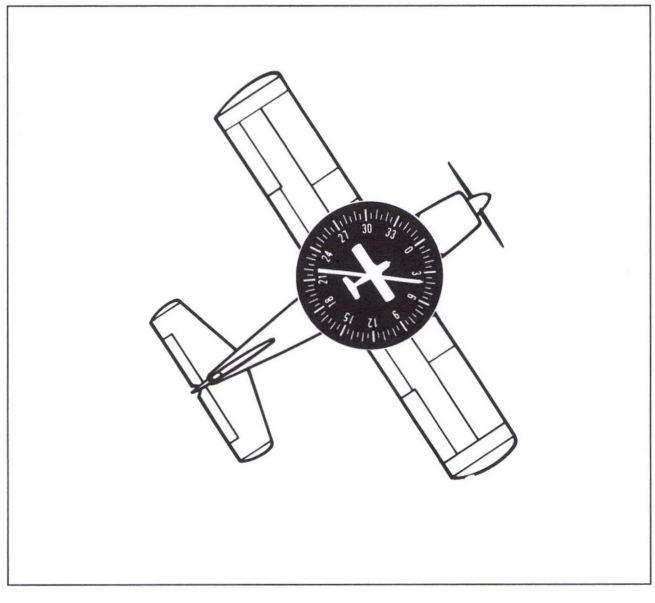


Figure 2-96 Rose fixe

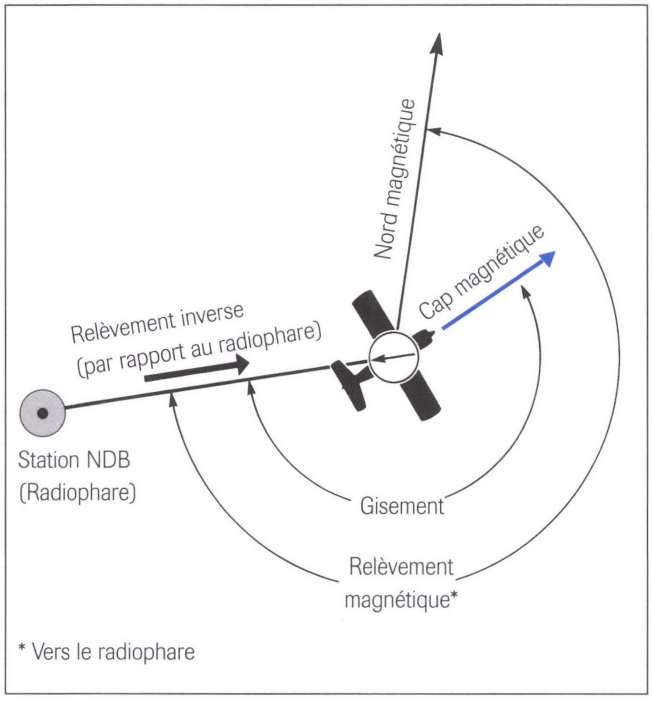


Figure 2-97 Relèvements et gisements

résultante est appelée *ligne de position*. La figure 2-98 montre comment tracer une ligne de position.

Ralliement vers une station

Par vent nul, faire du radioralliement sur un radiophare en utilisant un radiocompas automatique consiste simplement à maintenir l'aiguille de gisement face au repère 0. Vous pouvez également vous servir de cette méthode par vent de travers, ce qui donne lieu à une trajectoire curviligne (courbée), comme le montre la figure 2-99.

Interception d'un axe ADF en rapprochement

Pour intercepter un axe ADF en rapprochement, commencez par déterminer la position relative de l'avion par rapport à cet axe en tournant au même cap que l'axe ADF désiré. Tournez ensuite perpendiculairement à ce cap, qui est parallèle à l'axe, dans le sens de l'aiguille ADF. À mesure que vous vous rapprochez de l'axe, l'aiguille indique soit un gisement de 090°, soit de 270°, selon que l'avion se trouve à gauche ou à droite de l'axe. Dès que l'aiguille arrive en bout d'aile, tournez en rapprochement sur l'axe désiré.

À la figure 2-100, l'avion se trouve au sud de l'axe, et l'aiguille ADF indique 030°. Pour intercepter l'axe perpendiculairement, il faut tourner au cap 015°. Lorsque l'avion est établi au cap d'interception, l'ADF montre que la station se trouve du côté avant gauche de l'avion. Quand le gisement devient 270°, l'avion croise l'axe désiré, et il faut tourner au cap 285°.

Lorsque l'avion est parallèle à l'axe ADF et que l'aiguille ADF indique un gisement de 090° ou plus et inférieur ou égal à 270°, le radiophare se trouve derrière l'avion. À partir d'une telle position, la méthode d'interception à 90° ne peut pas vous mettre sur un axe en rapprochement de 285°.

Interception d'un axe ADF en éloignement

Pour intercepter un axe ADF en éloignement, commencez par déterminer la position relative de l'avion par rapport à cet axe en tournant au même cap que l'axe ADF désiré. Tournez ensuite perpendiculairement à ce cap, qui est parallèle à l'axe, dans le sens de l'aiguille ADF. À mesure que vous vous rapprochez de l'axe, l'aiguille indique soit un gisement de 090°, soit

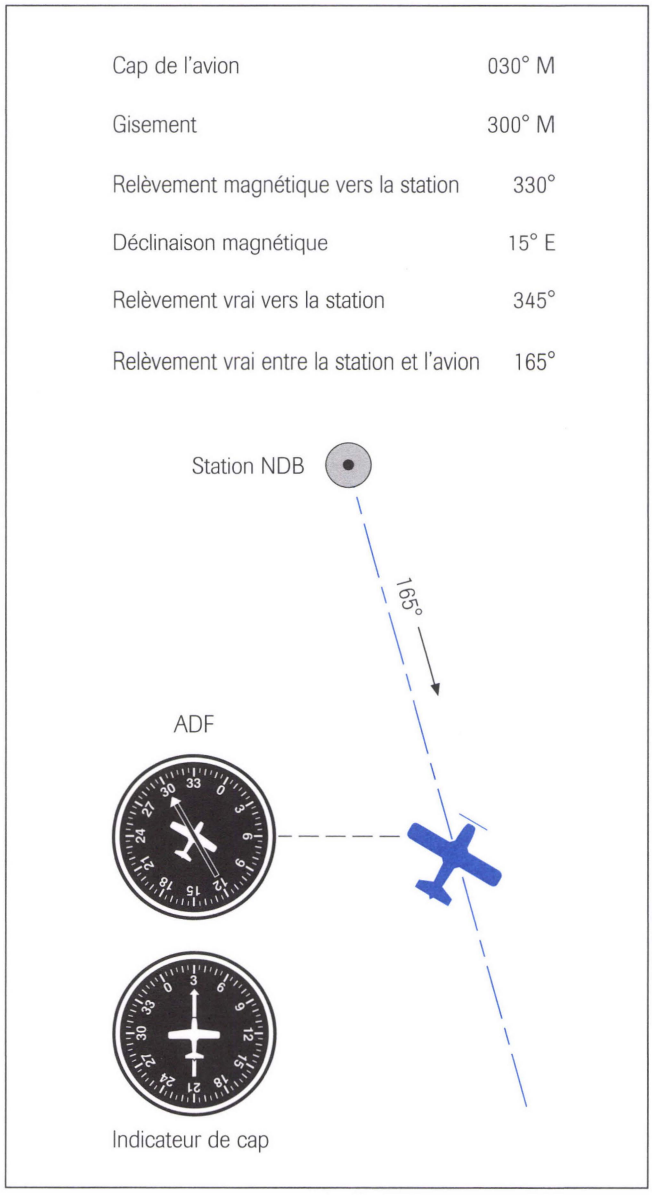


Figure 2-98 Ligne de position

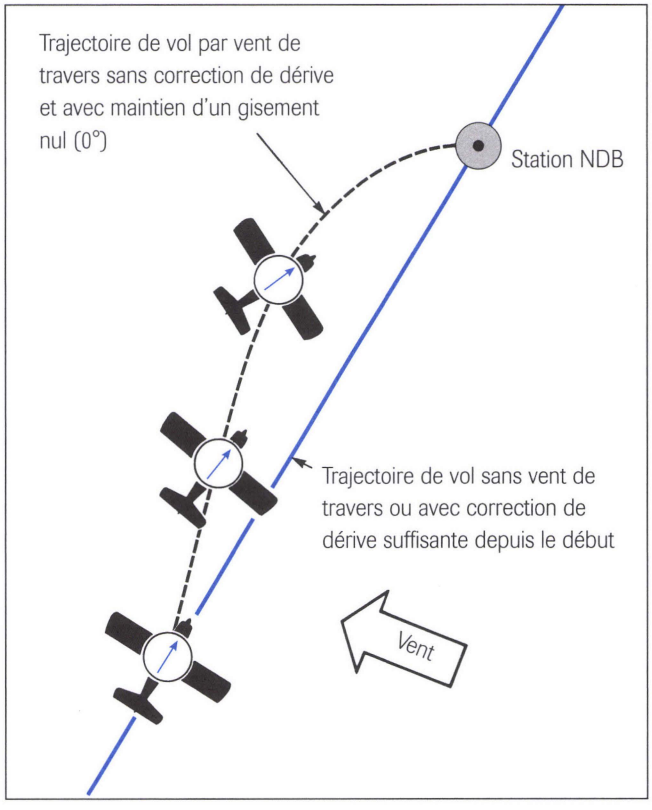


Figure 2-99 Radioralliement

de 270°. Dès que l'aiguille arrive en bout d'aile, tournez en éloignement sur l'axe désiré.

À la figure 2-101, l'avion se trouve à l'ouest de l'axe, et l'aiguille ADF indique 140°. Pour intercepter l'axe perpendiculairement, il faut tourner au cap 050°. Lorsque l'avion est établi au cap d'interception, l'ADF montre que la station se trouve du côté avant droit de l'avion. Quand le gisement devient 090°, l'avion croise l'axe désiré, et il faut tourner ou cap 320°.

Correction de la dérive

Une fois l'avion stabilisé sur un axe, il sera peut-être nécessaire d'éliminer la dérive. Si la direction du vent est connue, évaluez la dérive et corrigez-la avant que l'avion commence à s'écarter de sa route. Si l'aiguille ADF s'éloigne du repère 0 ou 180° pendant que vous demeurez sur le cap de rapprochement ou d'éloignement, l'avion dérive. Si ce dernier dérive vers la droite par exemple, comme à la figure 102, tournez au cap 070°. Suivez ce cap jusqu'à ce l'aiguille tourne dans le sens horaire jusqu'à 20° du repère 0°. Dès l'interception de l'axe, divisez l'angle d'interception par deux et suivez un cap de 080°.

À la figure 2-103, l'avion s'éloigne de la station et s'est écarté à droite de l'axe. Pour l'intercepter de nouveau, tournez au cap 070° et suivez ce cap jusqu'à ce que l'aiguille ADF arrive à moins de 20° du repère 180°. Dès l'interception de l'axe, divisez l'angle d'interception par deux et suivez un cap de 080°.

La correction de la dérive est exacte lorsque l'écart de l'aiguille par rapport au repère 0 ou 180° demeure constant pendant que l'indicateur de cap affiche toujours le même cap.

Si vous avez mal évalué la dérive, le relèvement change et vous devez corriger davantage la dérive jusqu'à ce que l'aiguille ADF demeure au même point.

Vol sur les voies aériennes LF/MF

Une route prescrite qui relie deux radiophares non directionnels s'appelle voie aérienne basse ou moyenne fréquence (LF/MF). Les voies aériennes LF/MF figurent sur les cartes aéronautiques, et leur plancher se trouve à 2200 pi-sol (670 m-sol). L'inverse de la voie aérienne LF/MF entre deux stations NDB n'est pas toujours affiché avec précision à cause de la convergence de la carte et de la déclinaison magnétique.

En suivant une voie aérienne LF/MF entre deux stations NDB, selon la puissance d'émission des radiophares, lorsque vous arrivez approximativement à mi-chemin de celles-ci, affichez la fréquence de la station suivante. L'aiguille ADF n'indique pas nécessairement que l'avion se trouve en plein sur l'axe, mais plutôt dans quelle direction il faut tourner au besoin pour intercepter de nouveau la voie aérienne.

Position sol

Comme pour le VOR, lorsque deux relèvements magnétiques ou plus sont obtenus à partir de stations NDB ou VOR/NDB et que les lignes de positions résultantes sont tracées sur une carte de navigation, leur point d'intersection représente la position sol de l'avion au moment où les relèvements ont été pris.

La figure 2-104 montre comment la position d'un avion peut être reportée sur une carte.

Survol d'une station

Pendant le survol d'un radiophare, l'aiguille ADF tourne en tous sens, peut-être dans le sens des aiguilles d'une montre ou à l'inverse, avant de faire un demi-tour complet pour s'immobiliser à 180°, indiquant ainsi que le radiophare se trouve derrière l'avion.

Lorsque l'avion s'approche et survole la station, plus il est proche du radiophare, plus l'aiguille ADF s'écarte du repère 0°. Par exemple, si un avion se trouve à 1 mille (1,6 km) à droite de l'axe désiré à 60 milles (110 km) du radiophare, par vent nul, l'aiguille ADF ne s'écarte que de 1° par rapport au repère 0° (gisement de 359°). À 30 milles (55 km), l'écart est de 2° (gisement de 358°), et à 15 milles (28 km), 4° (gisement de 356°).

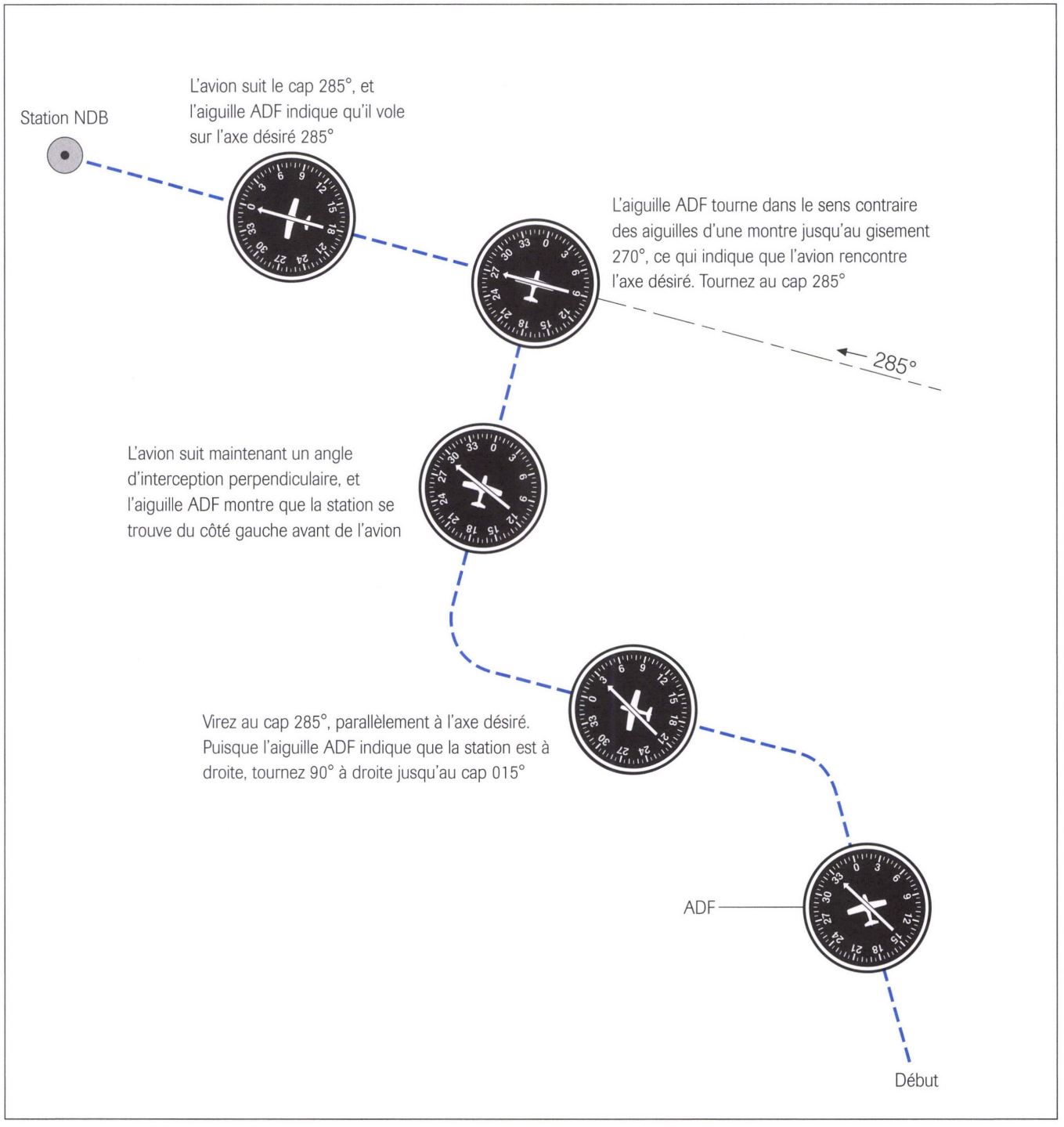


Figure 2-100 Interception d'un axe de 285° en rapprochement

Cet écart augmente à mesure que l'avion s'approche du radiophare, de sorte que lorsqu'il passe par le travers à 1 mille (1,6 km) de distance, l'aiguille s'écarte de 90° par rapport au repère 0° (gisement de 270°).

Écoute constante d'une station ADF

Il est plus facile de constater une panne du récepteur ADF de bord ou du radiophare si vous gardez le volume élevé. Certains récepteurs ADF de bord possèdent un mécanisme d'avertissement en cas de panne, telle qu'une rotation continue de l'aiguille ADF, une rotation jusqu'en bout d'aile de l'aiguille ADF, ou un drapeau « OFF ». En ces cas, l'écoute constante d'une station ADF perd de l'importance.

Angles d'interception

Bien qu'un angle d'interception perpendiculaire amène l'avion sur la route la plus courte jusqu'à la

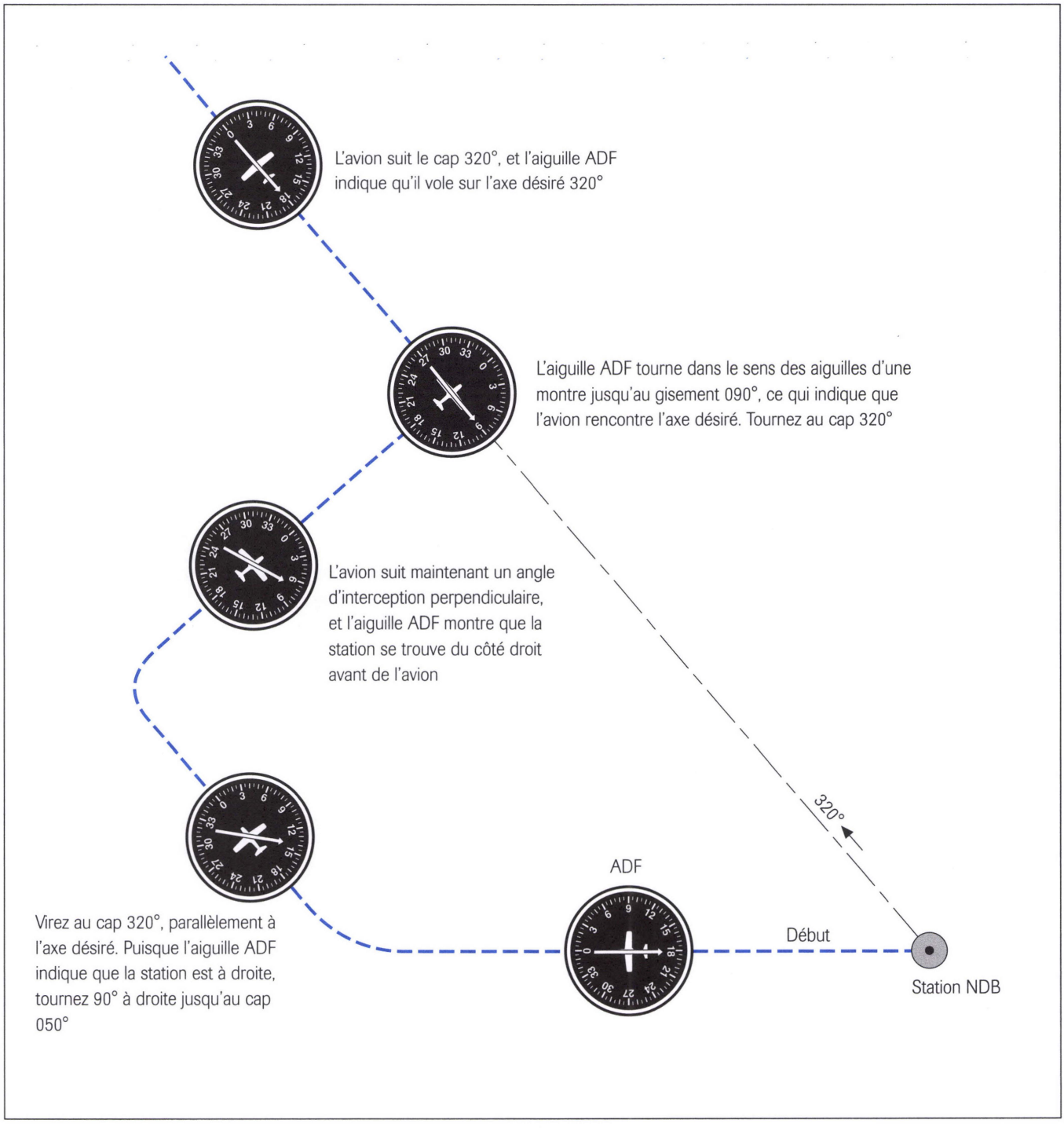


Figure 2-101 Interception d'un axe de 320° en éloignement

radiale ou à l'axe désiré, cette route n'est pas la plus courte jusqu'à la station. À mesure que vous maîtriserez davantage la technique fondamentale d'interception, votre instructeur vous enseignera comment utiliser des angles d'interception moins prononcés qui vous permettront d'arriver plus directement à votre destination. Dans ces cas, vous devrez intercepter l'axe désiré avant d'arriver à la station. Des angles d'interception plus faibles sont souvent utilisés aussi à proximité d'une station où les radiales ou les axes sont rapprochés, ou pour corriger la dérive. Lorsque vous utilisez un angle d'interception inférieur à 90°, veillez à ce que la dérive ne dépasse pas votre angle d'interception.

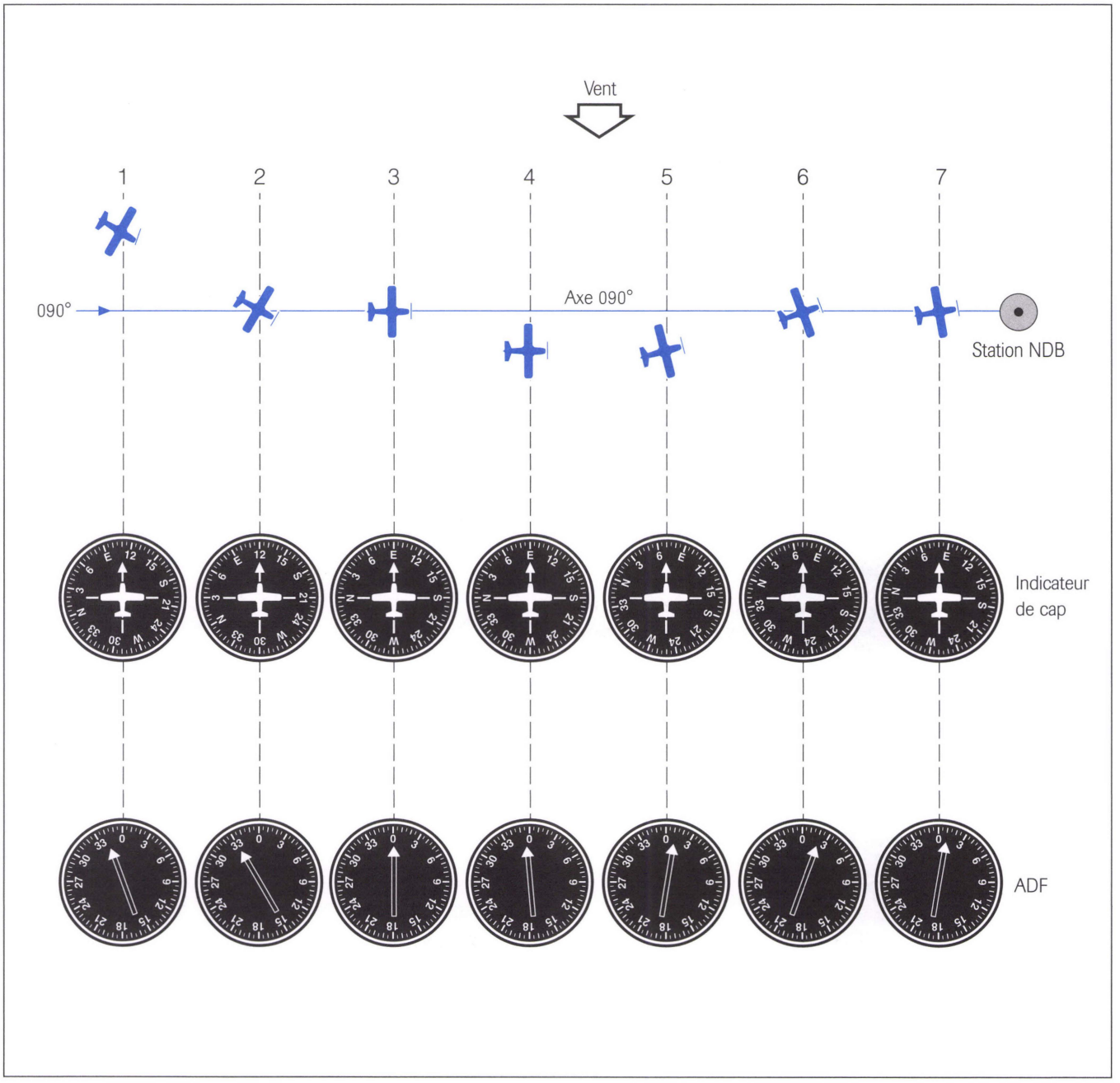


Figure 2-102 Correction de la dérive en rapprochement

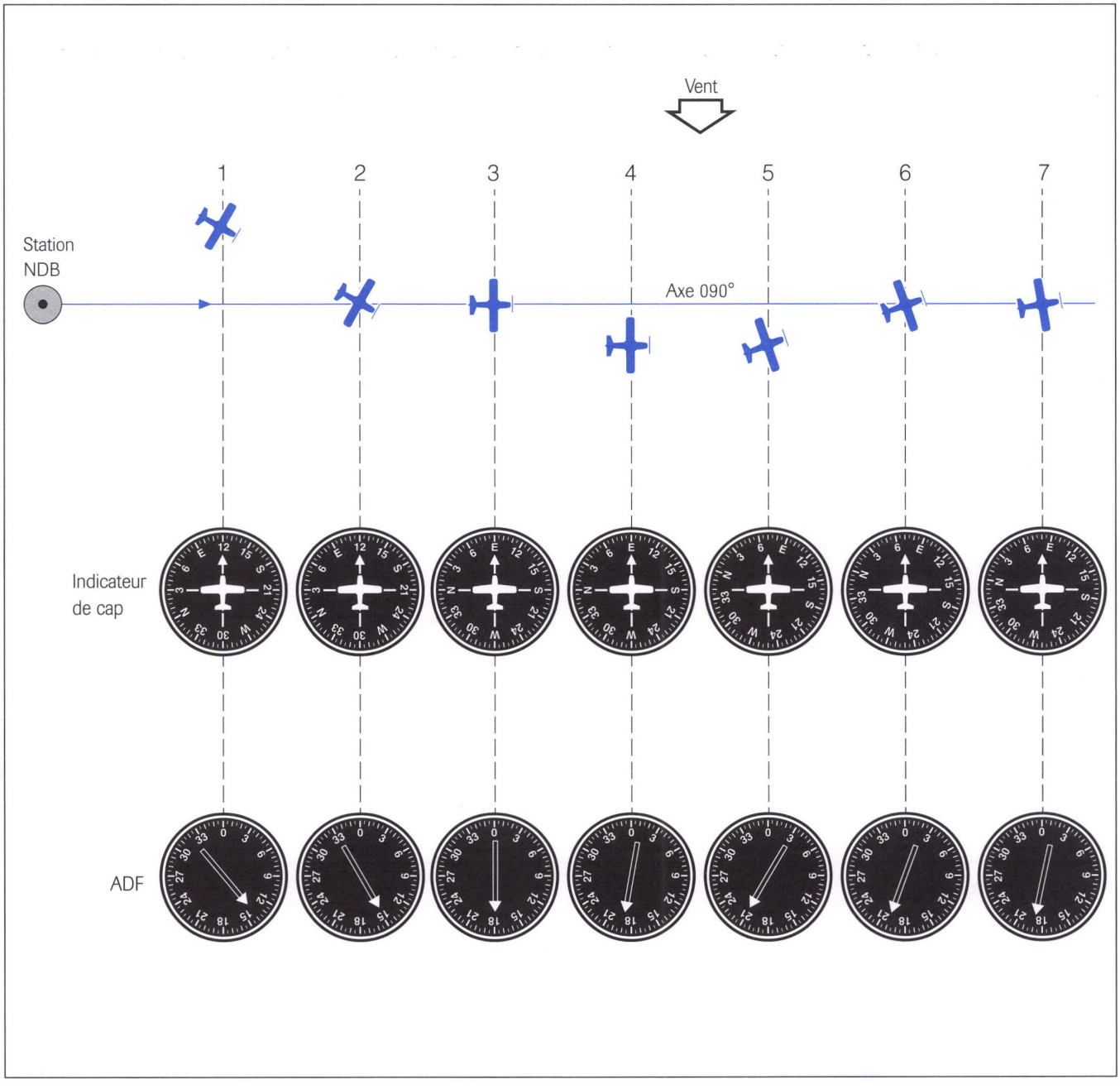


Figure 2-103 Correction de la dérive en éloignement

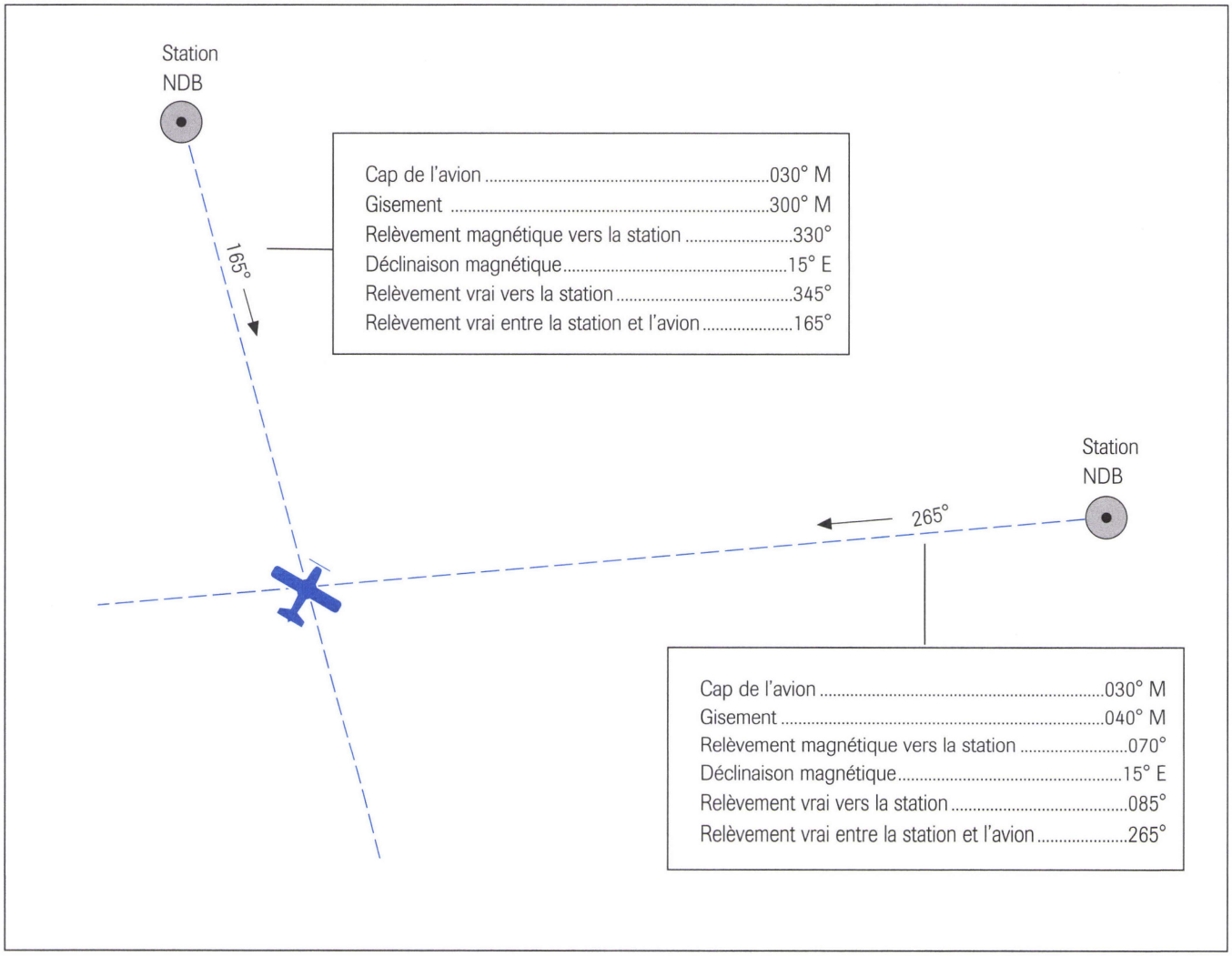


Figure 2-104 Position sol

EXERCICE VINGT-CINQ

Vol de nuit

Le vol de nuit peut être très agréable et, de fait, de nombreux pilotes expérimentés le préfèrent au vol de jour. L'été, les températures nocturnes sont moins élevées, ce qui rend l'air plus dense et donne de meilleures propriétés aérodynamiques et un meilleur rendement du moteur. Les nuages de convection tendent à se dissiper ; les turbulences sont donc beaucoup plus faibles et, très souvent, quasi inexistantes. L'air, à proximité du sol, est généralement plus stable, et il est possible de faire de bons atterrissages en utilisant moins les commandes. Une fois habitué au vol de nuit, vous constaterez que les autres aéronefs en vol, en général moins nombreux la nuit, sont plus faciles à voir.

Le vol de nuit vous oblige à vous adapter à un environnement relativement différent, notamment à l'extérieur du poste de pilotage. Les points de référence comme l'horizon, les particularités topographiques et même le sol, des éléments qui sont tous vitaux pour prendre diverses assiettes le jour, deviennent alors indistincts, obscurs et parfois invisibles. Quoi qu'il en soit, vous découvrirez que le vol de nuit n'a rien de mystérieux ni de particulièrement difficile. L'avion se pilote de la même façon, de jour comme de nuit, sauf que vous devez consulter les instruments plus souvent pour vérifier l'assiette, la vitesse, le cap, etc. C'est pourquoi vous devez être capable de bien maîtriser votre aéronef à l'aide des instruments.

Vous devez vous familiariser avec les systèmes de balisage des aéroports. Voici les appellations de quelques-uns de ces systèmes : feux de piste, feux de seuil de piste, feux d'approche de piste, feux de voie de circulation, feux d'entrée sur une voie de circulation, phare rotatif d'aéroport, feux d'obstacle. On utilise diverses couleurs, par exemple le vert pour le seuil, le blanc pour le bord de piste, le bleu pour les voies de circulation et le rouge pour les obstacles. Dans de nombreux aéroports, il est possible de faire varier l'intensité du balisage lumineux d'approche et de piste. En général, c'est la tour de contrôle ou la station d'information de vol qui se charge de faire varier l'intensité, laquelle peut souvent être modifiée à la demande du pilote.

Avant d'entreprendre un vol de nuit, vous devez connaître parfaitement le fonctionnement du système d'éclairage et des équipements de secours de votre avion. Retenez bien l'emplacement des interrupteurs, des disjoncteurs et des fusibles. Assurez-vous que la lampe de poche obligatoire fonctionne bien, que ses piles sont suffisamment fortes et qu'elle se trouve à portée de la main. L'éclairage du poste de pilotage doit illuminer les instruments et les équipements essentiels de façon satisfaisante mais sans éblouir, de manière à ne pas nuire à la vision extérieure du pilote. Vous devez vous assurer que les feux de position, encore appelés « feux de navigation », sont en bon état et fonctionnent correctement. N'oubliez pas l'importance du régime de charge de la génératrice ou de l'alternateur dont dépendent la radio et le système d'éclairage de votre avion.

Il y a peut-être déjà longtemps que vous n'avez pas eu à interpréter les signaux lumineux dirigés vers vous par la tour de contrôle. Révisez ces signaux de façon à savoir à quoi vous attendre et comment procéder en cas de panne radio.

Grâce à leur couleur et à leur emplacement, les feux de position, qui ne sont visibles que sous certains angles, permettent de déterminer la position relative d'un autre aéronef et la direction générale de son déplacement. Il est important que vous sachiez comment interpréter les feux de position des autres aéronefs afin de savoir s'il y a risque d'abordage ou non.

Après avoir quitté un endroit bien éclairé, laissez un laps de temps convenable s'écouler pour permettre à vos

yeux de s'habituer à l'obscurité. En général, il faut compter une trentaine de minutes dans le noir avant que les yeux soient complètement adaptés à l'obscurité.

Pendant le jour, il est très rare de traverser un nuage accidentellement. Toutefois, cela pourrait facilement vous arriver par nuit noire et temps couvert. N'oubliez jamais qu'il y a peut-être des nuages dans le secteur. De nuit, vous pouvez déceler un nuage ou soupçonner sa présence si vous constatez la disparition inattendue des lumières au sol ou si vous remarquez la présence d'un halo rouge ou vert autour des feux de position de l'avion.

Circulation au sol

Pendant la préparation au vol, effectuez toutes les vérifications normales d'un vol de jour avant de commencer à circuler. De plus, vérifiez les équipements propres au vol de nuit comme les phares d'atterrissage, les feux de position, l'éclairage des instruments et de la cabine, la lampe de poche et le régime de charge de la génératrice ou de l'alternateur.

La circulation au sol de nuit est plus exigeante que celle de jour pour les raisons suivantes :

1. de nuit, les lumières fixes sont plus proches qu'elles ne paraissent, ce qui rend les distances difficiles à évaluer ;
2. il est difficile d'apprécier sa vitesse la nuit. De plus, les pilotes circulent généralement trop vite, ce qui peut s'expliquer notamment par le manque d'objets habituellement visibles au sol qui donnent, de jour, une idée de la vitesse de circulation ;
3. il faut redoubler de prudence pour éviter les obstacles qui, bien qu'ils soient balisés rouge, risquent d'être pris pour les feux d'autres aéronefs ;
4. de nuit, il est difficile de percevoir un léger déplacement de l'aéronef au sol. Il faut donc veiller à ne pas avancer doucement pendant le point fixe.

Il faut éviter d'éclairer les autres aéronefs avec vos phares d'atterrissage ou de circulation, car la lumière pourrait nuire à la vision nocturne des autres pilotes. Les lumières stroboscopiques ne devraient pas être utilisées au sol pour la même raison.

Si votre aéronef est muni d'une génératrice, conservez un régime moteur suffisant en position d'attente de décollage pour permettre à la génératrice de continuer à charger la batterie.

Décollage

Effectuez la vérification habituelle avant le décollage. Il est important de bien compenser l'avion. Il serait sage d'allumer les phares d'atterrissage, si l'avion en est doté. Obtenez l'autorisation de décoller (ou prenez les précautions qui s'imposent si vous vous trouvez à un aérodrome non contrôlé) avant de vous aligner sur la piste en service.

Le décollage de nuit est identique à celui de jour. Vous devez vous assurer de rester dans l'axe en vous référant d'abord au balisage lumineux de la piste et, par la suite, à d'autres objets éclairés situés en avant. Si vous n'utilisez pas les phares d'atterrissage, vous aurez peut-être un peu de mal à apprécier l'assiette de l'avion ; aussi, assurez-vous bien de prendre les assiettes en cabré normales au décollage et pendant la montée. Il est essentiel d'atteindre une vitesse de montée sûre et un taux de montée franc juste après l'envol ; c'est pourquoi vous devez absolument résister à la tentation de décoller prématurément.

Dans certains avions à roulette de queue, il est difficile d'apprécier l'assiette longitudinale. On laisse alors le manche au neutre pendant la course au décollage, ce qui permet à l'avion de prendre lui-même la bonne position. Pour éviter que l'avion ne retouche la piste après avoir décollé, on prend une légère assiette en cabré aussitôt après le décollage jusqu'à ce qu'il soit possible de prendre en toute sécurité l'assiette de montée voulue.

Au décollage, servez-vous de vos instruments en plus de vos références visuelles avant de perdre de vue le balisage lumineux de la piste. Une fois la montée stabilisée, vous devrez peut-être vous fier davantage à vos instruments pour le contrôle en direction et en tangage de votre avion, puisqu'il est fort probable que vos références visuelles seront masquées à cause de l'assiette en cabré. Ne commencez pas à tourner avant d'avoir atteint 500 pi-sol (150 m-sol), après quoi vous devriez faire un virage en montée en direction du circuit. Les mesures à prendre en cas de panne moteur au décollage sont identiques à celles de jour, allumage des phares d'atterrissage en plus, le cas échéant.

Circuit

Le circuit que vous devrez faire est un circuit normal, ce qui vous permettra de terminer les vérifications dans le poste de pilotage (et de recevoir les autorisations) conformément aux procédures normales applicables aux différents parcours du circuit. Effectuez le circuit principalement à l'aide des références offertes par les autres aéronefs, le balisage de l'aérodrome et les lumières au sol.

Votre instructeur vous montrera d'autres avions en vol et vous expliquera comment garder un espacement dans le circuit de façon à éviter un encombrement en approche.

Approche

Normalement, l'approche se fait au moteur, mais une approche à basse altitude et à faible pente devrait être évitée. Un principe important du vol de nuit veut que les pilotes soient en mesure d'effectuer leurs approches et leurs atterrissages en toute sécurité en prenant comme unique référence le balisage lumineux de la piste. Le jugement repose normalement sur l'aspect du balisage de piste au moment où l'avion tourne en approche finale. Si vous êtes sur la bonne trajectoire d'approche, les feux vous sembleront rester équidistants (longitudinalement). Si l'approche est trop haute, vous aurez l'impression que la distance entre les feux augmente; inversement, en cas d'approche trop basse, cette distance vous semblera diminuer. Le but de la manœuvre consiste donc à moduler votre trajectoire d'approche de façon à conserver une bonne perspective (figure 2-105) quand vous regardez le balisage de la piste. L'approche idéale devrait vous amener à commencer l'arrondi au début du balisage lumineux de la piste.

Atterrissage

L'atterrissage de nuit s'effectue à l'aide des références visuelles offertes par les feux de piste. L'aspect du sol étant trompeur, n'essayez pas de vous en servir à titre de référence comme vous le feriez de jour.

À cause des conditions inhérentes à la nuit, les pilotes ont souvent tendance (mais pas toujours) à commencer l'arrondi trop haut. Si vous éprouvez cette difficulté au début de l'entraînement, il serait peut-être bon que vous gardiez un peu de puissance jusqu'au poser.

Si vous utilisez les phares d'atterrissage de l'avion, vous ne devriez pas regarder directement dans le faisceau lumineux, mais plutôt en avant et un peu de côté de façon à ne pas perdre toute perspective. N'oubliez pas que l'arrondi se juge d'après le balisage de la piste.

De nuit, une remise des gaz ne demande aucune technique particulière et s'effectue de la même façon que de jour. Servez-vous de vos instruments avant de perdre de vue les feux de piste, ce qui vous permettra d'avoir une meilleure maîtrise en direction et en tangage, comme le mentionnent les procédures de décollage.

De nuit comme de jour, surveillez les autres aéronefs en vol et évitez de garder trop longtemps la tête baissée dans le poste de pilotage à lire les indications des instruments. À mesure que vous acquerrez de l'expérience en effectuant des circuits de nuit, vous vous familiariserez avec la position correcte des aiguilles des instruments de vol correspondant aux diverses assiettes et vitesses en vol, de sorte que vous n'aurez plus besoin de lire les chiffres indiqués. Un simple coup d'œil suffira pour savoir si vous maintenez une précision de pilotage satisfaisante.

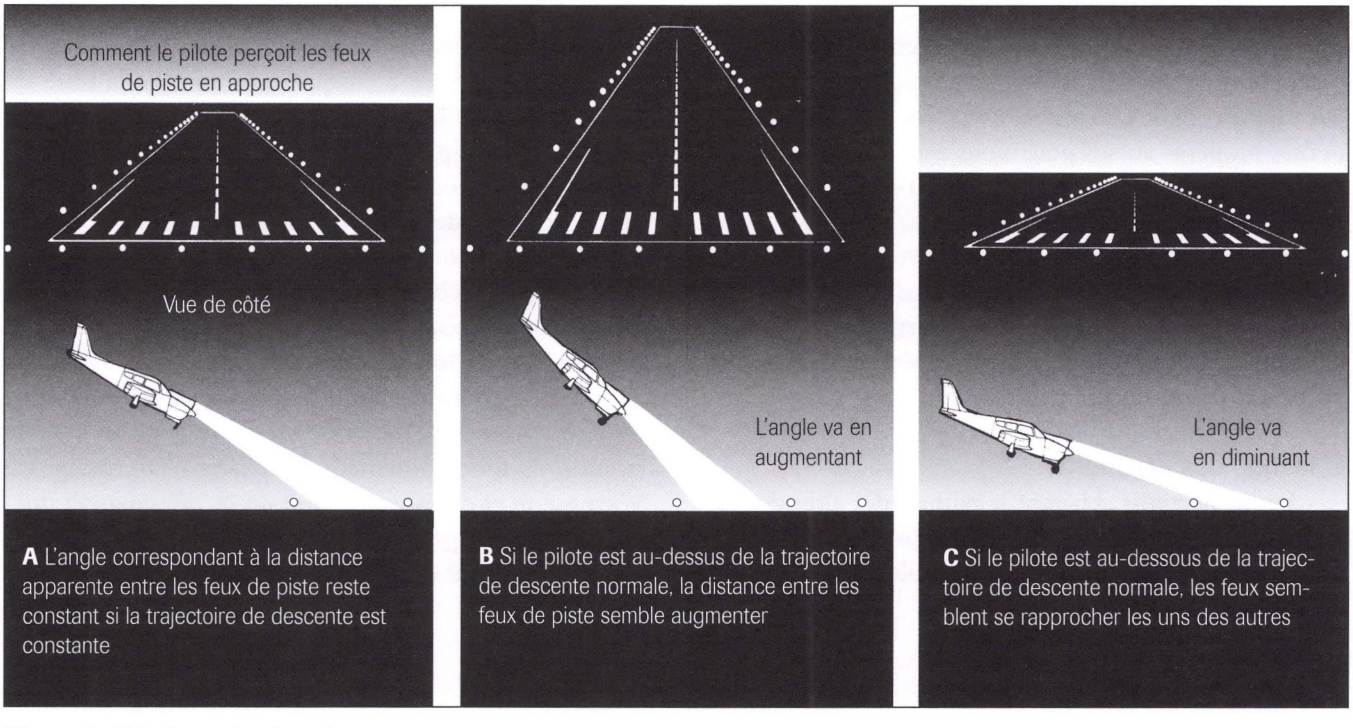


Figure 2-105 Approche de nuit

Vol voyage de nuit

Les principes de la navigation aérienne sont fondamentalement les mêmes de jour comme de nuit, sauf que la lecture des cartes exige une technique particulière la nuit. La navigation s'effectue selon un plan de vol prédéterminé, qui est corrigé de temps en temps au moyen des aides radio et de repères visuels fiables.

Voici les points auxquels vous devez accorder une attention particulière pendant un vol voyage de nuit :

1. un exposé météo et une préparation détaillée du vol sont des éléments essentiels ;
2. les repères au sol éclairés ainsi que les grands lacs ou les rivières bien identifiables sont plus faciles à voir de nuit ;
3. vous devez tenir les caps compas avec précision, et vous ne devez faire des corrections qu'après vous être assuré de l'exactitude de votre position au moyen de points de repère ou d'aides radio ;
4. la précision du chronométrage est essentielle.

L'itinéraire des premiers exercices de navigation de nuit doit être choisi avec soin afin qu'il comprenne plusieurs points de repère au sol que vous pourrez reconnaître de nuit sans erreur possible. La possibilité de lire les cartes dépend essentiellement des conditions météorologiques et de la lune. Vous verrez mieux les points caractéristiques au sol si vous les regardez face à la lune. Les phares d'aérodrome sont des repères très utiles, mais vous devrez vous méfier des erreurs de jugement grossières dans l'appréciation de leur distance par rapport à votre aéronef. Évitez de compter sur de petites lumières au sol pour vous repérer ; les lumières éparses autour d'une petite agglomération peuvent facilement donner l'impression d'une ville beaucoup plus importante. Vous devez connaître en permanence la distance et le relèvement approximatifs d'un point de repère connu vers lequel vous pourriez vous diriger facilement si la poursuite du vol se révélait impossible pour une raison ou pour une autre.

Éclairage des aéroports

Les projecteurs éclairant la plupart des aires de trafic devant les bâtiments d'aéroport sont bien souvent quasi aveuglants, et il n'est pas possible de faire baisser leur intensité ni de les faire éteindre, sauf en cas d'urgence. Si vous devez circuler dans des zones éclairées par des projecteurs, redoublez de prudence, car les personnes, les véhicules et les autres objets ont tendance à disparaître dans l'ombre ou à devenir invisibles dans de telles zones.

Les feux délimitant les voies de circulation sont bleus et, par conséquent, de très faible intensité. Pour aider les pilotes qui quittent une piste balisée, le point de sortie est généralement indiqué par deux feux bleus de part et d'autre de la sortie vers la voie de circulation.

L'utilisation des systèmes de balisage lumineux de piste et d'approche n'est pas limitée à la nuit. Si vous devez vous poser par mauvais temps, face au soleil, ou pour toute autre raison menaçant la sécurité de votre avion, n'hésitez pas à demander à la tour de contrôle ou aux autorités compétentes d'allumer le balisage lumineux de piste et d'approche. L'intensité de celui-ci peut être réglée ; le cas échéant, demandez l'intensité qui se prête le mieux aux circonstances.

Dans certains aérodromes, on trouve des panneaux réfléchissants à la place des feux de bord de piste ; l'utilisation de ces panneaux n'est homologuée que pour l'utilisation sur les pistes de certains aérodromes dûment répertoriés ; toutefois, ils peuvent être utilisés comme moyen de substitution au balisage lumineux de bord des voies de circulation et des aires de trafic à certains aéroports enregistrés.

Les panneaux réfléchissants sont placés de façon telle que, *une fois l'avion aligné en finale,* ils offrent au pilote la même présentation visuelle qu'un balisage lumineux de piste traditionnel. Un feu blanc continu ou à éclats est placé à chaque extrémité de la piste de manière à aider les pilotes à repérer l'aérodrome et à s'aligner avec la piste.

Les panneaux réfléchissants doivent pouvoir réfléchir la lumière des phares d'atterrissage des avions afin qu'elle soit visible à 2 milles (4 km). N'oubliez pas que le pouvoir réfléchissant de ces panneaux est fortement lié à l'état des phares d'atterrissage et à la visibilité du moment. Ainsi, lorsque vous préparez un vol à destination d'un aérodrome muni de panneaux réfléchissants, assurez-vous de redoubler de vigilance pendant la vérification du fonctionnement des phares d'atterrissage de votre avion et choisissez un terrain de dégagement possédant un balisage lumineux classique que vous pourrez utiliser en cas de panne de vos phares d'atterrissage.

Hydravions

La plupart des hydravions civils utilisés pour l'entraînement de base sont en fait des avions terrestres classiques dont on a remplacé les roues par des flotteurs afin qu'ils puissent décoller et amerrir sur un plan d'eau. Tous les aéronefs capables de décoller ou de se poser sur l'eau sont appelés hydravions, y compris les hydravions à coque. Pour les besoins du présent exercice, nous utiliserons simplement le terme hydravion, puisque nous n'étudierons aucune procédure d'exploitation qui ne s'appliquerait qu'aux seuls hydravions à coque.

Dans les airs, un hydravion se comporte à peu près de la même manière qu'un avion terrestre. En glissade, il ne requiert pas autant l'usage des ailerons et, généralement, sa stabilité en direction est inférieure à celle d'un avion terrestre. Ces caractéristiques mises à part, toute manœuvre pouvant normalement être exécutée par un avion peut également l'être par un hydravion. En conséquence, nous ne donnerons ici aucune directive particulière en ce qui concerne l'utilisation de l'hydravion en vol. La même chose s'applique également dans une grande mesure à la familiarisation avec l'hydravion lui-même.

Les techniques de manœuvre d'un hydravion sur l'eau sont très différentes de celles qui ont trait à la manœuvre d'un avion sur terre. En plus des compétences en aéronautique, le pilote d'un hydravion doit également posséder des compétences en marine. Un hydravion n'a pas de freins et il est soumis à la fois aux vents et aux courants marins. Avec ou sans moteur, l'hydravion laissé à lui-même tournera toujours face au vent. Par conséquent, plus le vent est fort, plus il est difficile de manœuvrer un hydravion. En dépit des problèmes supplémentaires, le pilotage d'un hydravion peut offrir beaucoup d'agrément et de nombreuses possibilités d'utilisation. Dans la majeure partie de l'Amérique du Nord, le pilote d'un hydravion dispose d'innombrables «aérodromes» dotés de «pistes» d'une longueur quasi illimitée.

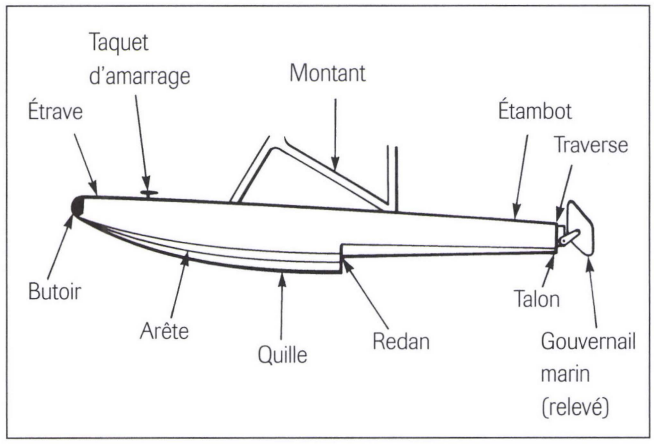


Figure 2-106 Principaux composants d'un flotteur

Performances

À cause de la masse des flotteurs, la charge utile d'un hydravion est généralement inférieure à celle du même aéronef monté sur roues. Le taux de montée et la vitesse de croisière se trouvent également réduits par l'augmentation de la traînée causée par les flotteurs et par leurs dispositifs de fixation.

Compétences en marine

Terminologie

En route. Un hydravion qui n'est amarré à aucun objet fixe sur la terre ou dans l'eau est dit *en route*. Un hydravion *en route* peut se déplacer vers l'avant, vers l'arrière ou latéralement sur la surface de l'eau, avec ou sans moteur, et il peut être en train de circuler à flot, de se déplacer à l'aide du vent ou de demeurer immobile. L'expression *en route* laisse entendre qu'une personne

dûment autorisée se trouve aux commandes de l'hydravion.

En déplacement à l'aide du vent. Un hydravion en route qui est manœuvré à reculons ou latéralement uniquement par la force du vent ou des courants marins est dit *en déplacement à l'aide du vent,* que le moteur soit en marche ou non.

Eau d'infiltration. Tous les flotteurs prennent plus ou moins l'eau, ce qui augmente la masse totale de l'hydravion et diminue sa flottabilité. On peut éliminer l'*eau d'infiltration* à l'aide d'une pompe d'assèchement, ce qu'il est essentiel de faire aussi souvent que nécessaire et, en particulier, avant le premier décollage de la journée, après un amerrissage brutal ou après tout incident susceptible d'avoir endommagé les flotteurs. La masse de l'*eau d'infiltration* dans les flotteurs modifie également la position du centre de gravité de l'hydravion.

Immobile. Un hydravion en route qui se maintient sur place en luttant contre la force du vent et des courants marins à l'aide de la traction du moteur n'est pas considéré comme en circulation, mais est plutôt dit *immobile.*

En circulation à flot. Un hydravion en route qui est manœuvré pour avancer sous l'effet de la traction du moteur est dit *en circulation à flot.*

Amarres. Les cordages en chanvre, en manille ou en nylon servant à amarrer l'hydravion ou à le retenir à un quai sont appelés des *amarres.*

Amarre en patte-d'oie. Il s'agit d'une amarre en forme de Y servant à amarrer un hydravion à une bouée ou à une ancre. Afin de permettre à l'hydravion de tourner correctement en girouette autour d'une bouée ou d'une ancre, les branches de l'*amarre en patte-d'oie* doivent être fixées également au taquet avant de chaque flotteur. Plus la branche de cordage simple de l'amarre est longue, moins l'hydravion aura tendance à tirer sur l'ancre ou sur la bouée (figure 2-107).

Matériel de bord

Outre les articles qu'on doit emporter à bord de tout aéronef pour satisfaire aux exigences opérationnelles, à bord d'un hydravion, il faut également emporter le matériel suivant en bon état :

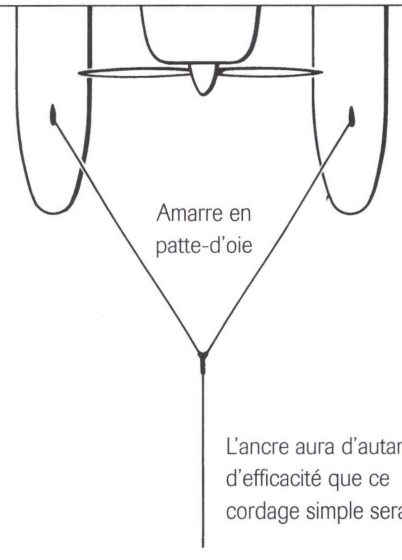
1. un gilet de sauvetage homologué et placé dans un endroit accessible à chaque occupant ;
2. deux amarres ou plus d'une longueur de 25 pi (7,6 m) ;
3. une pompe d'assèchement pour les flotteurs ;
4. un ou plusieurs avirons ;
5. une ancre munie de sa propre amarre d'une longueur d'au moins 50 pi (15,2 m) ;
6. un dispositif pour filtrer le carburant hors base.

Généralités

Chaussures. Les pilotes d'hydravion seraient bien avisés de porter des chaussures ou des bottes dont la semelle offre une bonne adhérence à la surface habituellement mouillée des flotteurs. Notez toutefois que les semelles munies de clous ou de crampons métalliques risquent d'égratigner ou d'endommager la surface des flotteurs.

Démarrage du moteur

Les manœuvres à effectuer immédiatement avant le démarrage proprement dit du moteur dépendent de nombreux facteurs. Si personne ne peut retenir l'hydravion jusqu'à ce que le moteur tourne et que vous soyez prêt à circuler à flot, vous devez vous assurer que l'aéronef est retenu convenablement afin qu'il ne puisse pas avancer avant que vous soyez assis. Dans ce cas, vous pouvez libérer l'hydravion en détachant un cordage passé dans une ferrure de fixation ou autour d'un montant. Si vous devez laisser l'aéronef s'éloigner de son point d'amarrage à la dérive, vous devez alors adapter la procédure à suivre en fonction des obstacles environnants comme les autres aéronefs, les arbres, les rochers et les quais. Si vous abordez cette situation avec un plan précis, comme de mouiller l'ancre ou de ramer,



Attention : Un hydravion amarré présente une grande surface exposée aux vents. Par grand vent, sous l'effet de fortes vagues, ou lorsque ces deux conditions sont réunies, l'hydravion exercera une force considérable en tirant sur son amarre. Dans ces conditions, un ancrage qui s'était révélé satisfaisant pour des bateaux de plaisance relativement grands peut se révéler tout à fait insuffisant pour un hydravion, même de petites dimensions

Figure 2-107 Amarre en patte-d'oie

vous courrez moins de risques d'endommager l'hydravion si le moteur refuse de démarrer. Si l'hélice doit être lancée à la main, il faut toujours se placer derrière celle-ci. Pour lancer l'hélice, il faut se tenir sur le flotteur droit en s'agrippant solidement d'une main à un montant. Généralement, seuls les plus petits moteurs peuvent être lancés de cette façon. L'article du *Règlement de l'aviation canadien* qui porte sur le démarrage des moteurs et les moteurs qu'on laisse tourner s'applique aussi bien aux hydravions qu'aux avions terrestres. Comme l'hydravion est dépourvu de freins, il commencera à se déplacer dès la mise en marche du moteur, s'il n'est pas convenablement amarré.

Courants marins

Lorsque les courants marins, comme ceux que l'on peut rencontrer en rivière ou qui peuvent survenir avec la marée, dépassent les 5 kt (10 km/h), il convient de prendre des précautions particulières, surtout lorsqu'il y a des obstacles ou d'autres types de dangers.

1. Au cours d'un virage de vent arrière à vent de face en vue du décollage :
   a) si vous circulez contre le courant, n'amorcez le virage qu'après avoir dépassé le point prévu pour le décollage ;
   b) ou si vous circulez avec le courant, amorcez le virage avant le point prévu pour le décollage.
2. Les meilleures conditions de décollage sont réunies lorsque celui-ci se fait dans le sens du courant et face au vent.
3. Les meilleures conditions d'amerrissage sont réunies lorsque celui-ci se fait contre le courant et face au vent.

Le vol

Vérification prévol

Outre les éléments que l'on vérifie normalement lors de la vérification prévol d'un avion terrestre, l'hydravion comporte certains composants importants que l'on doit examiner attentivement. Il faut inspecter les compartiments des flotteurs et les assécher au besoin à l'aide de la pompe d'assèchement avant de les refermer. La masse supplémentaire de l'eau d'infiltration dans les flotteurs risque d'augmenter la distance nécessaire au décollage et de provoquer ainsi un accident. Il faut également vérifier le bon état des montants de flotteurs, des haubans, des points de fixation, des ferrures, des câbles, des gouvernails marins et des fixations des avirons.

Passagers

En règle générale, on ne doit pas permettre aux passagers de quitter la cabine lorsque l'hélice tourne. Si vous avez besoin de l'aide d'un passager, vous devez d'abord lui donner un exposé approfondi sur les procédures à suivre et sur les dangers. De nombreux passagers ont été heurtés par une hélice tournant au ralenti, ou sont tombés à l'eau en voulant aider le pilote à attacher ou à détacher une amarre. C'est pourquoi vous devez vous assurer que les passagers demeurent assis tant qu'il y a du danger lorsque l'aéronef accoste ou lorsqu'il quitte le quai.

Circulation à flot

Vous devez prévoir à l'avance le trajet de circulation à flot lorsqu'il y a des obstacles et vous devez tenir compte de la force du vent, des courants marins, de la marée ou d'une combinaison de ces facteurs pour déterminer la meilleure façon de vous rendre à l'aire de décollage. En prévision d'un amerrissage sur un plan d'eau inconnu, vous devez choisir le trajet de circulation à flot lorsque vous êtes en vol, car vous pouvez généralement observer les obstacles immergés et les autres obstacles.

Pour faciliter les virages pendant la circulation à basse vitesse, un gouvernail marin est articulé à la traverse de l'un ou des deux flotteurs de l'hydravion. Les gouvernails marins sont asservis au circuit de commande normal de la gouverne de direction et le pilote peut les relever ou les descendre à partir du poste de pilotage. Les gouvernails marins sont plus efficaces à basse vitesse et sur un plan d'eau relativement calme ; à grande vitesse, la pression de l'eau tend à les repousser en position relevée.

On distingue normalement trois modes de circulation à flot, soit la circulation *en marche au ralenti, en déplacement à l'aide du vent* et la *course sur le redan.* Dans le premier cas, vous devez maintenir la commande de profondeur à fond en arrière de façon que l'hélice ne se heurte pas aux embruns provoqués par l'étrave des flotteurs ou par l'action des vagues. Une hélice qui tourne à grande vitesse peut grandement être endommagée par l'eau, de même que ses accessoires. Sauf lorsque des conditions particulières de vent et du plan d'eau prévalent, ou que d'autres circonstances exceptionnelles le justifient, les pilotes d'hydravion expérimentés circulent normalement à flot en utilisant une combinaison des modes de circulation en marche au ralenti et en déplacement à l'aide du vent.

Circulation en marche au ralenti

Dans le mode de circulation en marche au ralenti (figure 2-108), l'hydravion maintient une vitesse de déplacement de quelque 8 kt (15 km/h) ou moins, et son assiette est pratiquement la même qu'au repos sur l'eau. En début d'entraînement, vous devez passer le plus de temps possible à circuler au ralenti afin de vous familiariser avec les gouvernails marins. Cet exercice est plus profitable lorsque le vent est inférieur à 10 kt (18 km/h) et que le plan d'eau est relativement calme.

Vous devez être très vigilant pendant les virages sur l'eau, en particulier à grande vitesse ou par grand vent. Les hydravions ont toujours tendance à tourner face au vent (par effet de girouette) lorsqu'ils circulent par vent de travers ou par vent arrière. Par conséquent, dès que vous relâchez la pression sur les commandes qui s'opposent à cette tendance, l'hydravion pivote brutalement pour se placer face au vent. La force centrifuge tend à entraîner un mouvement de roulis vers l'extérieur du virage, et le vent qui frappe le côté de l'hydravion aggrave encore cette tendance au roulis. Si vous tournez brusquement pendant que vous circulez par vent arrière, l'action combinée des deux forces peut être suffisante pour faire chavirer l'hydravion. Par ailleurs, plus l'hydravion donne de la gîte, plus l'aile exposée au vent produira de portance, tandis que cette dernière diminuera proportionnellement pour l'aile située sous le vent.

Pour faire un virage dans le vent, vous devez simplement placer le gouvernail de direction au neutre, sauf si vous circulez directement en vent arrière. Dans ce cas, vous devez braquer légèrement le gouvernail de direction dans le sens du virage. Toutefois, aussitôt le virage commencé, vous devez ramener le gouvernail de direction au neutre. Si le vent est fort, braquez le gouvernail de direction dans le sens opposé afin de ralentir le virage.

Déplacement à l'aide du vent

Le déplacement à l'aide du vent est une procédure utilisée pour positionner ou manœuvrer un hydravion dans, ou vers, un endroit où, à cause de l'encombrement ou des conditions défavorables de vent ou du plan d'eau, il n'est pas recommandé d'utiliser les techniques habituelles. Même la brise la plus légère peut servir à déplacer l'hydravion dans un espace très restreint. Lorsqu'il n'y a pas de vent du tout, vous pouvez facilement manœuvrer l'aéronef à l'aide d'un aviron. Vous devez relever les gouvernails marins avant de déplacer l'hydravion à l'aide du vent.

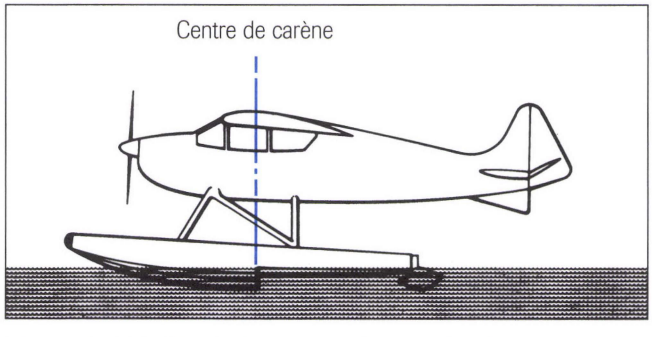


Figure 2-108 Circulation en marche au ralenti

Par vent léger, le moteur coupé, l'hydravion se déplace à reculons dans le sens où pointe la queue. Par vent plus fort, le moteur tournant au ralenti, l'hydravion se déplace normalement vers l'arrière et du côté vers lequel pointe le nez. Orientez la queue ou le nez de l'aéronef dans la direction désirée en braquant à fond le gouvernail de direction. Vous pouvez également faciliter la manœuvre en braquant à fond les ailerons. Lorsque vous vous déplacez à l'aide du vent et que vous utilisez le moteur, vous pouvez vous servir de la traînée produite par le gouvernail de direction et les ailerons pour diriger l'hydravion, qui peut ainsi maintenir une direction allant jusqu'à 45° au vent.

Pour reculer, gardez simplement les commandes en position neutre. Vous pouvez toutefois exploiter davantage le vent disponible en sortant les volets, en braquant la gouverne de profondeur vers le bas et en ouvrant les portes de la cabine.

En présence de forts courants marins ou d'une forte marée, vous devez être très prudent et bien évaluer les effets relatifs de ces forces, car elles pourraient dans une certaine mesure contrecarrer l'effet du vent. Lorsque vous déplacez l'hydravion à l'aide du vent et sans moteur à proximité d'obstacles, vous devez être prêt à faire démarrer instantanément le moteur pour freiner immédiatement le recul de l'aéronef et éviter ainsi une collision.

Lorsqu'un moteur ne peut être remis rapidement en marche, vous devez le laisser tourner au ralenti afin d'être en mesure d'arrêter le recul de l'hydravion au besoin. Dans ce cas, vous pouvez réduire la traction qu'il produit pendant que vous reculez à l'aide du vent en le laissant tourner sur une seule magnéto. Vous pouvez également utiliser le réchauffage du carburateur. Il ne faut toutefois pas laisser le moteur fonctionner ainsi trop longtemps. Après l'arrimage ou l'accostage, laissez le moteur tourner sur les deux magnétos pendant quelque temps avant de le couper.

Course sur le redan

En raison des vitesses plus élevées et d'autres considérations relatives à ce mode de circulation à flot, la course sur le redan exige beaucoup d'expérience,

une grande habileté et une bonne connaissance des obstacles et des autres dangers présents dans la zone. Pour acquérir l'expérience nécessaire, nous vous recommandons de faire vos premiers exercices en solo sur un plan d'eau calme, par vents légers et dans un endroit que vous connaissez bien.

Pour faire monter l'hydravion sur le redan, vous devez tirer à fond sur la commande de profondeur, la maintenir dans cette position et mettre pleins gaz. À mesure que vous mettrez les gaz, l'aéronef se cabrera et commencera à accélérer. Vous noterez qu'à un moment donné, le nez cessera de se cabrer et l'hydravion cessera d'accélérer. Vous devrez alors laisser revenir le manche vers l'avant afin de prendre une assiette légèrement cabrée par rapport à l'assiette au repos sur l'eau (figure 2-109). Vous remarquerez ensuite une nette reprise de l'accélération.

Comme l'accélération sera assez rapide, vous devrez réduire la puissance aux environs de 65 % du régime maximal, afin d'empêcher l'hydravion de prendre le vol.

Si le nez de l'aéronef se met à se soulever et à s'abaisser successivement (un mouvement connu sous le nom de marsouinage), vous devez mettre fin à cette réaction immédiatement, sinon l'oscillation pourrait s'amplifier rapidement au point de vous faire perdre la maîtrise de l'aéronef. La mesure corrective la plus sûre consiste à couper les gaz et à maintenir le manche tiré à fond, ce qui devrait permettre à l'hydravion de reprendre son allure de circulation au ralenti. Si vous décelez du marsouinage dès le début, vous pouvez le faire cesser en exerçant une légère traction sur le manche au moment où l'aéronef se cabre.

Il est possible d'effectuer des virages pendant la course sur le redan, mais vous devez faire des virages très larges, de quelques degrés seulement à la fois, tant que vous n'êtes pas pleinement familiarisé avec l'hydravion que vous pilotez. L'hydravion se déplace à plus de 25 kt (45 km/h) sur l'eau, et la force centrifuge peut facilement le faire chavirer si vous tentez un virage trop serré. Dans certaines conditions de vent et de plan d'eau, il est dangereux d'effectuer un virage sur le redan en toutes circonstances. Par exemple, si la vitesse du vent est considérable, disons au-delà de 20 kt (35 km/h), que les vagues sont fortes, et que l'hydravion présente son côté au vent, le flotteur situé au vent risque d'être soulevé sur la crête d'une vague, tandis que l'autre flotteur se trouvera dans un creux entre deux vagues. Dans ces conditions, si l'hydravion est bien établi dans le virage, il risque de chavirer. Par conséquent, si l'hydravion a nettement tendance à gîter en début de virage ou peu de temps avant, réduisez les gaz immédiatement et donnez du palonnier pour arrêter le mouvement de girouette. Les virages sur le redan de plus de 45° exigent une très grande habileté et une grande expérience dans l'évaluation de l'ensemble des circonstances et des conditions existantes. Au moindre doute sur la sécurité de ce type de virage dans des conditions données, manœuvrez l'hydravion selon un autre mode de circulation à flot, comme le déplacement à l'aide du vent. (Les gouvernails marins doivent être relevés pendant la course sur le redan.)

En plus des trois modes de circulation à flot mentionnés plus haut, il est possible de faire circuler l'hydravion dans un mode de circulation dit *en cabré* (figure 2-110). Il faut cependant bien comprendre que, sauf pour le point fixe moteur, seuls les pilotes d'hydravion très expérimentés devraient tenter cette manœuvre, étant donné le danger de chavirer. L'expérience montre que, s'il est nécessaire de circuler en cabré pour virer vent arrière par grand vent, le pilote d'hydravion d'expérience moyenne devrait de toute façon s'abstenir de piloter dans de telles conditions. Si vous devez néanmoins affronter ces conditions, nous vous recommandons de vous déplacer à reculons à l'aide du vent.

Pour prendre l'assiette de circulation en cabré, tirez à fond sur la commande de profondeur et faites tourner le moteur à environ la moitié du régime maximal de l'aéronef. Évitez soigneusement de relâcher la commande de profondeur pendant cette manœuvre afin de maintenir l'hélice à l'écart des embruns qui pourraient l'endommager si le nez était trop bas. Il est souvent nécessaire de circuler en cabré lorsque le plan d'eau est agité ou pour tourner de façon à se placer en vent arrière par grand vent.

La surface latérale des flotteurs est considérablement plus importante à l'avant qu'à l'arrière du centre de carène. Par conséquent, en circulant en cabré par vent de travers, de nombreux hydravions ont tendance à pivoter en vent arrière plutôt que de se placer vent de face, ce qui est le comportement normal d'un hydravion. C'est pourquoi il est souvent nécessaire de circuler en cabré pour essayer de s'écarter du lit du vent

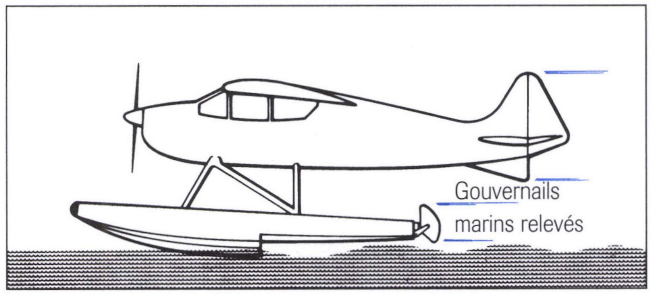


Figure 2-109 Course sur le redan

lorsqu'il souffle avec force. Il est possible de se servir de la puissance du moteur pour augmenter l'efficacité de la gouverne de direction dans ce mode d'évolution. En effet, l'ouverture des gaz augmente la vitesse de l'aéronef, ce qui soulève davantage le nez de l'hydravion en exposant une plus grande partie de la surface latérale du flotteur et accentue ainsi la tendance à tourner vent arrière. Inversement, une diminution de la puissance moteur fait ralentir l'hydravion, ce qui abaisse son nez et permet à l'aéronef de se placer vent de face.

La circulation en cabré doit se limiter à de courtes périodes, car le moteur risque de surchauffer très rapidement. De plus, à cause de la vitesse relativement élevée et de la visibilité limitée vers l'avant, vous devez prendre bien soin de vous assurer que la trajectoire est libre devant vous.

Amarrage et accostage

Lorsque vous vous approchez d'un quai ou d'un point d'amarrage, vous devez l'observer de près pour découvrir les obstacles éventuels et étudier les effets possibles du vent et des courants marins. Laissé à lui-même, un hydravion se place toujours face au vent et il est toujours possible de l'amener face au vent sans difficulté.

Gardez toujours une amarre convenable à portée de la main lorsque vous approchez d'un quai ou d'un autre point d'amarrage et que vous ne disposez d'aucune aide au rivage. Vous pouvez réduire la vitesse de circulation à flot en ne laissant tourner le moteur que sur une magnéto et en utilisant le réchauffage du carburateur. Ouvrez les portes et détachez les ceintures de sécurité. Informez les passagers de vos intentions et, si nécessaire, faites-les placer de façon à leur permettre de sortir facilement. Lorsque l'hydravion approche du quai et que l'inertie semble devoir être suffisante pour lui permettre de s'y rendre, coupez le moteur, sortez de l'aéronef, attachez une amarre à un montant et, rendu à proximité, sautez sur le quai, le cordage à la main.

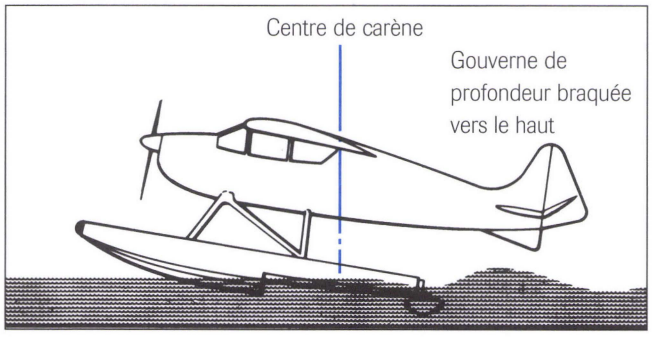


Figure 2-110 Circulation en cabré

Lorsque vous coupez le moteur, vous devez prévoir un mouvement de girouette causé par la disparition du souffle de l'hélice. Protégez l'hydravion contre les dommages en amortissant à l'aide de votre pied le choc du flotteur contre le quai, puis attachez l'amarre solidement. Par grand vent, si vous ne parvenez pas à vous amarrer assez rapidement, soyez prêt à sauter de nouveau sur le flotteur, à faire redémarrer le moteur et à recommencer la manœuvre.

Une rampe pour hydravion est une surface inclinée et large, souvent en bois, dont l'extrémité inférieure est immergée et qui sert à tirer les hydravions au sec pour des raisons diverses comme le carénage normal. On peut également accoster des môles, des quais flottants ou des bouées. La technique d'approche varie pour chacun d'eux mais, si possible, faites-le toujours face au vent, à faible vitesse, puisque ces conditions vous donnent une maîtrise maximale de l'aéronef.

Dans le cas d'un quai flottant amarré à une certaine distance de la rive, même si le vent souffle vers celle-ci, il est parfois possible de dépasser le quai flottant, de tourner et de s'en approcher face au vent. La même technique s'utilise pour un môle, puisque vous disposez alors de trois côtés pour l'approche.

Lors d'un « accostage » sur une plage naturelle, vérifiez d'abord la nature du terrain avant d'y accoster. Si la plage est rocailleuse, vous risquez d'endommager les flotteurs, en particulier si des vagues font bouger l'hydravion de haut en bas. Les plages sablonneuses sont préférables, mais même ces dernières useront la peinture et les revêtements protecteurs des flotteurs sous l'action des vagues. Avec une brise de mer, la meilleure technique d'approche consiste à faire reculer l'hydravion sous l'effet du vent, les gouvernails marins relevés. De cette manière, on s'assure l'avantage supplémentaire de ne pas avoir à marcher dans l'eau pour faire pivoter l'hydravion à la main au moment du départ.

Avec une brise de terre, approchez-vous lentement en prenant garde à tout obstacle immergé ou non qui pourrait endommager les ailes ou la queue. Si le vent souffle très légèrement du large, vous pouvez utiliser le même type d'approche. Cependant, si la force du vent l'exige, relevez les gouvernails marins et déplacez-vous à reculons à l'aide du vent, en prenant soin d'éviter tout obstacle se trouvant sur la rive. Si, par ailleurs, le vent souffle parallèlement au rivage, circulez à flot jusqu'en face du point d'accostage, puis utilisez la puissance du moteur pour pointer le nez de l'aéronef vers la rive et accostez le plus rapidement possible. Autrement, circulez en vent arrière et coupez les gaz une fois arrivé au point où le mouvement de girouette fera pivoter l'hydravion à proximité du point d'accostage.

Par grand vent, ayez toujours recours à une aide sur la terre ferme.

Amarrage à une bouée

Approchez-vous de la bouée vent de face à la vitesse minimale et, quand l'inertie est suffisante pour amener l'aéronef jusqu'à la bouée, coupez le moteur et sortez de l'hydravion le cordage à la main. Amarrez alors l'aéronef au moyen d'une amarre en patte-d'oie ou de deux cordages que vous attachez solidement aux taquets des deux flotteurs.

Utilisation de l'ancre

Choisissez un endroit en tenant compte des autres aéronefs, des bateaux, des courants marins, de la marée, de la vitesse du vent, de la grosseur des vagues et de la profondeur de l'eau. En général, on doit prévoir 10 pi (3 m) de corde d'ancre par pied (0,3 m) de profondeur d'eau. Assurez-vous toujours de la solidité de l'ancre au fond de l'eau avant de quitter l'hydravion et, si la force du vent augmente, retournez à bord pour vérifier la sécurité de l'aéronef.

Départ à partir d'un quai ou d'un point d'accostage

S'éloigner d'un môle ou d'un quai flottant ne pose pas réellement de problème. Il est néanmoins souhaitable de disposer d'une aide pour diriger l'hydravion vers le large jusqu'à ce que vous ayez démarré le moteur. Si l'étrave des flotteurs est dirigée vers le môle ou le quai flottant et que vous ne disposez pas d'aide, repoussez l'hydravion et laissez-le dériver à reculons suffisamment loin avant de démarrer le moteur pour pouvoir faire un virage sans heurter le môle ou le quai flottant. Une fois que vous avez repoussé l'aéronef et que vous le laissez dériver, il peut arriver que le moteur refuse de démarrer immédiatement. Aussi devez-vous toujours tenir compte du risque de heurter un obstacle en dérivant.

Départ à partir d'une bouée

Par temps calme, il se peut qu'un flotteur se trouve directement à la verticale par rapport à l'ancre de la bouée. Vous risquez d'endommager le flotteur si, en eau peu profonde, vous montez sur ce dernier. L'ancre de la bouée pourrait aussi causer des avaries au moment du départ. C'est pourquoi vous devez toujours être très prudent en eau peu profonde. Placez toujours la bouée de côté au moment du départ, de façon qu'elle ne puisse se trouver entre les flotteurs.

Départ à partir d'une plage

Selon la force et la direction du vent, éloignez l'hydravion de la plage à l'aviron ou en reculant à l'aide du vent. Autrement, pointez l'aéronef vers le large, démarrez le moteur et abaissez les gouvernails marins le plus rapidement possible.

Décollage

L'entraînement au décollage devrait débuter lorsqu'il y a une brise suffisante pour soulever de petites vagues, mais pas assez puissante pour créer des moutons. En position de décollage, vous devez relever les gouvernails marins et étudier soigneusement la trajectoire prévue pour le décollage pour vous assurer qu'elle est dégagée et qu'elle restera dégagée. Des utilisateurs de bateaux de plaisance, qui ne connaissent pas nécessairement les exigences opérationnelles d'un hydravion, peuvent très bien couper la trajectoire d'un hydravion pendant le décollage.

À l'inverse des avions terrestres, les hydravions décollent et amerrissent d'ordinaire dans des lieux publics. Par conséquent, ils risquent davantage de heurter des nageurs ou des objets flottants partiellement immergés qui sont difficiles à voir ainsi que divers types d'embarcations. Pour se rendre à la position de décollage, il est souvent souhaitable de circuler le long de la trajectoire de décollage prévue et de vérifier s'il ne s'y trouve pas des obstacles flottants ou autres.

La technique de décollage sur flotteurs rappelle celle du décollage sur terrain mou pour un avion terrestre. Une fois l'hydravion stabilisé face au vent, tirez le manche à fond, mettez progressivement pleins gaz, puis laissez l'aéronef passer du cabré à la course sur le redan, selon les méthodes déjà décrites. Lorsque l'hydravion court sur le redan, à pleine puissance, vous devez tirer juste assez sur le manche. Si la traction est trop grande, le talon des flotteurs labourera l'eau, créant ainsi une traînée qui risque de gêner le décollage. Inversement, si la traction exercée est insuffisante, la partie avant de la quille des flotteurs restera dans l'eau et créera une traînée indésirable. Une erreur fréquente consiste à essayer de « tirer » l'hydravion hors de l'eau sans se rendre compte que le talon des flotteurs sera forcé d'entrer dans l'eau avec un angle bien inférieur à celui qui est nécessaire pour amener la roulette de queue d'un avion terrestre à toucher le sol. L'expérience déterminera la meilleure assiette de décollage pour chaque hydravion. Dans cette assiette optimale, l'hydravion prendra l'air en douceur et à une vitesse de vol convenable.

On ne saurait trop insister sur l'importance d'un emploi judicieux des volets. En règle générale, lorsque vous choisissez la trajectoire de décollage et que vous

croyez disposer d'une distance suffisante, doublez cette distance. La trajectoire de montée initiale doit être déterminée avant le début du décollage, compte tenu des collines, des vallées et des courants aériens descendants.

Décollage sur un plan d'eau agité

Dans le cas d'un décollage à partir d'un plan d'eau agité, il faut mettre pleins gaz au moment où l'étrave des flotteurs monte sur une vague. Cette manœuvre empêche l'avant des flotteurs de s'enfoncer dans l'eau et évite les projections d'eau sur l'hélice. Tout au long du décollage sur un plan d'eau agité, vous devez garder les commandes un peu plus en arrière qu'en eau calme afin de maintenir l'étrave des flotteurs bien haute. Une fois qu'il court sur le redan, l'hydravion commence à rebondir de vague en vague et, chaque fois qu'il en rencontre une, les étraves tendent à monter. Si vous ne faites rien pour corriger cette situation, l'impact deviendra de plus en plus violent d'une vague à l'autre. Dès que le nez de l'hydravion commence à monter, repoussez le manche, puis tirez-le de nouveau juste avant que l'hydravion rencontre la vague suivante. Il est important de tirer sur le manche au bon moment, sinon l'étrave des flotteurs risque de s'enfoncer sous l'eau et de faire capoter l'hydravion. Des mouvements bien synchronisés et des réactions rapides sont indispensables. Heureusement, lorsque le vent est suffisamment fort pour provoquer des vagues, l'hydravion décolle rapidement.

Les eaux agitées sont les plus difficiles à affronter lorsqu'il y a un fort courant marin en sens opposé au vent. Par exemple, si le courant a une vitesse de 10 kt (18 km/h), et le vent, une vitesse de 15 kt (28 km/h), la vitesse relative entre les deux est de 25 kt (45 km/h). Les vagues seront alors aussi fortes que celles produites en eaux calmes par un vent de 25 kt (45 km/h).

Action du vent

Outre les effets évidents qu'il produit lorsque l'aéronef circule à flot, un vent fort peut imposer des restrictions à l'exploitation de l'hydravion, selon la taille de l'aéronef et l'expérience du pilote. Il est préférable de choisir la trajectoire de décollage et d'amerrissage dans une aire protégée du vent, car des vents forts peuvent rendre inutilisables les grandes étendues d'eau à découvert. Vous devez apprendre à estimer la force du vent lorsque vous êtes en vol à l'aide d'indices comme le mouvement des vagues, les ondulations de l'eau, etc., avant de choisir une aire d'amerrissage.

Décollage sur un plan d'eau miroitant

Un cas de décollage qui exige probablement plus d'adresse que tout autre peut se présenter par une journée chaude et humide, par vent calme et sur une eau miroitante, à bord d'un hydravion lourdement chargé. De telles conditions exigent une bonne synchronisation, une coordination impeccable des commandes et de l'entraînement. La course au décollage sera plus longue, et il faudra plus de temps que dans des conditions normales pour faire monter l'hydravion sur le redan. Une fois que vous aurez mis pleins gaz et que vous aurez tiré le manche à fond, attendez que votre aéronef soit cabré au maximum, puis lâchez légèrement la pression sur la commande d'élévateur pour faire monter l'hydravion sur le redan. Assurez-vous que l'aéronef court effectivement sur le redan et qu'il accélère dans une assiette convenable. Un plan d'eau miroitant est « visqueux ».

Lorsque les ailerons deviennent efficaces, vous pouvez soulever légèrement un flotteur hors de l'eau (ce qui diminue la résistance de l'eau) et, en même temps, cabrer légèrement l'aéronef pendant une ou deux secondes avant de le ramener en ligne de vol. Vous constaterez alors que l'hydravion vient de décoller. Les quelques secondes qui suivent demandent beaucoup de doigté, car l'aéronef peut se cabrer exagérément du fait qu'il s'est brusquement libéré de la traînée de l'eau. Si vous mettez l'aéronef en palier trop tôt, il risque de retoucher l'eau. Il est impossible de juger de la hauteur par rapport à un plan d'eau miroitant. Laissez les volets sortis jusqu'à une bonne altitude, puis rentrez-les lentement.

Monter sur le redan par marsouinage

Il peut arriver, lorsque l'hydravion est lourdement chargé par temps chaud ou à haute altitude, et sur un plan d'eau miroitant, qu'il soit nécessaire de provoquer des mouvements de marsouinage pour faire monter l'hydravion sur le redan. *Cette manœuvre ne doit être tentée qu'en cas de nécessité absolue.* Il s'agit en fait de provoquer un mouvement de tangage en tirant à fond sur le manche et en lâchant la pression alternativement. L'hydravion se cabre et retombe. Retirez immédiatement sur le manche, en répétant la manœuvre jusqu'à l'obtention du cabrage maximal. Si, à ce moment précis, vous repoussez vigoureusement le manche vers l'avant et le maintenez dans cette position, l'aéronef montera sur le redan. Vous devez alors tenter d'adopter la meilleure assiette de course sur le redan, puis laissez l'hydravion gagner toute la vitesse possible et suivez la procédure de décollage sur plan d'eau miroitant.

Il est difficile d'expliquer par écrit le moment exact où il convient de faire monter l'hydravion sur le redan de cette manière. Il faut beaucoup d'entraînement et une bonne connaissance des limites de l'aéronef pour parvenir à exécuter cette manœuvre à la perfection. Il faut insister sur le fait que, si l'aéronef refuse de se cabrer davantage progressivement et de commencer à marsouiner, il sera impossible de passer sur le redan. Dans ce cas, pour éviter de faire surchauffer le moteur et de l'endommager gravement, réduisez les gaz, circulez à flot lentement, et allégez la charge ou attendez que la brise se lève.

Décollage par vent de travers

À condition que le vent ne soit pas trop fort, il est tout à fait possible de décoller par vent de travers. La procédure est la même que pour un avion terrestre. Vous devez maintenir la commande d'aileron du côté face au vent et conserver la direction voulue à l'aide du palonnier. Lorsque l'hydravion quitte la surface de l'eau, effectuez si possible un léger virage pour vous placer dans le vent.

Décollage par vent arrière

Il est possible de décoller par vent arrière, et il est même parfois préférable de le faire si le vent est faible et qu'il y a des obstacles, ou dans toutes autres circonstances qui ne favorisent pas un décollage face au vent. Vous devez garder le manche plus vers l'arrière que pour un décollage face au vent, mais la technique de décollage est la même. Il faut toutefois prévoir une distance beaucoup plus longue pour un décollage par vent arrière. Sur un petit plan d'eau entièrement entouré de terre, une excellente technique consiste à commencer le décollage par vent arrière et à le terminer face au vent. Ainsi, vous amorcez la course au décollage par vent arrière jusqu'à ce que l'hydravion monte sur le redan, puis, de cette façon, vous tournez face au vent de manière à amener l'aéronef en configuration de décollage à proximité de la rive sous le vent. Comme vous devrez peut-être réduire les gaz pendant le virage pour éviter de chavirer ou pour conserver la maîtrise de l'aéronef, n'oubliez surtout pas de remettre la puissance de décollage sitôt que l'hydravion est dirigé face au vent.

Amerrissage

L'amerrissage d'un hydravion pose certaines difficultés qui peuvent surprendre un pilote d'avion terrestre. La surface d'un aéroport présente dans l'ensemble toujours le même aspect, sauf pendant l'hiver, tandis que la surface d'un plan d'eau change continuellement.

Un aéroport est limité au seul trafic aérien et est exempt autant que possible de tout obstacle, tandis que le pilote d'hydravion doit quotidiennement faire face à des dangers comme la présence de bateaux, de débris flottants et d'obstacles immergés. C'est pourquoi il est sage de survoler les parages de l'aire prévue pour l'amerrissage afin de repérer soigneusement tous les obstacles possibles telles les billes de bois flotté et les bouées d'amarrage, puis de prendre note de la position et du sens de déplacement de toutes les embarcations.

À défaut d'une manche à vent à proximité de l'aire d'amerrissage, vous pouvez recourir à plusieurs méthodes pour déterminer la force et la direction du vent. S'il n'y a pas de fortes marées ni de courants marins, les bateaux au mouillage sont orientés face au vent. Les mouettes et autres oiseaux aquatiques se posent invariablement face au vent. Les voiles des voiliers donnent une très bonne approximation du vent ; la fumée et les drapeaux constituent d'autres indications. Si la vitesse du vent est appréciable, son trajet est indiqué par des traînées sur l'eau et, par grand vent, ces traînées deviennent des lignes blanches distinctes. Ces seuls éléments ne permettent pas de déterminer de façon sûre la direction du vent, mais si les vagues ont des crêtes blanches, il n'y a aucune difficulté, car l'écume semble toujours se déplacer contre le vent, une illusion tenant au fait que les vagues se déplacent au-dessous de l'écume.

Assiette d'amerrissage

En raison des caractéristiques continuellement changeantes de la surface de l'eau, vous pouvez utiliser une grande variété d'assiettes d'amerrissage. Lorsque le plan d'eau est relativement uni, la meilleure assiette d'amerrissage est celle qui permet au redan et au talon des flotteurs de toucher l'eau simultanément. Un amerrissage moteur réduit et très cabré est sûr, mais il ne sera pas aussi doux ni aussi beau à voir qu'un amerrissage sur le redan et le talon. Cette dernière technique pourrait également déconcerter quelque peu, au premier abord, un pilote d'avion terrestre du fait que l'hydravion bascule vers l'avant presque jusqu'à l'assiette horizontale immédiatement après avoir touché l'eau. Cette réaction est causée par le talon des flotteurs qui, en touchant l'eau en premier, engendre une forte traînée qui fait brutalement basculer l'hydravion. Toutefois, souvenez-vous que vous pouvez obtenir un amerrissage en douceur à toutes les assiettes entre l'assiette redan/talon et l'assiette de cabré prononcée, à condition de tirer progressivement sur le manche dès que l'hydravion touche l'eau et de maintenir le manche tiré

après le contact initial pour empêcher les flotteurs de s'enfoncer dans l'eau.

Course à l'amerrissage

Après le contact avec l'eau, l'hydravion ralentit progressivement et repasse, dans l'ordre inverse du décollage, par les trois modes de circulation à flot, soit la course sur le redan, la marche en cabré et la marche au ralenti. Si vous amerrissez à quelque distance du point d'accostage ou d'amarrage et que l'état du plan d'eau le permet, remettez suffisamment de gaz pendant que l'hydravion court sur le redan afin de continuer à circuler dans ce mode. La course sur le redan est beaucoup plus facile pour le moteur que la marche en cabré. Dans ce dernier mode, le régime moteur est le même, mais comme l'hydravion avance beaucoup moins vite, le refroidissement du moteur risque d'être insuffisant s'il faut couvrir de grandes distances. Dans tous les cas, les dernières minutes de circulation à flot doivent s'effectuer au régime ralenti afin de permettre au moteur de bien se refroidir et d'éviter ainsi le risque d'auto-allumage après l'arrêt du moteur.

Amerrissage sur un plan d'eau agité

Lorsque les vagues sont hautes, vous devez choisir l'endroit protégé le plus propice et y amerrir à une assiette équivalente à celle pour le vol lent. Tentez de vous poser sur la crête d'une vague. Si l'hydravion se met à marsouiner après le contact avec l'eau, faites une remise des gaz. Lors d'un amerrissage sur plan d'eau agité, l'hydravion ralentit de façon importante lorsqu'il touche la première vague, mais pas suffisamment pour l'empêcher de heurter la suivante avec force. Vous pouvez toutefois amortir ce deuxième choc en utilisant judicieusement la manette des gaz pendant le rebond. Soyez prudent pendant la circulation à flot. C'est peut-être l'occasion de circuler en cabré afin de tourner en vent arrière pour vous rendre jusqu'à la rive ou jusqu'au point d'ancrage.

Amerrissage sur un plan d'eau miroitant

L'amerrissage sur un plan d'eau miroitant peut se révéler dangereux si vous ne suivez pas les procédures recommandées. Il est impossible de déterminer la hauteur de l'hydravion au-dessus d'un plan d'eau miroitant. Sans technique spéciale, vous risquez de percuter l'eau ou de décrocher beaucoup trop haut au cours de la période de « flottement » après l'arrondi à l'amerrissage. Ces deux situations peuvent être extrêmement dangereuses.

Les approches et les amerrissages au moteur sont de rigueur sur plan d'eau miroitant. Bien que ce ne soit pas toujours possible, il est préférable d'effectuer l'approche sous le vent, au-dessus du terrain et en bordure du rivage, et d'amerrir parallèlement à celui-ci. Si vous ne pouvez vous servir de ces repères, utilisez des objets dans l'eau pour déterminer l'altitude.

Lorsque vous êtes situé à près de 200 pi (60 m) de la surface (300 à 400 pi [90 à 120 m] lorsqu'il n'y a aucun repère visuel pour juger la hauteur), réduisez le taux de descente et augmentez la puissance. Il s'agit d'obtenir une combinaison de vitesse et de puissance sûre qui permettra un cabrage suffisant pour empêcher les flotteurs de piquer au contact de l'eau. Le taux de descente doit être stabilisé à 200 pi (60 m) par minute ou moins au moment de croiser le rivage. À condition que l'assiette et la vitesse soient convenables, vous n'avez pas à modifier la puissance avant l'amerrissage. Vous devez prendre soin de bien compenser l'hydravion pour éviter tout risque de glissade ou de dérapage au moment du contact avec l'eau.

Pendant l'approche finale, vous devez utiliser votre vision périphérique ou vers l'avant pour noter les repères permettant de juger de votre hauteur au-dessus du plan d'eau miroitant, tout en parcourant des yeux les instruments de pilotage, en particulier l'anémomètre et le variomètre. Si le taux de descente augmente, augmentez aussi la puissance pour rétablir le taux de descente voulu, tout en maintenant l'assiette et la vitesse appropriées. Ne faites aucune tentative d'arrondi et n'essayez pas de toucher la surface. Au moment du contact avec l'eau, qui doit se faire en douceur en faisant toucher simultanément les redans et les talons des flotteurs, réduisez graduellement les gaz, tout en maintenant la pression vers l'arrière sur le manche afin d'éviter que les flotteurs ne piquent dans l'eau au moment où ils s'enfoncent. N'oubliez pas que ce type d'approche et d'amerrissage nécessite une distance considérable.

La vitesse d'approche nécessaire pour obtenir l'assiette correcte et le régime requis pour maîtriser le taux de descente varie selon chaque type d'hydravion. Il convient de suivre les procédures et les vitesses recommandées par le constructeur de l'aéronef. À défaut de données du constructeur, la vitesse d'approche doit être déterminée par l'expérience, bien avant qu'on tente un amerrissage sur un plan d'eau miroitant. Quoiqu'on cite souvent les chiffres de 15 à 30 % au-dessus de la vitesse corrigée de décrochage comme vitesses d'approche recommandées, chaque type d'hydravion doit être traité comme un cas particulier. Si, lors de votre formation sur hydravion, vous n'avez pas eu l'occasion de vous exercer sur un plan d'eau miroitant, vous devrez recevoir une formation spécifique en double commande de la part d'un instructeur qualifié

avant de tenter un amerrissage dans ces conditions comme pilote commandant de bord.

La même technique peut être utilisée à la tombée du jour, par mauvais temps ou dans toute autre circonstance qui altère la perception de l'altitude par rapport à l'aire d'amerrissage prévue.

Si vous devez faire un amerrissage forcé après une panne moteur sur un plan d'eau miroitant, faites l'approche parallèlement à la rive en la suivant d'aussi près que possible afin de juger de la hauteur de l'hydravion d'après les repères situés sur la rive. Les objets flottants, les plantes aquatiques et les groupes de plantes peuvent également servir à déterminer la hauteur.

Amerrissage par vent de travers

La technique d'amerrissage par vent de travers pour un hydravion ressemble beaucoup à celle utilisée pour l'atterrissage des avions. Vous devez abaisser les gouvernails marins dès que possible après l'amerrissage, mais pas pendant la course sur le redan. Ne tentez pas un amerrissage par vent de travers s'il y a de fortes vagues. Un flotteur risquerait alors de se poser sur la crête d'une vague et l'autre dans un creux, ce qui pourrait faire chavirer l'hydravion.

Amerrissage par vent arrière

Évitez si possible les amerrissages par vent arrière. La «vitesse sol» élevée provoque un mouvement en piqué plus prononcé à l'instant où les flotteurs entrent en contact avec l'eau. Prévoyez donc beaucoup d'espace et adoptez la technique d'amerrissage sur terrain mou, pendant l'approche et l'amerrissage, afin que les flotteurs touchent l'eau à la vitesse minimale de sécurité. Vous ne devez laisser la puissance moteur après le contact avec l'eau que le temps nécessaire pour maîtriser la tendance de l'hydravion à piquer du nez.

Amerrissage ailleurs que sur des plans d'eau fréquentés

Avant d'amerrir, examinez l'aire d'amerrissage prévue et la trajectoire de décollage subséquente envisagée pour déceler la présence de rochers, de bancs de sable, de débris ou de tout autre obstacle et pour déterminer la trajectoire de circulation à flot et la méthode d'accostage. Dans les cas douteux, il est également sage de choisir un bon point de repère où vous devrez amorcer la procédure d'amerrissage interrompu si vous n'avez pas encore touché l'eau ou, lors du décollage, où vous devrez interrompre le décollage si vous n'avez pas encore pris l'air.

Atterrissage avec flotteurs

Si vous devez poser un hydravion sur la terre ferme, à la suite d'une panne de moteur ou de toute autre situation d'extrême urgence, effectuez une approche et un atterrissage de manière que la quille des flotteurs touche le sol aussi parallèlement que possible au sol. Immédiatement après la prise de contact, tirez résolument sur le manche.

Dans des conditions normales, le pilotage des hydravions peut être extrêmement intéressant et agréable. Des endroits autrement totalement inaccessibles s'ouvrent à vous. Si vous dosez votre apprentissage et que vous abordez avec respect et prudence les situations nouvelles, vous pourrez en tirer le plus grand profit.

Avions sur skis

Dans les régions du Canada où l'hiver est suffisamment long, un avion monté sur skis présente, comme mode de transport ou d'activité sportive, une souplesse d'emploi inégalée par les avions terrestres ordinaires. Dès que la couche de neige atteint une épaisseur uniforme de 2 à 3 po (5 à 8 cm), presque n'importe quelle étendue de terrain plat en campagne devient un « aérodrome ». Lorsque la glace des lacs retirés devient assez épaisse, ceux-ci offrent également des grands endroits invitants pour se poser et pour décoller. Il est très intéressant d'être entouré d'aires d'atterrissage et de décollage en nombre quasiment illimité, et il est également très plaisant d'être à peu près affranchi de toutes les autres formes de circulation aérienne avec lesquelles il faut composer aux abords des aéroports et des aérodromes.

Toutefois, comme pour n'importe quelle entreprise dans le domaine de l'aviation, l'utilisation d'un avion sur skis doit se faire dans les limites de certaines règles. Celles-ci font d'abord et avant tout appel au bon sens pour l'interprétation de diverses situations qui peuvent parfois se présenter dans ce milieu opérationnel nouveau et parfois déroutant.

Dans le présent exercice, nous n'allons aborder que les domaines qui sont propres aux avions sur skis. L'avion utilisé sera un monomoteur léger à roulette de queue monté sur des skis fixes (par opposition au train à skis et roues escamotables). Il faut signaler qu'un certain nombre d'avions à train tricycle peuvent être montés sur skis, mais la plupart des avions légers sur skis disposent d'un train classique à roulette de queue.

Propriétés de la neige

Des études effectuées par divers organismes font état de nombreux facteurs intéressants concernant les propriétés de la neige et de la glace, mais un point particulièrement important aide à comprendre pourquoi un avion sur skis se comportera presque toujours de façon différente à la moindre élévation ou chute de température ambiante ou au moindre changement de texture de la neige. En effet, la pression des skis se déplaçant sur une surface gelée provoque la formation d'une mince pellicule d'eau entre les skis et la surface, même à des températures sous le point de congélation. Cette pellicule d'eau, selon le type et la température de la surface, agit soit comme un lubrifiant sur le ski et favorise son déplacement, soit comme une « entrave » sur sa surface inférieure et gêne sa progression. Par exemple, comme un avion sur skis ne dispose d'aucun système de freinage mécanique, s'il se pose sur la surface glacée d'un lac lisse comme une patinoire en présence d'un vent arrière même très faible, cette mince pellicule d'eau risque de supprimer tout frottement entre les skis et la surface, et l'avion peut alors se mettre à glisser librement jusqu'à ce qu'il percute quelque chose ou que le pilote prenne des mesures pour changer de direction. D'autre part, si cette même pellicule d'eau se trouve entre de la neige humide et les skis d'un avion qui essaie de décoller, elle risque de créer une tension de surface qui va réduire considérablement l'accélération, et la course au décollage sera alors beaucoup plus longue.

Évolutions au sol

Un avion sur skis se comporte en vol de façon presque identique à un avion terrestre. Le poids supplémentaire des skis et leurs caractéristiques aérodynamiques peuvent influer sur la vitesse de décrochage et sur les performances globales de l'avion mais, en général, dans des proportions négligeables. Au sol, toutefois, et notamment pendant la course à l'atterrissage, l'absence de freins sur des avions sur skis ordinaires oblige à utiliser

des techniques particulières et à prendre certaines précautions. Contrairement à ce qu'il peut faire avec les flotteurs d'un hydravion, le pilote d'un avion sur skis ne peut forcer les «talons» des skis à s'enfoncer dans la neige ou la glace en jouant avec la gouverne de profondeur de façon à immobiliser son avion. L'efficacité des skis orientables de roulette de queue varie de bonne à nulle, selon le type de neige ou de glace sur lequel l'avion évolue. Même dans des conditions relativement bonnes, l'efficacité du ski orientable de roulette de queue peut diminuer considérablement par vent traversier. Quoi qu'il en soit, compte tenu de l'absence totale de freins, et donc de l'impossibilité d'utiliser le freinage différentiel, il est plus difficile d'exécuter des virages serrés pendant la circulation au sol avec un avion sur skis qu'avec un avion à roues. Cette considération est particulièrement importante dans les endroits encombrés. Par un fort vent traversier rendant difficiles, mais pas impossibles, la circulation et les évolutions au sol d'un avion terrestre, l'avion sur skis aura peut-être besoin d'une aide extérieure pour le guidage directionnel. Pour faire tourner un avion sur skis au sol, on soumet la dérive au souffle de l'hélice en donnant de petits coups de gaz, tout en braquant à fond la gouverne de direction dans le sens du virage souhaité. La plupart des difficultés inhérentes aux évolutions au sol des avions sur skis surviennent dans des endroits encombrés quand il y a de forts vents. Il convient toutefois de noter que les avions sur skis fréquentent rarement les aéroports et qu'ils n'ont donc pour ainsi dire jamais besoin de circuler dans des endroits encombrés ou exigus. Puisqu'il est presque toujours possible de décoller et d'atterrir directement face au vent (car il n'y a pas véritablement de pistes), la circulation au sol par vent traversier peut donc être réduite au minimum.

Glissance

La plupart des pilotes qui utilisent pour la première fois un avion sur skis sont très surpris de constater à quel point les skis adhèrent à la neige; il arrive même qu'ils ne réussissent pas à faire avancer l'avion après avoir mis toute la puissance. Compte tenu du pouvoir adhérent et de la tension de surface mentionnés précédemment, la longueur des courses au décollage et à l'atterrissage varie considérablement en fonction de l'état et du type de la surface de neige. Par ailleurs, quand les conditions d'enneigement sont mauvaises, cette longueur est plus sensible au poids de l'avion s'il est monté sur skis plutôt que sur roues, au point où il risque d'être nécessaire d'alléger l'aéronef pour pouvoir décoller.

Un avion sur skis obtient ses meilleures performances de décollage lorsque la surface offre la meilleure glissance possible. Cette constatation assez anodine est plus importante qu'il n'y paraît, car vous devez admettre que la surface idéale à l'atterrissage est justement celle qui devrait offrir la moins bonne glissance possible, l'avion sur skis n'ayant pas de freins. N'oubliez jamais ce point si vous avez l'intention d'utiliser le même endroit exigu au décollage et à l'atterrissage.

Pour bénéficier des meilleures conditions de glissance pendant le décollage d'un avion sur skis, il faut que la température ambiante soit relativement basse ou relativement haute. À des températures égales ou inférieures à -5 °C, la pellicule d'eau provoquée par la compression entre les skis et la surface de la neige est extrêmement mince, ce qui donne une bonne «lubrification», mais très peu de tension de surface. Si la température ambiante s'élève au point où la neige commence à fondre et à s'imbiber d'eau sur une surface ferme, la lubrification est bonne, et le claquage que donnent les skis dans la neige fondante à mesure que l'avion avance sert à rompre la tension de surface. Bien que la glissance à ces températures plus élevées soit bonne, les performances mêmes ne seront pas aussi bonnes qu'aux basses températures à cause de la traînée qui est le résultat du léger enfoncement des skis dans la surface molle, ce qui les oblige à repousser la neige fondante vers l'avant; en quelque sorte, c'est comme si les skis essayaient de franchir un monticule qui n'en finit pas. La figure 2-111 illustre de façon légèrement exagérée ce phénomène.

Assez étrangement, même à des températures bien basses, la neige fraîche n'offre pas un aussi bon glissement et, si elle est suffisamment épaisse et assez récente, elle peut réduire considérablement les performances de décollage d'un avion léger monté sur skis. Ce phénomène est causé par la traînée combinée à un manque de lubrification (figure 2-111). La neige fraîche contenant beaucoup d'air, elle permet aux skis de s'enfoncer profondément et, en même temps, elle agit comme un buvard en

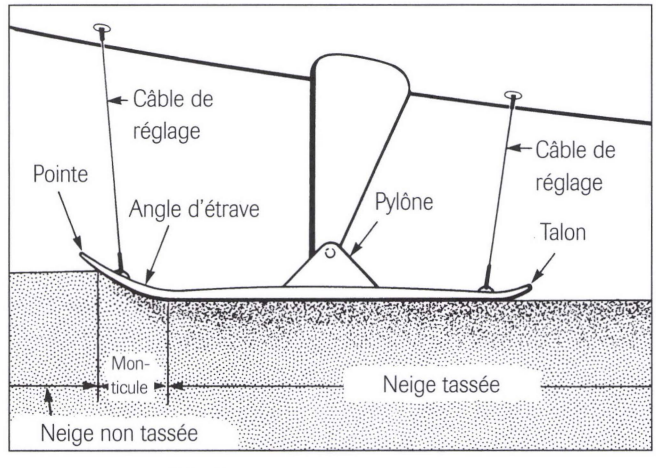


Figure 2-111 Principaux composants d'un ski

absorbant la mince pellicule d'eau, laquelle ne peut donc plus lubrifier les skis. Une épaisseur raisonnable de neige fraîche sur de la neige plus ancienne donne des conditions d'atterrissage idéales. Par contre, une petite couche de neige fraîche sur de la glace risque de compliquer quelque peu la situation, compte tenu du manque de freinage.

La neige qui offre le plus mauvais facteur de glissance est celle qui permet de faire les plus belles boules de neige. L'avion sur skis qui évolue dans une telle neige aura beaucoup de difficulté à faire autre chose que de larges virages au sol sans soumettre la dérive à de forts souffles de l'hélice. Les skis ont tendance à coller à la neige, et il faut donc utiliser beaucoup de puissance moteur pour que l'avion consente à se déplacer. Les skis ont toutefois une propriété bien intéressante : une fois qu'ils ont commencé à se déplacer, même à pas de tortue, ils vont continuer leur mouvement, même dans la neige de la pire qualité. Aussi, dès que vous avez mis votre avion en mouvement, continuez plutôt que de vous arrêter et de repartir sans cesse, vous ménagerez ainsi votre moteur. Ce type de neige peut être trompeur, car si vous pénétrez dans un endroit où la surface a été tassée par d'autres avions, le glissement va immédiatement s'améliorer. Si vous voulez éviter toute surprise désagréable, faites donc attention en arrivant à un tel endroit.

Si vous avez l'intention de décoller sur de la neige fraîche, ou sur n'importe quelle sorte de neige dans laquelle les skis risquent de s'enfoncer à une certaine profondeur, damez la trajectoire de décollage en faisant des aller et retour avec votre avion dans la zone de décollage prévue. Effectuez cette opération avant le chargement de l'avion, ce qui évitera toute surchauffe du moteur et facilitera la manœuvre. Si, pour une raison ou pour une autre, vous devez interrompre le décollage pendant la course au sol, changez de cap de façon à sortir de la partie damée. Vous profiterez alors de la traînée et vous pourrez vous arrêter plus rapidement.

Décollage

Les procédures de décollage et d'atterrissage d'un avion sur skis sont essentiellement les mêmes que celles d'un avion terrestre sur terrain mou. Il est bon, une fois que la roulette de queue a été soulevée au cours du décollage, de rester un petit peu plus en cabré que s'il s'agissait d'un avion terrestre. De cette façon, la pointe des skis pourra franchir les petites ondulations de la neige plutôt que s'enfoncer dedans, et le transfert de poids des skis aux ailes se fera le plus rapidement possible.

Les pneus d'un avion terrestre absorbent une grande partie des chocs et atténuent les bosses et autres irrégularités de la surface sur laquelle l'avion évolue. Un avion sur skis ne peut compter que sur sa suspension pour absorber les chocs, laquelle n'est habituellement pas conçue pour atténuer autre chose que les petites irrégularités. Vous devez donc vous habituer aux grands bruits, aux fortes vibrations et aux importants cahots qui sont absents dans un avion monté sur roues. Attention, cela ne veut pas dire que l'avion sur skis possède des qualités particulières lui permettant d'encaisser des chocs plus importants qu'un avion sur roues. En conséquence, de nombreuses surfaces devront être considérées comme inutilisables par des avions sur skis, sauf en cas d'urgence. Dans la plupart des cas, vous aurez tout de même un grand choix d'endroits accessibles ; à vous d'en tirer pleinement profit.

Atterrissage

La plupart des atterrissages des avions sur skis peuvent s'effectuer face au vent. Cependant, si vous devez vous poser par vent traversier, vous devez procéder de façon habituelle en agissant correctement sur les commandes afin de contrer la dérive. Dans de nombreuses conditions de neige et de glace en surface, les charges latérales inhérentes à la dérive qui sont encaissées par la structure du train d'atterrissage d'un avion sur skis seront plus importantes que celles ressenties par le train d'un avion terrestre soumis à la même dérive. Encore une fois, rappelons que les pneus d'un avion terrestre absorbent une grande partie de ces charges latérales. Un ski est un objet de bonne longueur et, si l'avion soumis à une certaine dérive se pose sur une surface parsemée d'ornières ou recouverte de glace ou de neige fortement damée, les jambes du train risquent de se tordre au-delà du point de retour au bon alignement. En avion sur skis, l'idéal est de faire un atterrissage trois points.

Vent de travers

On a déjà vu auparavant qu'en raison des grandes aires de manœuvre à l'extérieur des aéroports qui s'offrent aux avions sur skis, les atterrissages et les décollages peuvent se faire la plupart du temps face au vent. Mais sur une surface enneigée normale, qui permet aux skis de s'enfoncer légèrement, les vents de travers doivent être traités de la même façon que dans le cas des avions terrestres. Toutefois, vous pourriez avoir à vous poser (ou à décoller) dans une zone dont la largeur est limitée, comme une rivière ou une bande étroite entretenue sur un lac gelé. Si la surface de la glace est relativement lisse, il faut contrer l'effet d'un vent de travers d'une façon assez contraire à tout ce qui a été dit jusqu'à présent sur

les atterrissages et les décollages par vent de travers. Les techniques de décollage et d'atterrissage par vent de travers pour les avions terrestres (et les avions sur skis, dans des conditions de neige normale) dépendent grandement de la surface du sol qui maintiendra les roues et les skis fermement alignés dans la direction désirée. Un avion sur skis qui se trouve sur la glace ne profite pas de cet avantage. Lorsqu'il se pose sur une surface glacée qui lui permet de partir latéralement, un avion sur skis doit se présenter au toucher en contrant de la manière normale la dérive causée par le vent de travers. Au toucher des skis, il faut immédiatement mettre l'avion en crabe dans le vent pour maintenir la direction de déplacement désirée jusqu'à ce qu'il s'immobilise. En d'autres mots, l'avion glisse en fait latéralement pendant toute la course à l'atterrissage. Il faut accentuer la position en crabe à mesure que la vitesse diminue. Au décollage, mettez immédiatement l'avion en crabe et maintenez-le dans cette position pendant toute la course au décollage. À mesure que la vitesse augmente, la position en crabe est moins nécessaire. Exécutez cette procédure avec grand soin et, si possible, seulement si vous connaissez parfaitement l'état de la surface, puisque placer un avion sur skis en crabe sur une surface glacée par fort vent de travers présente des dangers.

Si les skis passent sur un point dur ou une surface molle alors que la plus grande partie du poids se trouve sur les skis, l'avion pourrait subir une forte charge latérale. L'importance de cette charge dépend de la vitesse, du poids qui s'exerce à ce moment sur les skis et de l'importance du point dur ou de la surface molle. Cette charge latérale serait normalement moins grave tout juste après le toucher des skis ou immédiatement avant le décollage, puisqu'à ces étapes, une grande partie du poids de l'avion est soutenue par les ailes et que l'angle de la position en crabe est l'angle le plus petit.

En vol récréatif normal, évitez ce type de manœuvre ou choisissez une autre surface qui permettra d'atterrir et de décoller dans le vent sans dérive latérale.

Adhérence

Les skis d'un avion sur skis stationné pendant un certain temps sur une surface enneigée ou glacée vont adhérer à la surface. L'adhérence varie en importance en fonction des conditions météorologiques et d'autres conditions. Dans une situation, une puissance raisonnable du moteur permettra de déplacer l'avion, dans une autre, la puissance du moteur ne parviendra pas à le déplacer. Un avion sur skis gelé sur place peut parfois se dégager si l'on utilise judicieusement et en même temps la puissance du moteur ainsi que le gouvernail de direction et la gouverne de profondeur. L'oscillation induite va permettre de briser toute adhérence raisonnable à la surface, mais vous ne devez en aucun cas utiliser cette méthode à moins d'être absolument sûr que le ski de queue est dégagé. Un mouvement vers l'avant du manche peut dégager le ski de queue si soudainement qu'il sera pratiquement impossible d'empêcher l'avion de piquer du nez, ce qui pourrait endommager l'hélice.

La meilleure façon de dégager un avion dont les skis adhèrent à la surface consiste à procéder manuellement. Il s'agit de se servir soigneusement de pièces de bois comme leviers en les plaçant de façon judicieuse. Si les skis sont tellement ancrés dans la glace qu'il faut briser celle-ci à la hache, assurez-vous d'enlever tous les morceaux de glace avant de commencer à circuler. Si l'état de la neige est tel que les skis collent à cette dernière chaque fois que l'avion s'arrête, déchargez l'avion et damez la surface en circulant d'un bout à l'autre de cette surface jusqu'à ce que la glissance s'améliore.

Si l'avion doit être stationné pour plus de deux heures, dans la plupart des cas, il faudrait que vous l'ameniez sur une surface moins propice à l'adhérence et qui permettra de dégager facilement l'avion au moment de sa prochaine utilisation. Des branches d'épinette, des planches de bois ou de petits troncs d'arbre disposés perpendiculairement aux skis ou des enveloppes en plastique solidement attachées peuvent être utiles dans ce cas.

Types de skis

La construction des skis d'avion varie grandement, de « planches » lamellées garnies de laiton aux dispositifs évolués que représentent les trains roues-skis à commande hydraulique. La plupart des skis sont fixés à l'essieu de la roue lorsque cette dernière est enlevée, tandis que d'autres se servent de l'effet de coussin du pneu, ce dernier s'adaptant dans une ouverture pratiquée sur le dessus du ski.

La principale fonction des câbles de réglage et de retenue des skis d'avion consiste à assurer une fixation souple et solide des skis dans une assiette correcte en vol. Au cours de la visite prévol, vérifiez soigneusement ces câbles et assurez-vous qu'ils sont en bon état et que tous les dispositifs de fixation et de verrouillage sont intacts. Si un câble arrière se rompait en vol, l'avion serait alors compensé asymétriquement et plus difficile à piloter, mais si un câble avant venait à se briser, on se retrouverait avec de très dangereuses conditions de vol et un problème à l'atterrissage. Le ski en question s'inclinerait à environ 45° et créerait une très forte traînée d'un côté de l'avion. Se poser dans ces conditions présente le risque que le bout du ski s'enfonce dans la neige au toucher du ski, ce qui arracherait le ski et la jambe du train. Du fait que ces câbles font l'objet d'une inspection minutieuse de la plupart des pilotes d'avions sur skis, une rupture est extrêmement

rare. Par contre, s'il devait y avoir rupture, recherchez une surface d'atterrissage qui n'offre pas la possibilité au ski de s'enfoncer, par exemple une rivière ou un lac gelé dépourvu de neige. Faites une approche et un atterrissage au moteur pour tenir le nez de l'avion relevé. Juste avant le toucher des skis, amorcez une glissade vers l'avant accompagnée d'une inclinaison vers le ski en question et laissez graduellement ce ski s'asseoir sur la glace, puis mettez fin à la glissade et complétez l'atterrissage.

Voile blanc

Le voile blanc est le phénomène le plus fréquent lorsqu'on survole de grands lacs à bonne distance du rivage. Ne volez jamais dans des endroits où, à cause du voile blanc, vous ne pouvez distinguer le sol du ciel, à moins que vous ne soyez suffisamment expérimenté au vol aux instruments (voir Chapitre 6).

S'il est nécessaire que vous vous posiez dans ces conditions, suivez les procédures prescrites pour un atterrissage sur plan d'eau miroitant (voir la rubrique Amerrissage sur un plan d'eau miroitant, à l'exercice 26). Les talons des skis doivent faire contact en premier avec la surface. Dès que c'est fait, coupez les gaz immédiatement, puisque contrairement aux hydravions, l'avion sur skis n'a aucune tendance à piquer vers l'avant au contact de la surface enneigée ou glacée. En raison du manque de repères visuels, il faut utiliser les instruments pendant toute l'approche pour obtenir des renseignements sur l'altitude, la vitesse et la descente.

Qualité d'une surface enneigée pour l'atterrissage

Lorsque vous choisissez une zone d'atterrissage alors que la visibilité est réduite ou que le soleil est éblouissant, il est souvent impossible de déterminer l'état de la surface. Vous devez alors être très prudent. Des crêtes de glace, des monticules ou des congères sont souvent impossibles à distinguer, et n'importe lequel d'entre eux peut infliger de sérieux dommages à un avion sur skis. Chaque année, le nombre d'avions endommagés à la suite du mauvais choix d'un terrain pour l'atterrissage rappelle efficacement qu'il faut faire preuve de jugement lorsqu'on décide de voler dans ces conditions et de choisir une zone d'atterrissage.

Contrairement aux conditions sur un plan d'eau, il n'y a aucun rapport entre l'état du vent et l'état du sol. Des congères élevées pourraient exister même s'il n'y avait pas de vent, et ces dernières pourraient être parallèles ou disposées selon un certain angle par rapport au vent existant.

Épaisseur de la glace

Lorsqu'on utilise des avions sur skis sur des lacs recouverts de glace ou sur des surfaces glacées à une hydrobase, il existe certaines règles empiriques pour déterminer l'épaisseur de la glace nécessaire pour supporter un certain poids d'avion. Toutefois, aucune de ces règles ne va s'appliquer en toute sécurité à toutes les situations. Pour obtenir tous les renseignements sur cet aspect de l'exploitation des avions sur skis, consultez la publication de Transports Canada intitulée *Hydro-aérodromes/Aérodromes sur glace — Normes et pratiques recommandées*. On peut se procurer cette publication auprès de :

Transports Canada — AARA
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0N8
Téléphone : (613) 993-7284 — 1 800 305-2059
Télécopieur : (613) 998-7416 — ATTN : AARA
ou par Internet à : http :/www.tc.gc.ca/aviation
/index.htm

Opérations

Comme il est possible que la course au décollage se prolonge, il est important de retirer toute la saleté, l'herbe, la glace ou autre, adhérant aux patins des skis avant de tenter de décoller. Lorsqu'on évolue sur une surface glacée, il ne faut pas oublier que la glace qui se trouve près de la rive peut supporter de plus grandes charges au début de l'hiver, mais qu'elle est sujette à caution vers la fin de l'hiver et le début du printemps. Sur les rivières, évitez les endroits où la glace est mince du fait de courants de fond. Il faut aussi éviter les endroits où les ruisseaux ou les rivières rejoignent ou quittent des lacs, ainsi que les poches d'air, les fissures et la neige profonde.

Si du carburant s'échappe directement sur la neige ou la glace au moment d'une opération de ravitaillement, déplacez l'avion à une distance de sécurité du déversement avant de procéder à la mise en marche du moteur. L'essence répandue sur une surface froide ne s'évapore pas aussi rapidement qu'en temps normal et pourrait être accidentellement enflammée par la flamme de l'échappement du moteur.

Survie

Si, en hiver, on doit automatiquement se munir d'une trousse de survie, la nature même du vol en avion sur skis exige des précautions supplémentaires. Ainsi, emportez des cordes, une hache, une pelle, un chalumeau, des raquettes, une tente, des bâches pour le moteur et les ailes ainsi qu'un contenant pour recueillir et chauffer l'huile moteur, le cas échéant. Si vous devez vous rendre loin de votre base d'attache, pensez à compléter votre trousse de survie en emportant de la nourriture, un sac de couchage, des vêtements et des bottes.

EXERCICE VINGT-HUIT

Transformations sur type

La complexité de fonctionnement est un effet secondaire d'une tentative pour améliorer les performances d'un véhicule, quel qu'il soit. Les boîtes à commande manuelle, montées sur les camions de transport et les autobus, assurent une plus grande souplesse et un meilleur rendement que les boîtes de vitesses des automobiles classiques, mais leur utilisation pratique demande beaucoup plus d'habileté que n'en possède normalement l'automobiliste moyen. Il en est ainsi des avions. L'appareil qui n'exige du pilote que des compétences élémentaires en pilotage pour voler en toute sécurité ne permet pas, en général, d'obtenir les mêmes performances des avions plus complexes.

En ce qui nous concerne, en plus des volets, du réchauffage du carburateur et de la commande de richesse, un avion de type évolué et de complexité moyenne est équipé d'un train d'atterrissage escamotable, d'une hélice à vitesse constante et d'un système de sélection du carburant à réservoirs multiples. L'avion complexe possède invariablement une charge alaire supérieure à celle d'un avion d'entraînement élémentaire, donc une vitesse de décrochage plus élevée. L'équipement supplémentaire du poste de pilotage comprend une commande de pas d'hélice, un indicateur de position du train d'atterrissage, un sélecteur de position du train d'atterrissage, un indicateur de pression d'admission et, assez souvent, des indicateurs de température des culasses, de température des gaz d'échappement ou de réchauffage du carburateur.

Masse et centrage

La masse et le centrage sont généralement plus délicats que dans le cas d'un avion élémentaire. L'avion complexe, en raison de sa longueur, de ses soutes à bagages avant et arrière et de sa plus grande capacité d'emport, peut être facilement mal chargé. Avant le vol, vérifiez donc attentivement la masse et le centrage.

Les avions complexes, grâce à leur plus grande efficacité, offrent la possibilité d'emporter une charge utile limitée sur une grande distance si les réservoirs sont pleins, ou une grande charge utile sur une courte distance, si les réservoirs ne sont pas remplis.

Avant le vol

L'inspection visuelle du pilote, sur un avion complexe, est identique à celle qui est effectuée sur un avion élémentaire. Commencez l'inspection en entrant dans le poste de pilotage pour vérifier si les contacts magnéto et interrupteur maître d'alimentation sont coupés. Vérifiez également si le sélecteur de rentrée et de sortie du train d'atterrissage se trouve sur la position « DOWN » (sortie).

Pendant l'examen des pneus et des autres éléments du train d'atterrissage, assurez-vous également qu'il n'y a pas de fuite sur les canalisations et les vérins de commande hydrauliques du système d'escamotage du train d'atterrissage. Si celui-ci est commandé électriquement, assurez-vous que les fils électriques et les contacteurs ne sont pas desserrés. Les filets exposés d'un vérin à vis, dans un système d'escamotage électromécanique, doivent être brillants de propreté et exempts d'huile, de poussière et de cambouis.

Les avions complexes ont souvent des soutes à bagages distinctes, munies de leurs propres portes, et ces portes doivent être bien fermées avant le décollage. Outre d'autres conséquences évidentes, une porte qui s'ouvre en vol et qui ne peut être refermée risque de modifier les caractéristiques aérodynamiques de l'avion et d'entraîner de graves difficultés de pilotage. La fermeture convenable des portes de soutes constitue une des responsabilités du pilote, et c'est une responsabilité qui ne devrait jamais être confiée à une personne non qualifiée.

Circuit de carburant

Lorsque le circuit de carburant comporte des réservoirs multiples et des possibilités de sélection également multiples, il faut étudier très soigneusement la partie correspondante du manuel de vol de l'avion, car il peut y avoir un ou plusieurs réservoirs de carburant qui ne peuvent pas être choisis pour le décollage ou l'atterrissage. En pareil cas, diverses raisons techniques justifient cette précaution. Ce n'est pas toujours le cas évidemment, mais les réservoirs dont on proscrit l'utilisation au décollage, ou à l'atterrissage, sont généralement appelés «réservoirs auxiliaires», alors qu'on appelle «réservoirs principaux» ceux qu'on peut utiliser dans ces conditions. Une bonne méthode consiste à faire démarrer le moteur et à le réchauffer en l'alimentant au réservoir de carburant auxiliaire pour vérifier l'état de marche du circuit, puis à choisir un réservoir principal avant le point fixe et le décollage. Il ne faut pas utiliser les réservoirs auxiliaires tant que l'avion n'a pas atteint l'altitude de croisière et qu'il n'est pas en palier. Bien avant l'atterrissage, il faut placer le sélecteur de carburant sur l'alimentation principale. De nombreux pilotes reviennent aux réservoirs principaux en début de descente, puis vérifient de nouveau le sélecteur pendant les vérifications qui précèdent l'atterrissage.

Il est très probable que l'avion complexe dont il s'agit est sensiblement plus gros que l'avion d'entraînement élémentaire, et l'on peut donc supposer qu'il transporte beaucoup plus de carburant dans chaque aile. Afin de garder l'avion bien compensé transversalement, utilisez le carburant alternativement de chaque côté. Par exemple, si un avion emporte du carburant pour quatre heures à bord (deux heures de chaque côté), volez pendant 45 minutes en consommant le carburant d'un côté, utilisez celui qui se trouve de l'autre côté pendant une heure et demie, puis revenez au côté initial qui dispose encore d'une heure et quinze minutes de carburant.

Il n'est jamais bon d'épuiser un réservoir à moins d'être à court de carburant. En le faisant, on risque d'aspirer dans le carburateur ou dans le système d'injection des sédiments ou de l'eau qui se trouveraient dans les réservoirs et, ce qui est encore plus grave, on risque d'introduire un bouchon d'air dans le circuit de carburant. La meilleure façon d'utiliser le circuit de carburant, lorsqu'il faut consommer toute la quantité de carburant disponible, consiste à calculer la consommation de carburant et à minuter chaque réservoir avec précision en se servant des jauges comme instruments de contrôle. Lorsque l'autonomie en carburant exige l'épuisement d'un réservoir, essayez de le faire en altitude, en vol en palier, à la vitesse de croisière. Si l'avion est équipé d'un voyant d'alarme carburant et que ce dernier se met à clignoter, optez pour un autre réservoir en évitant de choisir un réservoir vide, puis mettez la pompe d'appoint en marche. S'il vous faut attendre que le moteur ait des ratés par manque de carburant pour savoir qu'un réservoir est vide, choisissez un autre réservoir et ramenez la manette des gaz à mi-course, entre le ralenti et la position de croisière normale, jusqu'au moment où le moteur se remet à tourner régulièrement.

Moteur et hélice

Plusieurs principes sont utilisés pour modifier le pas des pales selon les différentes marques d'hélices à vitesse constante, mais dans la majorité des cas, c'est l'huile du moteur, sous la pression du circuit de lubrification, qui fournit la force motrice. Il faut manœuvrer l'hélice, de petit pas à grand pas, au moins deux fois avant le décollage, ce qui a lieu normalement pendant le réchauffage du moteur et les vérifications au sol. La raison principale de cette mesure est de s'assurer que le mécanisme de l'hélice fonctionne correctement, mais aussi de faire circuler l'huile chaude du moteur dans le circuit de commande de l'hélice.

Lorsque le levier de commande du pas d'hélice est en butée avant, le pas est le plus petit, et lorsqu'il est en butée arrière, le pas est le plus grand. Il existe différentes expressions pour décrire la position du levier de commande de pas d'une hélice en fonction de l'angle des pales, mais celles qui sont sans doute les plus descriptives et qui entraînent le moins de confusion sont les suivantes :

1. Levier de commande de pas en butée avant : régime élevé.
2. Levier de commande de pas en butée arrière : régime bas.

Pendant le démarrage du moteur, il faut pousser le levier de pas d'hélice à fond vers l'avant. On peut évoquer des raisons d'ordre mécanique pour cette manière de procéder, mais la raison la plus importante a trait au fonctionnement. Pour faire démarrer le moteur d'un avion de la classe considérée, il faut l'entraîner jusqu'à environ 250 tr/min. Pour atteindre ce régime, le démarreur doit fournir une puissance donnée, tandis que l'hélice est au plus petit pas (plus petit mordant). Si le levier de commande de pas n'était pas en butée avant, l'angle des pales serait plus grand et le démarreur pourrait ne pas réussir à entraîner le moteur à un régime suffisant pour le faire démarrer ou, s'il démarrait,

le démarreur et la batterie risqueraient d'être soumis à un effort anormal.

Lors du contrôle des pertes de puissance sur les magnétos pendant les vérifications du moteur au sol, assurez-vous que le levier de commande du pas de l'hélice se trouve en butée plein petit pas. L'hélice étant à vitesse constante, elle ajustera automatiquement le régime pour compenser toute chute de régime causée par une perte de puissance sur une magnéto, si le levier se trouve dans une autre position intermédiaire. Autrement dit, la chute de puissance sera réelle, mais le tachymètre ne l'indiquera pas.

Une hélice à vitesse constante permet au pilote d'adapter plus facilement une certaine ouverture des gaz aux conditions de rendement d'un avion à sa puissance disponible. La plupart des moteurs à combustion interne atteignent leur puissance maximale en un point situé quelque part à proximité de leur régime maximal autorisé, tandis qu'en croisière économique, un régime nettement inférieur suffit.

Lorsqu'il précise les performances d'un avion dans le manuel de vol de l'aéronef, le constructeur commence habituellement par la distance en pieds (mètres) nécessaire à l'avion pour sa course au décollage. La possibilité d'accélérer de l'arrêt complet jusqu'à l'envol sur une distance aussi courte que possible, puis de monter initialement à un bon taux de montée, sont deux des principales performances qu'on exige de la plupart des avions. À cet effet, le moteur doit pouvoir tourner au régime qui lui permet de fournir sa puissance maximale. Le pas de l'hélice doit donc être calé à sa plus faible valeur pour permettre au moteur de tourner librement jusqu'au régime voulu. Lorsque le pas est petit, l'hélice mord moins d'air en tournant, mais elle en mord beaucoup plus souvent, car elle tourne plus vite, ce qui ressemble beaucoup à la nécessité d'utiliser la plus petite vitesse pour accélérer ou gravir lentement une pente raide en automobile. Une fois l'avion en montée en croisière, ou en vol de croisière, l'air passe au travers de l'hélice à une telle vitesse que si les pales restaient au même petit pas, l'hélice ne pourrait pas mordre un nombre suffisant de tranches d'air pour gruger efficacement son chemin en avançant (ce qui peut être assimilé au fait de laisser une automobile à petite vitesse, en essayant de maintenir une vitesse de croisière sur une voie rapide). À ce moment-là, il faut augmenter le pas de l'hélice afin qu'elle puisse mordre plus d'air à chaque tour de moteur.

Ainsi, pour utiliser la puissance disponible du moteur d'un avion avec efficacité dans une configuration de vol donnée, vous devez avoir la possibilité de commander le pas des pales de l'hélice. L'hélice à pas fixe, utilisée sur un avion d'entraînement élémentaire, est soigneusement calculée pour assurer le meilleur compromis entre les performances de décollage et la vitesse de croisière.

Un moteur à combustion interne peut subir des dommages, allant jusqu'à la panne complète, par suite d'un surrégime prolongé ou de pressions internes élevées maintenues pendant de longues périodes, ou les deux. Pour utiliser encore un exemple familier, supposons que l'on veuille monter assez lentement une forte côte en automobile, mais en se plaçant en grande vitesse, l'accélérateur étant enfoncé jusqu'au plancher: de sérieuses pressions provoquant des dommages se produiront dans la chambre de combustion du moteur. Il faut remédier à cette situation en rétrogradant à une vitesse inférieure. Du fait de son refroidissement par air, un moteur d'avion est encore plus exposé à des dommages consécutifs à ce genre de mauvais traitement. Dans le cas d'un avion à hélice à pas fixe, le pilote ne peut pas, dans des circonstances normales, soumettre son moteur à des pressions internes anormales, de même qu'il ne le laissera pas tourner en surrégime pendant trop longtemps. Ce n'est pas le cas des avions équipés d'hélices à vitesse constante. Le pilote commande les pressions internes du moteur et peut le faire tourner en surrégime très facilement.

Afin de faciliter le maintien des pressions internes à un niveau acceptable, l'avion complexe, en plus du tachymètre bien connu, est doté d'un instrument appelé indicateur de pression d'admission et, sans doute aussi, d'un indicateur de température des culasses ou des gaz d'échappement, ou des deux. La conduite du moteur au décollage et en montée, dans la plupart des avions d'entraînement élémentaire, consiste à afficher toute la puissance et à maintenir ce régime tant que l'altitude choisie pour la croisière n'est pas atteinte. Cette façon de procéder, dans la plupart des avions équipés d'une hélice à vitesse constante, soumettrait le moteur à des contraintes dangereuses et inutiles. Si le moteur n'est pas suralimenté, le décollage s'effectue à pleins gaz, la commande de pas d'hélice étant à fond à l'avant, en position plein petit pas. Cependant, dès que l'avion est établi dans son assiette normale de montée à une altitude de sécurité, réduisez les gaz pour diminuer la puissance jusqu'à la pression recommandée pour la montée indiquée par l'indicateur de pression d'admission, puis ramenez la commande de pas d'hélice jusqu'à ce que le régime moteur recommandé pour la montée soit indiqué par le tachymètre. Si un moteur est suralimenté, on ne met normalement pas pleins gaz au décollage. Adoptez les procédures, les pressions et les régimes recommandés dans le manuel de vol de l'avion.

Au cours de la montée d'un avion à hélice à vitesse constante, à la pression d'admission et au régime recommandés, la pression d'admission diminuera à mesure que l'avion prendra de l'altitude, ce qui exigera de constants rajustements des gaz pour maintenir la pression d'admission à sa valeur correcte. Si la montée se poursuit, l'avion atteint une altitude où la manette des gaz est à fond et où la pression d'admission ne peut plus être maintenue.

Lorsque l'altitude de croisière est atteinte, réduisez les gaz jusqu'à la pression d'admission recommandée, selon la vitesse souhaitée, à l'altitude choisie, puis tirez la commande de pas d'hélice jusqu'au moment où le tachymètre indique le régime moteur recommandé correspondant à cette vitesse et à cette altitude. Lors de la descente, il faudra constamment ramener la manette des gaz pour maintenir la pression d'admission à la valeur désirée.

Lorsque le pilote affiche des révolutions d'hélice données, le mécanisme régulateur d'une hélice à vitesse constante maintiendra ces révolutions, quelles que soient les variations de l'ouverture des gaz et de l'assiette de l'avion. Grâce à ce type d'hélice, un déplacement raisonnable de la manette des gaz modifiera l'affichage de l'indicateur de pression d'admission, sans modifier les révolutions du moteur. Par contre, les mouvements du levier de commande de pas d'hélice agissent à la fois sur les révolutions et sur la pression d'admission. Quand vous ramenez le levier de pas, les révolutions diminuent et la pression d'admission augmente. Inversement, poussez le levier de pas pour augmenter les révolutions du moteur, et la pression d'admission diminue. Une augmentation de la pression d'admission par le seul déplacement du levier de pas n'est pas recommandable. Par conséquent, n'oubliez pas la règle suivante : pour augmenter la puissance du moteur, augmentez d'abord les révolutions ; pour la diminuer, réduisez d'abord la pression d'admission.

Pour augmenter la puissance :
1. poussez sur la commande de pas ;
2. poussez sur la manette des gaz.

Pour diminuer la puissance :
1. ramenez la manette des gaz ;
2. ramenez la commande de pas.

Dans le cas d'un avion à hélice à pas fixe, le givrage du carburateur est indiqué par une chute du régime. Ce n'est pas le cas dans les avions à hélice à vitesse constante. L'hélice continuera à maintenir ses révolutions jusqu'au moment où le carburateur sera tellement étranglé par le givre que le moteur n'aura plus assez de puissance pour maintenir ses révolutions, même au pas d'hélice le plus petit. L'instrument qui indique la présence de givre dans le carburateur est l'indicateur de pression d'admission. Si l'altitude et le réglage des gaz ont été maintenus constants, une diminution de la pression d'admission pourra indiquer la présence de givre dans le carburateur. On écrit « pourra », car d'autres facteurs peuvent provoquer des fluctuations de pression d'admission. L'indicateur de pression d'admission est soumis à l'influence de l'atmosphère. Par conséquent, le fait de voler d'une zone de haute pression vers une zone de basse pression fera baisser la pression d'admission, et inversement. Une chute de pression d'admission peut également constituer l'indication d'un défaut de fonctionnement du moteur. Dans tous les cas, utilisez le réchauffage du carburateur de la manière prescrite par le constructeur. S'il se produit une légère chute de la pression d'admission, suivie d'une remontée, c'est vraisemblablement un signe de givrage du carburateur.

Vous vous souvenez qu'au début de votre formation de pilote, on vous a averti, avec justifications à l'appui, de ne pas modifier brusquement la puissance. Dans le cas des moteurs suralimentés, il existe une autre raison importante. Le déplacement brutal de la manette des gaz, surtout lorsque le moteur est froid, risque de le soumettre à un surrégime qui pourrait dépasser les limites du moteur. Alors que le compresseur est conçu et construit pour pouvoir accepter certains excès, les changements de régime appliqués à un moteur suralimenté doivent se faire progressivement et en douceur, à la vitesse justifiée par la situation.

On considère comme une bonne méthode le fait de mettre la commande de pas d'hélice en butée plein petit pas à un endroit donné dans le circuit, avant l'atterrissage. Essentiellement, cette façon de procéder permet de s'assurer que l'on dispose de toute la puissance en cas d'une remise des gaz train et volets sortis. Certains exploitants recommandent de laisser la commande de pas en position normale de croisière pendant la plus grande partie du circuit, et de pousser le levier de commande en butée plein petit pas (vers l'avant) après le virage en approche finale. De cette façon, une puissance suffisante est immédiatement disponible.

Train escamotable

Le train d'atterrissage escamotable permet un gain de vitesse résultant de la diminution de la traînée parasite et, dans toutes les applications pratiques, l'intérêt de cet avantage s'accentue à mesure que la vitesse augmente.

Un avion, train rentré, a un angle de vol plané plus plat qu'un avion identique à train fixe. Au cours d'un

atterrissage forcé par exemple, on peut laisser le train rentré pour gagner de la distance et, au bon moment, le sortir pour réduire la vitesse ou augmenter l'angle de vol plané.

Un autre avantage sensible du train d'atterrissage escamotable est qu'il étend la gamme de vitesses de sécurité entre la vitesse de décrochage et celle de croisière normale, ce qui laisse un plus grand choix de vitesses pour l'économie de carburant.

Bien qu'il existe des avions dont le train d'atterrissage est commandé manuellement, la plupart possèdent un train à commande hydraulique, électrique ou électro-hydraulique, et sont pourvus d'un moyen manuel de sortie du train en cas d'urgence. Comme les systèmes sont remarquablement perfectionnés, les pilotes sont portés à ignorer la manière de sortir manuellement le train, ce qui entraîne un retard et de la confusion en cas de panne. Il est bon de prendre quelques secondes pour revoir la méthode de sortie manuelle du train, pendant la vérification systématique du poste de pilotage, avant le roulage au sol.

Lorsque la température est sous le point de congélation, évitez de faire des éclaboussures en roulant dans des flaques d'eau ou des accumulations de neige fondante afin de ne pas courir le risque que le train fige une fois rentré après le décollage. Si l'on soupçonne que le train est mouillé ou couvert de neige fondante, attendez un peu après le décollage pour le rentrer, ou commandez à quelques reprises la rentrée et la sortie du train pour réduire les éventuelles difficultés de rentrée et de sortie du train.

La plupart des constructeurs publient les limites de vitesse concernant la rentrée et la sortie du train d'atterrissage d'un avion donné. Il existe une vitesse maximale au-dessus de laquelle le train d'atterrissage ne doit pas être rentré et, dans certains avions, le train refusera de rentrer si vous volez au-dessus de cette vitesse maximale. Il y a également des raisons aérodynamiques et structurales à ces restrictions de vitesse. Il importe donc qu'elles soient connues par cœur.

Normalement, un avion à train escamotable a un meilleur taux de montée qu'un avion semblable à train fixe. Par conséquent, dans le cas d'un décollage sur terrain court, en particulier s'il y a franchissement d'obstacles, la rentrée doit intervenir dès que possible, dans les limites de sécurité. Dans certains manuels de vol, il est recommandé d'attendre avant de rentrer le train, parce que la traînée causée par l'ouverture des trappes et la rentrée du train peut être supérieure à la traînée du train sorti. Les avions munis de dispositifs les protégeant contre une rentrée accidentelle du train peuvent nécessiter l'application d'une méthode particulière permettant la rentrée du train au-dessous d'une certaine vitesse. Avant d'envisager un décollage sur terrain court, revoyez la question dans le manuel de vol de l'avion.

Il ne suffit pas de supposer que la position réelle du train correspond automatiquement à la position du sélecteur de rentrée et de sortie. Un pilote peut parcourir des milles (kilomètres) en cherchant la raison des mauvaises performances pour finalement découvrir que le train est toujours sorti à cause d'un disjoncteur déclenché ou d'un fusible grillé. Les voyants de l'indicateur de position du train doivent être vérifiés de nouveau lors de la réduction de puissance pour la montée ou pendant les vérifications après décollage. Presque tous les systèmes comprennent un ensemble de voyants verts, qui indiquent si le train est sorti et verrouillé, et de voyants rouges qui restent allumés tant que le train est rentré. Pendant la période de formation, le train sera très vraisemblablement sorti au cours des vérifications du poste de pilotage, en parcours vent arrière, avant l'atterrissage. Il peut cependant y avoir avantage à le sortir en un point qui convienne mieux. Il importe donc qu'une méthode soit définie pour traiter cette action comme un élément indépendant ou supplémentaire de vérification à effectuer en approche finale. Dans certains avions, la luminosité des voyants avertisseurs verts et rouges du train s'atténue automatiquement lorsque les feux de position sont allumés, ce qui risque de les rendre difficiles à voir lorsque la lumière du jour est faible, comme au crépuscule. Il peut donc se révéler nécessaire d'éteindre les feux de position momentanément pour avoir confirmation du bon fonctionnement des voyants. Si un voyant ne s'allume pas quand il le devrait, il se peut que son ampoule soit grillée. Vous pouvez vérifier l'état de cette ampoule en la remplaçant par une autre en bon état. Vous saurez alors à quoi vous en tenir.

Généralités

Les caractéristiques de pilotage et de comportement de l'avion complexe peuvent différer de celles d'un avion élémentaire, de la façon suivante :

1. la course au décollage peut être plus longue ;
2. le couple et la traction peuvent exiger des sollicitations plus grandes au palonnier pour maintenir l'avion en ligne droite au début de la course au décollage ;
3. il est plus difficile de reprendre la maîtrise en direction, si on la perd pendant la course au décollage ;
4. la visibilité vers l'avant risque d'être plus mauvaise en assiette de montée ;

5. la montée est plus rapide, ce qui exige une plus grande vigilance vis-à-vis des avions moins rapides situés devant ou dans le voisinage du circuit;
6. la vitesse de décrochage est plus élevée;
7. le rayon d'un virage à la cadence normalisée est normalement plus grand;
8. la plupart des avions complexes sont à ailes basses, de sorte que les autres avions, lorsqu'ils se trouvent à une altitude inférieure, sont masqués sous certains angles;
9. une diminution notable de vitesse se produit pendant la sortie du train d'atterrissage;
10. le pilote peut avoir à exercer une pression plus forte au pied pour actionner le gouvernail de direction d'un avion à train tricycle lorsque le train est sorti;
11. les vitesses d'approche et d'atterrissage sont plus élevées;
12. la combinaison d'une masse et d'une vitesse d'atterrissage plus élevées peut augmenter la longueur de la course à l'atterrissage.

Avion de construction amateur et ultralégers

Au cours de la dernière décennie, le nombre d'avions légers immatriculés au Canada n'a pratiquement pas changé. Ce qui a changé, c'est la diminution constante du nombre d'avions homologués au Canada. Puisque le nombre global d'avions reste constant, la question suivante se pose: «Qu'est-ce qui a remplacé ces avions?» Ce sont les avions de construction amateur et ultralégers.

Les avions de construction amateur et ultralégers sont construits selon des plans ou des kits mis au point par des concepteurs ou des ingénieurs avertis. Toutefois, ces aéronefs n'ont pas été soumis aux normes rigoureuses d'essai en vol exigées pour l'homologation officielle. Dans le cas d'un avion de construction amateur, le constructeur initial doit établir un domaine limité de performances au cours des 25 premières heures de vol. Les constructeur d'avions ultralégers peuvent avoir établi ou non des critères concernant les performances de vol de leurs aéronefs particuliers.

La plupart de ces aéronefs sont bien construits et sont méticuleusement entretenus. Toutefois, à cause de l'absence de normes de conception, de construction et d'entretien, les pilotes doivent tenir compte des points suivants avant de piloter un avion de construction amateur ou un ultraléger:

1. La recherche d'un instructeur ou d'un pilote qui a de l'expérience sur le type d'aéronef que l'on veut piloter. Même si ces aéronefs peuvent sembler plus faciles à piloter, chacun d'eux possède des caractéristiques de vol particulières. Selon les statistiques, la moitié des accidents d'avions ultralégers mettent en cause des pilotes formés à bord d'avions certifiés. Le fait de trouver un pilote qui a acquis de l'expérience à bord du type d'aéronef que vous avez l'intention de piloter vous épargnera du temps d'entraînement et pourrait prévenir un accident.
2. L'effet des commandes de vol peut être étonnamment différent de celui auquel vous êtes habitué dans un avion classique.
3. Les caractéristiques des manœuvres au sol peuvent être différentes de celles auxquelles vous vous attendez.
4. La présentation des instruments, le cas échéant, peut être différente de celle d'un avion classique.
5. Des moteurs d'automobile équipent parfois des avions de construction amateur. Informez-vous sur le type de moteur et sur ses caractéristiques de fonctionnement.
6. Des moteurs à deux temps sont également utilisés. Il faut noter deux de leurs caractéristiques. D'abord, ils sont rarement équipés d'un dispositif de réchauffage du carburateur. Ensuite, à cause de leur conception, les moteurs à deux temps n'ont pas les redondances intégrées des moteurs d'avion homologués. Par conséquent, les performances des moteurs en question doivent faire l'objet d'une surveillance minutieuse.
7. Les dispositifs de sécurité installés dans les avions homologués peuvent être incorporés ou non dans un avion de construction amateur.
8. Les caractéristiques de décrochage de l'aéronef n'ont peut-être pas été évaluées.
9. Dans le cas d'un avion ultraléger, la différence entre la vitesse de décrochage et la vitesse normale en montée peut être très légère. Si le moteur tombe en panne en montée, la plupart des avions ultralégers décélèrent rapidement. La rapidité avec laquelle on reconnaît la situation et avec laquelle on réagit est décisive.
10. Certains avions de construction amateur peuvent être autorisés à exécuter de l'acrobatie aérienne, mais l'autorisation n'est pas basée sur une évaluation d'essais en vol par un pilote d'essai expérimenté, mais plutôt sur une déclaration du propriétaire.

De nombreuses personnes préfèrent ce secteur de l'aviation de loisir, comme le démontre sa récente croissance, à cause des coûts inférieurs et du fardeau réglementaire moins important. Toutefois, si vous êtes un débutant, demandez conseil à des personnes expérimentées de manière que vos vols puissent se dérouler de façon agréable et sécuritaire.

EXERCICE VINGT-NEUF

Procédures d'urgence

Même si les avions d'aujourd'hui sont très sûrs, il arrive parfois qu'une défaillance puisse compromettre la sécurité du vol. Au cours de votre formation, vous apprendrez de quelle façon faire face à ces situations.

Comme des situations d'urgence se produisent rarement dans un avion bien entretenu, elles se manifestent habituellement de façon imprévue. Un pilote qui n'est pas préparé mentalement à une situation inhabituelle pourrait ne pas prendre les bonnes décisions pour régler le problème. Si vous vous préparez grâce à un plan d'action prédéterminé, il vous sera plus facile de prendre les bonnes décisions et de réduire les risques d'erreurs causées par la distraction. Par conséquent, il est important que vous révisiez périodiquement les procédures d'urgence normales de votre manuel de vol.

Dans presque toutes les situations, l'avion sera maîtrisable. Cependant, la distraction, la préoccupation et la concentration résultant d'une urgence, ou un fait inhabituel comme l'ouverture d'une porte en vol, d'une fenêtre ou d'un panneau, peuvent compromettre grandement la maîtrise qu'a le pilote de son avion. Votre principale tâche consiste à piloter l'avion pendant que vous évaluez le problème et tentez d'y remédier.

Certaines situations critiques nécessitent une réaction rapide. Dans ces situations, vous devez avoir à l'esprit les procédures vitales correspondant à l'avion que vous pilotez. Si le temps le permet, vous pouvez utiliser la liste de vérifications pour assurer un suivi. La liste de vérifications des procédures d'urgence qui figure dans la plupart des manuels de vol de l'avion se consulte facilement et permet de prendre des mesures correctives immédiates et d'en assurer le suivi. L'indécision fait perdre du temps et, dans certains cas, le temps peut être crucial.

Bien des situations critiques ne se produisent pas tout d'un coup, mais résultent d'une série d'événements. Si le pilote est attentif à des changements de situation subtils, il peut briser la chaîne d'événements qui mène à une urgence.

Pendant la formation, il est très difficile de couvrir toutes les situations critiques qui pourraient se présenter. Bien comprendre le fonctionnement des systèmes de votre avion va vous aider à faire face aux situations inhabituelles. C'est en étudiant les situations critiques pendant que vous êtes au sol que vous serez mieux préparé à y faire face si l'une d'elles se produit en vol.

Voici quelques-unes des situations critiques les plus courantes.

Incendies de moteur au sol

La plupart des incendies de moteur se produisent à la suite d'une mauvaise technique de démarrage, souvent causée par l'absence ou le non-respect d'une liste de vérifications. Des procédures de démarrage inappropriées, compte tenu du moment de l'année, peuvent aussi causer des incendies de moteur. Par exemple, par temps froid, un pilote peut amorcer excessivement un moteur qui refuse de démarrer. Il en résulte alors souvent un retour de flamme qui pourrait causer un incendie dans le carburateur si le moteur ne démarre pas. Un amorçage excessif du moteur est aussi courant en été alors que, dans bien des cas, il n'est à peu près pas nécessaire d'amorcer le moteur.

Les mesures à prendre en cas d'incendie de moteur au sol sont habituellement bien détaillées dans le manuel de vol de l'avion, et vous devriez les mémoriser. Soyez au courant des procédures de démarrage recommandées, des mesures recommandées par le constructeur si vous éprouvez des problèmes de démarrage et des étapes à suivre en cas d'incendie du moteur.

Une fois que vous avez pris les mesures essentielles prises en cas d'incendie, selon l'urgence de la situation, vous pourriez juger bon d'utiliser la radio pour demander de l'aide avant d'évacuer l'avion. ***Ne pilotez pas*** l'avion une fois l'incendie éteint, car il peut avoir subi des dommages internes dont vous n'êtes pas conscient. Faites inspecter votre avion par un technicien d'entretien d'aéronefs avant le prochain vol.

Incendies en vol

La plupart des manuels de vol donnent des consignes à suivre en cas d'incendie en vol. Parfois, des mesures très particulières sont indiquées pour les incendies de moteur, de cabine ou d'aile. Vous devez les mémoriser et les revoir périodiquement.

Dans le cas d'un incendie de cabine, vous pourriez avoir besoin de vous servir d'un extincteur. Il convient que vous sachiez que l'utilisation d'un extincteur peut temporairement réduire la quantité d'oxygène présente dans l'espace fermé que représente une cabine d'avion léger, ou remplir cette dernière d'une fine poudre qui limite la visibilité. Faites immédiatement aérer la cabine selon les consignes du constructeur.

Dans de rares cas, certains incendies ne peuvent être éteints; il faut alors atterrir *immédiatement*.

Incendie d'origine électrique

Les avions modernes utilisent de plus en plus de circuits électriques. Même les avions légers ne sont pas à l'abri des incendies d'origine électrique, et la plupart des manuels de vol donnent des procédures claires sur la façon de faire face à ce genre de situation.

Dans la plupart des procédures suggérées, la première étape consiste à couper l'interrupteur général ou l'interrupteur de la batterie ainsi que les interrupteurs de l'alternateur ou de la génératrice. Il s'agit alors de supprimer tout courant électrique aux circuits pour éviter tout autre court-circuit pendant que vous tentez de reconnaître et d'isoler le circuit ou l'appareil défectueux. Il convient d'évaluer soigneusement l'effet qu'aura la mise hors circuit de ces interrupteurs sur les systèmes d'éclairage, de communication et de navigation dont vous pourriez avoir besoin à ce moment.

Lorsque vous tentez d'isoler la cause de l'incendie, ne laissez en marche que l'équipement dont vous avez absolument besoin en mettant les instruments en marche à tour de rôle et en prévoyant une bonne période d'attente entre leurs mises en fonction respectives. Ne vous pressez pas; dans le cas des incendies d'origine électrique, il faut un certain temps pour que le composant électrique défectueux se réchauffe et recommence à fumer.

Si le pilote met en marche les systèmes trop rapidement et qu'une odeur de brûlé se manifeste, il aura tendance à couper le dernier équipement mis en circuit. Mais cet équipement n'est peut-être pas celui qui est à l'origine de l'incendie.

Si un disjoncteur s'est déclenché ou qu'un fusible a grillé, il a probablement quelque chose à voir avec l'incendie. Consultez le manuel de vol de l'avion avant de réenclencher le disjoncteur ou de remplacer le fusible.

Certains incendies d'origine électrique dégagent une grande quantité de fumée âcre. Si c'est le cas, exécutez les mesures d'élimination de la fumée qui sont prescrites dans le manuel de vol de l'avion pour les incendies de cabine.

Les incendies d'origine électrique peuvent causer une grande anxiété, et la procédure d'isolement peut être fastidieuse. Souvenez-vous qu'une de vos préoccupations principales doit être de piloter l'avion. Ne vous laissez pas absorber par les procédures au point où vous laissez une situation plus grave se développer.

Givrage

Les pilotes en VFR ne doivent pas voler dans des conditions givrantes. Il faut porter une attention particulière lorsqu'on planifie un vol dans des conditions qui favoriseraient le givrage, ne serait-ce que très peu.

Le givrage ne se produit pas seulement dans les nuages. Vous pourriez voler bien au-dessous de la base des nuages dans une visibilité relativement bonne et vous trouver pris dans une pluie verglaçante. Le danger que présente l'accumulation de givre sur votre avion en vol exige une réaction immédiate de votre part. Si vous deviez vous trouver par inadvertance dans des conditions givrantes, la meilleure mesure à prendre consiste habituellement à noter votre cap et à faire demi-tour pour revenir en air limpide. Suivez les mesures d'urgence en cas de givrage qui figurent dans le manuel de vol de l'avion. Plus particulièrement, vous devriez vous assurer que le chauffage du tube de Pitot fonctionne, le cas échéant, et que la plus grande quantité de chaleur possible est dirigée sur le pare-brise. On peut éviter efficacement de se trouver par inadvertance dans des conditions givrantes en planifiant soigneusement son vol au préalable et en portant une attention particulière aux conditions météorologiques présentes et prévues.

Givrage du carburateur

Le givrage du carburateur peut compromettre sérieusement la sécurité du vol. Sa formation peut être très progressive, entraînant une réduction de puissance en douceur et constante, ou elle peut être très évidente

en se manifestant par le bredouillement du moteur ou une rapide perte de puissance.

Le givrage du carburateur peut entraîner l'arrêt du moteur. Par conséquent, il est important de déceler ce type de problème le plus tôt possible. Si la situation est propice au givrage du carburateur, il faut surveiller et écouter les signes de bredouillement du moteur ou de perte de puissance et utiliser périodiquement le réchauffage du carburateur pour prévenir efficacement tout givrage sérieux du carburateur.

La façon de se servir du réchauffage carburateur pour prévenir et éliminer le givrage est indiquée dans le manuel de vol de l'avion. Soulignons que le fait d'utiliser le réchauffage carburateur alors qu'il y a déjà du givre peut faire bredouiller encore plus le moteur et diminuer davantage le régime du fait que de l'eau et de la glace passent dans ce dernier. Par conséquent, laissez le réchauffage carburateur jusqu'à que le moteur en vienne à tourner rondement.

Problèmes électriques

Les défaillances du système d'alimentation électrique de la plupart des avions légers se répartissent en deux catégories. Elles sont attribuables à un *taux de charge excessif* et à un *taux de charge insuffisant*.

Ces défaillances commencent silencieusement et peuvent mener à une situation critique si elles ne sont pas immédiatement décelées et résolues. Par conséquent, il est essentiel que vous contrôliez le circuit de charge électrique continuellement et systématiquement pendant le vol.

Taux de charge excessif. Si l'on remarque une charge élevée soutenue de la batterie, il se peut qu'une tension supérieure à la normale circule dans le système électrique. Il peut en résulter des dommages aux composants électriques de l'avion et, si le problème n'est pas immédiatement réglé, la batterie peut surchauffer et entraîner l'évaporation de l'électrolyte trop rapidement. La liste de vérifications appropriée dans le manuel de vol de votre avion donne des précisions sur les mesures à suivre pour ce type de défaillance.

Taux de charge insuffisant. Certains avions modernes sont équipés d'un voyant qui s'allume pour indiquer qu'il y a problème avec l'alternateur et que ce dernier a été coupé. L'alternateur ne charge alors plus la batterie. Si cette situation se produit, suivez les procédures figurant dans le manuel de vol de l'avion. Habituellement, elles demandent de couper tous les accessoires électriques non essentiels pour économiser la puissance de la batterie. Si l'avion n'est pas équipé d'un voyant lumineux, l'ampèremètre va indiquer une charge nulle ou une décharge. Il est sage d'aviser l'unité ATC pertinente du problème au cas où l'on perdrait le contact radio.

Les génératrices qui équipent les avions donnent leur puissance maximale à un régime moteur élevé. Il faut vérifier la puissance des génératrices au cours du point fixe pour s'assurer qu'elles présentent un taux de charge suffisant. Si vous remarquez une décharge en vol, suivez la procédure décrite au paragraphe précédent.

Basse pression d'huile

Une indication de basse pression d'huile exige une attention immédiate, mais couper le moteur sans avoir tenté d'en déceler la cause peut aboutir à un atterrissage forcé inutile ou à un atterrissage forcé sur un terrain moins que propice.

Commencez d'abord par vérifier la température de l'huile. Si l'indication est constante et à l'intérieur des limites prévues, l'indicateur de pression d'huile pourrait être défectueux. Par contre, si la température de l'huile augmente, le moteur est peut-être sur le point de tomber en panne. Les procédures précises à suivre lorsque l'on constate une basse pression d'huile en vol peuvent varier; aussi, il est important de consulter le manuel de vol pertinent le plus tôt possible. N'oubliez pas qu'une visite prévol approfondie prévient habituellement les situations critiques causées par une basse pression d'huile.

Ouverture en vol d'une porte ou d'un panneau

Dans plupart des avions légers, les verrous de panneaux de portes de bagages et de portes de cabine ne comportent pas de dispositif visuel évident indiquant qu'ils ne sont pas bien fermés, et ces avions ne sont pas non plus équipés d'un dispositif avertisseur dans le poste de pilotage. Par conséquent, les pilotes doivent vérifier soigneusement l'état et la fixation de tous les verrous de portes et de panneaux avant le vol pour s'assurer qu'ils ne s'ouvriront pas au décollage ou en vol.

Si un panneau ou une porte s'ouvre au décollage ou en vol, dans presque tous les cas l'avion demeurera maîtrisable. Toutefois, au cours du décollage ou de la montée initiale, la charge de travail du pilote est élevée, et la distraction, la préoccupation et la concentration causées par l'ouverture intempestive du panneau ou de la porte peuvent diminuer grandement sa maîtrise de l'avion. **N'oubliez pas que votre principale tâche consiste à piloter l'avion pendant que vous évaluez le problème et tentez d'y remédier.**

Comme les caractéristiques de vol d'un avion dont les panneaux ou les portes se sont ouverts varient selon le type d'aéronef, consultez le manuel de vol de l'avion pour obtenir les indications particulières à cette situation,

qu'elle se produise au décollage ou en vol, et les procédures de fermeture des panneaux ou des portes.

Amerrissage forcé

Il est peu probable qu'un avion terrestre monomoteur ait à effectuer un amerrissage forcé. Par contre, si vous n'avez pas le choix, suivez les procédures figurant dans le manuel de vol de l'avion. En l'absence de données du constructeur, on peut prendre des procédures générales.

Décidez le plus tôt possible qu'un amerrissage forcé est inévitable pour que la puissance puisse être réservée à l'exécution d'une approche stabilisée à un taux de descente minimal et à une vitesse peu élevée, compatibles avec un pilotage sûr.

Des rapports au sujet d'avions lents à train d'atterrissage fixe qui ont fait des amerrissages forcés indiquent que le train principal a tendance à s'enfoncer à l'impact initial, ce qui empêche l'avion de sautiller et le fait par la suite heurter le plan d'eau en piqué dans une assiette de décrochage. L'avion décélère rapidement, et le nez ne s'enfonce que légèrement. Cependant, comme les avions à train rentrant ont des vitesses d'atterrissage plus élevées et sont soumis à des forces de décélération plus grandes, il faut dans la mesure du possible rentrer le train.

Les avions à ailes basses doivent amerrir volets rentrés ou légèrement sortis seulement. Par contre, il faut complètement sortir les volets des avions à ailes hautes, à moins de prescription contraire dans le manuel de vol de l'avion.

On peut envisager la possibilité d'entrouvrir la porte et de la maintenir entrouverte ou d'ouvrir la verrière pour éviter qu'elles ne se coincent. Attachez les ceintures de sécurité, rangez les menus objets et assurez-vous que tout le matériel de flottaison et de prévention de l'hypothermie est à portée de la main.

Tentez de déterminer la vitesse et la direction du vent en observant les conditions en surface. Les vagues se déplacent généralement dans la même direction que le vent, sauf près du rivage, mais la houle n'a aucun rapport avec la direction du vent. Des couloirs de vent peuvent être visibles (filets sur l'eau), les filets étant plus prononcés lorsqu'on regarde vent arrière. Des rafales peuvent faire onduler une surface lisse et indiquer la direction du vent. Du haut des airs, un plan d'eau semble toujours plus calme qu'il ne l'est en réalité. Si possible, survolez le plan d'eau à basse altitude pour étudier sa surface. Près de la surface, la dérive de l'avion devrait vous donner une bonne indication de la direction et des conditions du vent en surface.

Posez-vous dans le vent si le plan d'eau est lisse, ou lisse avec une longue houle. Dans certains cas, comme dans de grandes vagues ou dans une houle importante, ou si les houles sont peu espacées, il peut être préférable de se poser parallèlement à la houle et en travers du vent. Le danger de piquer du nez dans de grandes vagues ou dans une houle importante est supérieur à celui de se poser par vent de travers. Lorsqu'on se pose sur une rivière, à moins qu'un fort vent ne l'interdise, l'amerrissage devrait se faire dans la direction du courant pour réduire la vitesse d'impact.

Préparez-vous à un double impact. Le deuxième impact, plus fort, se produit au moment où le nez heurte le plan d'eau. L'avion risque de faire une violente embardée d'un côté si une aile touche l'eau avant l'autre. Défaites les ceintures de sécurité lorsque vous êtes certain que l'avion s'est arrêté et faites évacuer la cabine aussi vite que possible. Si vous ne pouvez ouvrir les portes immédiatement, ne paniquez pas. Il se peut qu'une quantité considérable d'eau doive pénétrer à l'intérieur de la cabine avant que la pression soit équilibrée et que les portes puissent être ouvertes. À moins d'être gravement endommagé, l'avion ne va pas couler immédiatement.

Conclusion

Grâce à un peu de soin et de planification, les situations critiques mentionnées peuvent être prévenues. L'entretien approprié de l'avion et une visite prévol approfondie vont vous aider à réduire les risques de problème. Connaître le fonctionnement des systèmes de l'avion vous donnera un avantage au moment où il vous faudra prendre des décisions dans des situations critiques. On améliore également la prévention en demeurant toujours conscient des situations qui peuvent se présenter, en gérant les risques à mesure que les choses changent, en évitant des attitudes dangereuses, en prenant de bonnes décisions et en respectant la liste de vérifications à effectuer.

EXERCICE TRENTE

Communications radio

Des communications radio claires, concises et précises entre un pilote et une station au sol sont essentielles à la sécurité des vols. Utilisez les procédures et les phraséologies radiotéléphoniques réglementaires figurant dans l'A.I.P. Canada et dans le *Guide du radiotéléphoniste*. Portez attention à toutes les instructions et autorisations données par une unité du contrôle de la circulation aérienne pour éviter toute erreur d'interprétation et pour vous assurer que vous recevez et comprenez toute l'information pertinente. En cas de doute, demandez des éclaircissements.

Au premier abord, vous vous rendrez peut-être compte que vous êtes incapable de comprendre bon nombre des messages et le contexte dans lequel ils s'inscrivent, mais cela va venir avec l'expérience. Une méthode utilisée par les instructeurs pour développer «l'oreille» d'un élève consiste à lui faire écouter des pilotes professionnels sur une radio ayant une bande de fréquence radioaéronautique. Cette radio peut aussi recevoir des renseignements sur l'aéroport sous la forme d'un message ATIS.

Service automatique d'information de région terminale (ATIS)

L'ATIS est la diffusion continuelle de renseignements enregistrés pour les avions quittant les grands aéroports ou y arrivant. Il a pour objet d'améliorer l'efficacité des contrôleurs et de soulager la congestion des fréquences par la diffusion répétitive de renseignements essentiels, mais routiniers. L'ATIS d'un aéroport donné communique sur une fréquence VHF discrète ou peut être entendu sur des fréquences précises d'aides à la navigation.

Chaque enregistrement est identifié par une lettre code de l'alphabet phonétique commençant avec «ALPHA», et si les conditions nécessitent de changer le message, d'autres lettres de l'alphabet sont utilisées. Une fois le message ATIS reçu, le pilote doit informer l'unité de l'ATC dès sa première communication que l'information a été reçue en répétant le mot code qui identifie le message. Les fréquences de l'ATIS figurent dans le *Supplément de vol Canada*.

L'émission des autorisations

Aux grands aéroports, l'ATC réserve une fréquence pour les autorisations afin de réduire la congestion sur les autres fréquences. L'ATC utilise principalement cette fréquence pour communiquer des autorisations concernant les règles de vol aux instruments (IFR) aux appareils qui se trouvent au sol. Cependant, dans certains cas, tous les avions en partance de ces aéroports sont tenus de prendre contact après avoir reçu l'ATIS. Dès le premier contact sur la fréquence des autorisations, le pilote doit spécifier le type d'avion, le matricule et le code du message ATIS reçu.

Une fois que le contrôleur préposé aux autorisations a répondu à l'appel initial, le pilote doit faire part de ses intentions. Une fois toute l'information nécessaire reçue par le pilote et le contrôleur, on dit habituellement au pilote de contacter le contrôle au sol. Le contrôleur aux autorisations communique l'information obtenue au prochain contrôleur à être contacté, normalement le contrôleur au sol.

Consultez le *Supplément de vol Canada* pour déterminer si vous devez appeler le contrôleur aux autorisations et pour connaître la fréquence pertinente.

Contrôle au sol

Dans la plupart des aéroports contrôlés, l'autorisation de circuler au sol est normalement communiquée par le contrôle au sol. La façon de contacter le contrôle au sol et de communiquer l'information est décrite dans l'A.I.P. Canada. S'il n'y a pas d'ATIS, le contrôleur au sol va s'assurer que toute l'information pertinente est relayée au pilote. Le contrôleur au sol est chargé d'autoriser le pilote à circuler jusqu'à la piste en service et il est chargé de son retour. Cette autorisation contient souvent certaines instructions qui doivent être suivies.

Dès réception d'une autorisation de circuler normalement, on s'attend du pilote qu'il se rende au point d'attente de la voie de circulation de la piste assignée pour le décollage. Aucune autre autorisation n'est nécessaire pour traverser une piste qui n'est pas en service. Par contre, un pilote ne peut jamais circuler sur une piste en service à moins qu'il ait reçu une autorisation précise à cet effet. Si un contrôleur au sol demande à un pilote d'obtenir d'autres autorisations avant de traverser une voie de circulation ou une piste ou d'y pénétrer, alors qu'il est en route pour le point d'attente, cette précision sera mentionnée dans l'autorisation de circuler.

Afin d'aider à éviter toute intrusion sur une piste en service, le pilote doit accuser réception des instructions de circulation qui comprennent le mot **ATTENDEZ** en répétant le point d'attente.

Voici des exemples de points d'attente qui doivent être répétés :

ATTENDEZ ou **ATTENDEZ À** (numéro de la piste, voie de circulation) ;

ATTENDEZ (point cardinal) **DE** (numéro de la piste ;

ATTENDEZ À L'ÉCART DE (numéro de la piste, voie de circulation).

En outre, comme on utilise de plus en plus deux pistes ou plus en même temps dans bien des aéroports, le pilote doit répéter toute instruction l'autorisant à entrer sur une piste, à la traverser, à la remonter ou à s'y aligner.

Contrôle de la tour

Départs

Le contrôleur de la tour est responsable de l'écoulement ordonné du trafic qui arrive à l'aéroport et qui le quitte, ainsi que de tous les avions volant en VFR dans les limites de la zone de contrôle de l'aéroport.

Dès qu'il est prêt à décoller, ou lorsqu'il reçoit l'instruction de le faire, le pilote doit passer sur la fréquence de la tour. Cette fréquence est souvent très occupée ; par conséquent, les pilotes doivent veiller à ne pas entrer sur les ondes avant que toutes les autres communications radio entre le contrôleur de la tour et d'autres aéronefs soient terminées. Ne demandez pas une autorisation de décoller avant d'avoir terminé toutes les vérifications précédant le décollage, parce qu'une fois que la tour a donné l'autorisation, il ne doit y avoir aucun délai entre la circulation sur la piste et le décollage. Si possible, tournez l'avion pour vérifier que d'autres avions ne se trouvent pas en approche. Même si l'aéroport est contrôlé, le pilote a toujours la responsabilité de s'assurer qu'il n'entrera pas en conflit avec un autre aéronef lorsqu'il sera autorisé à circuler sur la piste en service.

Après avoir demandé l'autorisation de décoller, le pilote peut se voir demander d'**ATTENDRE** à cause du trafic se trouvant en approche ou sur la piste. L'avion ne doit pas aller plus loin avant d'avoir reçu une nouvelle autorisation.

Le pilote peut aussi recevoir l'autorisation de « s'aligner et d'attendre », ce qui signifie que l'avion peut pénétrer sur la piste et s'aligner pour le décollage, mais qu'il doit attendre l'autorisation pour décoller. Dans les deux cas précédents, le pilote doit répéter la partie de l'autorisation qui lui demande d'attendre.

Lorsqu'il est « autorisé à décoller », le pilote doit accuser réception, circuler sur la piste et décoller sans délai, ou informer l'ATC s'il est dans l'impossibilité de le faire. Le contrôleur de la tour pourrait demander au pilote s'il est prêt à décoller *immédiatement*. Cela signifie qu'on s'attend du pilote qu'il circule sur la piste et décolle sur la lancée.

Le pilote peut avoir demandé une altitude ou une direction précises après le décollage. On ne peut présumer que cette demande sera toujours accordée. Le contrôleur de la tour peut donner des instructions de départ différentes de celles auxquelles on s'attendait, ou d'autres instructions à n'importe quel moment après que l'avion a pris le vol. Le pilote doit continuellement écouter la fréquence au cas où il y aurait des changements.

Le trafic IFR peut aussi voler dans les limites de la zone de contrôle, mais pourrait communiquer sur d'autres fréquences. Le contrôleur de la tour et les contrôleurs IFR communiquent entre eux pour assurer un écoulement ordonné du trafic aérien ; toutefois, les pilotes volant dans la zone peuvent ne pas être tout à fait au courant des risques de conflit. Par conséquent, on n'insistera jamais assez sur la nécessité de surveiller attentivement les autres aéronefs aux alentours.

Une fois que son aéronef est en vol, le pilote, à moins d'une autorisation contraire à cet effet, doit demeurer sur la fréquence de la tour jusqu'à ce qu'il ait franchi les limites horizontale et verticale de la zone de contrôle. Les pilotes doivent toujours écouter la fréquence de la tour lorsqu'ils se trouvent à l'intérieur de la zone de contrôle, puisque le contrôleur pourrait vouloir leur communiquer des renseignements sur le trafic ou leur donner des instructions. Les autorisations et les instructions à d'autres aéronefs peuvent aussi avoir un effet sur votre vol. En maintenant une bonne écoute de la fréquence, vous avez une idée de la situation, ce qui aide à reconnaître les risques de conflit.

Arrivées

Lorsqu'ils approchent d'un aéroport dont la tour de contrôle est en service, le cas échéant, les pilotes doivent obtenir les renseignements de l'ATIS bien à l'avance. Si possible, il faut écouter assez tôt la fréquence de la tour. De cette façon, le pilote obtient tous les renseignements nécessaires pour planifier son entrée au bon moment dans la zone de contrôle. Avant d'y pénétrer, le pilote doit contacter le contrôleur de la tour et lui indiquer s'il a l'intention d'atterrir ou de traverser la zone. Il faut obtenir une autorisation avant d'entrer dans une zone de contrôle de classe B ou C.

Si le pilote a l'intention de se poser à l'aéroport, il peut s'attendre à utiliser le cheminement le plus court vers la piste en service, si le trafic le permet. Toutes les restrictions nécessaires figureront aussi dans l'autorisation.

Une de ces restrictions est d'effectuer un circuit d'attente au-dessus d'un point géographique, d'un point de contrôle VFR ou d'un point d'appel se trouvant sur la carte de la région terminale VFR (VTA). On s'attend des pilotes qu'ils fassent un circuit à gauche, à portée visuelle du point, et qu'ils soient prêts à se rendre directement à l'aéroport dès réception de l'autorisation à cet effet. Si cette restriction est inacceptable, les pilotes doivent en informer le contrôleur et lui faire part de leurs intentions.

Une autorisation «au circuit» par le contrôleur signifie que l'on s'attend du pilote qu'il entre dans le circuit sur le parcours vent arrière à l'altitude du circuit. Selon la direction de l'approche et la piste en service, il peut être nécessaire de voler par vent de travers avant d'entrer dans le circuit sur le parcours vent arrière.

Une autorisation d'«approche directe» autorise le pilote à entrer dans le circuit sur le parcours final sans qu'il ait à voler sur une autre portion du circuit.

Lorsqu'il est établi à mi-chemin en parcours vent arrière, le pilote doit aviser le contrôleur de la tour qu'il se trouve en parcours vent arrière. À ce moment, il peut indiquer le type d'atterrissage prévu, comme un arrêt complet ou un posé-décollé, ou demander d'avoir le choix. S'il est autorisé à faire son choix, le pilote peut faire une approche à basse altitude, un posé-décollé, se poser et repartir ou faire un atterrissage suivi d'un arrêt complet. Cette procédure est habituellement utilisée lorsque le trafic est léger.

Normalement, le contrôleur communique une autorisation d'atterrissage lorsque l'avion se trouve en approche finale sans que le pilote en ait fait la demande. Toutefois, si ce n'est pas le cas, il revient au pilote d'obtenir l'autorisation d'atterrir avant de se poser. S'il ne la reçoit pas, le pilote doit, sauf en cas d'urgence, remettre les gaz et effectuer un autre circuit. Aussi, pour diverses raisons, comme la présence d'un aéronef sur la piste, le pilote pourrait se voir dire de «remonter et effectuer un circuit». Si le pilote décide qu'il est nécessaire de remettre les gaz, il doit en aviser le contrôleur de la tour le plus tôt possible.

Après l'atterrissage, le contrôleur de la tour peut donner des instructions sur la façon de quitter la piste, mais il ne s'attend pas à un accusé de réception d'un pilote absorbé par la course à l'atterrissage. Si le pilote ne reçoit aucune instruction, on s'attend à ce qu'il continue à circuler dans le sens de l'atterrissage jusqu'à la voie de circulation la plus proche et qu'il sorte de la piste sans retard. Normalement, l'avion devrait se rendre à un point situé à au moins 200 pi (60 m) de la piste ou traverser la ligne du point d'attente avant de s'immobiliser. Dès qu'il aura quitté la piste en service, le pilote recevra des instructions du contrôleur au sol.

Franchissement d'une zone de contrôle

Les pilotes qui ont l'intention de traverser une zone de contrôle doivent suivre les procédures initiales pour les avions qui arrivent et indiquer leurs intentions. Le contrôleur peut alors donner des instructions sur l'altitude et des vecteurs de cheminement ainsi que des renseignements sur le trafic local. Dans certains cas, par exemple si la zone est achalandée ou par mauvais temps, l'entrée dans une zone de contrôle peut être refusée. Selon la raison, le pilote doit alors se préparer à demeurer en attente ou à se dérouter ou, en cas de mauvais temps, peut-être à demander une autorisation de VFR spécial.

Vecteurs

Au cours de votre formation au pilotage, vous vous familiariserez avec des termes ayant trait à la direction, comme le cap magnétique, la route, le cap compas, etc. Mais lorsqu'une unité ATC demande que vous suiviez

un certain cap, ne vous lancez pas dans des calculs; contentez-vous de piloter votre avion sur le cap demandé comme l'indique le compas magnétique ou l'indicateur de cap correctement calé. L'ATC vous suit très probablement au radar et fournira des indications qui permettront de manœuvrer l'avion en fonction de vecteurs. (Vecteur, plus simplement, est un autre mot pour cap.)

Service consultatif (aérodromes non contrôlés)

Les aérodromes civils qui n'ont pas de tour de contrôle sont appelés aérodromes non contrôlés. Ces emplacements peuvent être exploités par des municipalités, par des corporations, par des particuliers ou par Transports Canada. Dans bien des aérodromes non contrôlés, des stations d'information de vol (FSS) offrent un service consultatif aux aéronefs arrivant à l'aérodrome ou dans la région, ou qui quittent ces derniers. Une station d'information de vol peut être située à l'aérodrome qu'elle dessert ou peut offrir un service à un autre aérodrome par l'intermédiaire d'un service consultatif télécommandé d'aérodrome (RAAS). Un avion au départ qui appelle la station d'information de vol pourrait recevoir une réponse semblable à la suivante:

«GOLF CHARLIE VICTOR HÔTEL / RADIO TIMMINS / VENT 040 À 10 / ALTIMÈTRE 3011 / VENT FAVORISE PISTE 03 / VOL 166 D'AIR ONTARIO SE SIGNALE EN APPROCHE SUR PISTE 03 / AUCUN AUTRE TRAFIC SIGNALÉ / CIRCULEZ ET DÉCOLLEZ À VOTRE DISCRÉTION.»

Comme une station d'information de vol ne remplit pas de tâches de contrôle de la circulation aérienne, un aéronef qui reçoit le message ci-dessus est libre de circuler et de décoller pourvu que les procédures radio réglementaires soient suivies et qu'il n'y ait aucun conflit avec un autre aéronef. Transports Canada a défini une fréquence obligatoire, qu'il faut syntoniser à certains aérodromes non contrôlés, normalement ceux qui sont desservis par les stations d'information de vol, les stations d'information de vol en régions éloignées et les stations radio d'aéroports communautaires. Certains aéroports qui ne sont pas contrôlés lorsque les tours de contrôle sont fermées reçoivent aussi une fréquence obligatoire. Les aéronefs qui évoluent au sol ou dans les airs à l'intérieur d'une zone pour laquelle il existe une fréquence obligatoire doivent être équipés d'une radio en bon état de marche, capable d'assurer des communications bilatérales.

La fréquence obligatoire sera normalement la fréquence de la station au sol qui offre les services consultatifs pour l'aérodrome. La fréquence, la distance et l'altitude spécifiques en fonction desquelles le pilote doit se conformer aux procédures de la fréquence obligatoire sont publiées dans le *Supplément de vol Canada.*

Une fréquence de trafic d'aérodrome est habituellement établie pour les aérodromes non contrôlés en service qui ne satisfont pas aux critères de la fréquence obligatoire. La fréquence de trafic d'aérodrome est établie pour assurer que tous les aéronefs équipés d'une radio, évoluant au sol ou dans une zone spécifiée, se servent d'une même fréquence et suivent les mêmes procédures de compte rendu. Cette fréquence est normalement celle de la station au sol, là où il y en a une, ou 123,2 MHz s'il n'y a pas de station au sol. La fréquence, la distance et l'altitude spécifiques pour lesquelles l'utilisation de la fréquence de trafic d'aérodrome est exigée sont également publiées dans le *Supplément de vol Canada.*

L'A.I.P. Canada fournit de plus amples renseignements sur l'utilisation des fréquences obligatoires et de trafic d'aérodrome.

Radiogoniomètre VHF (VDF)

Un pilote qui est incertain de la position de son avion et qui est en mesure de contacter, sur les fréquences figurant dans le *Supplément de vol Canada,* une tour de contrôle ou une station d'information de vol équipée d'un radiogoniomètre VHF peut obtenir des caps pour atteindre l'emplacement du radiogoniomètre VHF. Ce lieu est habituellement situé dans un aéroport ou près de ce dernier. Le pilote peut aussi obtenir un relèvement de l'emplacement VDF, un guidage en éloignement et une estimation de la distance et du temps jusqu'à l'emplacement. On peut aussi obtenir un repère lorsque cet emplacement est jumelé à un autre emplacement VDF, à un radial VOR ou à un relèvement d'un radiophare non directionnel (NDB). Des détails sur ce service figurent dans l'A.I.P. Canada.

Conclusion

Les pages précédentes de ce manuel ont présenté les connaissances et les techniques de base qui ont été formulées pendant des années grâce à l'expérience de diverses personnes. Il est impossible de consigner dans ce manuel les solutions à toutes les situations qui pourraient se présenter, mais la mise en pratique éclairée des enseignements qu'il renferme devrait bien vous préparer au monde de l'aviation. La réception d'une nouvelle licence ou qualification atteste que vous avez atteint un certain degré de compétence et de connaissances: vous possédez maintenant un permis pour apprendre. Sachez exercer vos nouveaux privilèges de façon consciencieuse et responsable. Ayez l'esprit ouvert et ne craignez pas de poser des questions ni de mettre en doute des idées qui sont acceptées depuis de nombreuses années comme étant paroles d'Évangile. Seul un esprit inquisiteur sera en mesure de trouver des solutions plus efficaces aux problèmes et de consigner de l'information qui pourra être communiquée aux prochaines générations de pilotes grâce à des manuels comme celui-ci. Ceux d'entre nous qui ont contribué à la rédaction de ce manuel sont conscients de leurs responsabilités et sont heureux d'avoir eu l'occasion de vous communiquer les connaissances acquises au cours de milliers d'heures d'expérience en qualité d'instructeurs au pilotage.

Autres livres et manuels disponibles à l'achat

TP 14089	**Carnet de route d'aéronef (bilingue)**	TC-1000110
TP 14201	**Livret Hélice**	TC-1000149
TP 14182	**Livret Moteur**	TC-1000107