



**COURS DE PILOTAGE
AU SOL DE
ROD MACHADO**

SOMMAIRE

Cours de pilotage au sol de Rod Machado	5	Cours au sol 5 : Les décollages	60
Faites connaissance avec votre instructeur	6	Cours au sol 6 : Les atterrissages ...	62
Cours au sol 1 : Comment l'appareil reste en vol.....	7	Votre premier atterrissage (mental)	62
Que les quatre forces soient avec vous	7	L'atterrissage en détail	63
Les commandes de vol.....	10	Le jeu de la puissance.....	64
Les ailerons	10	Modification du glide en approche trop basse	67
La gouverne de profondeur	11	La manœuvre d'arrondi	68
Le vol rectiligne en palier	13	Des volets qui font flipper	72
Le moment de la compensation est venu	18	L'atterrissage avec volets	75
Cours au sol 2 : Les virages	22	Cours au sol 7 : Faire circuler l'appareil au sol	78
La gouverne de direction	26	Considérations sur le roulage au sol	78
Cours au sol 3 : Les montées	31	Balisages des aéroports	79
Les descentes	34	Éclairage des pistes	81
Amorcer une montée	35	Balisages des voies de circulation	83
Vous vous élevez	36	Balisages de piste supplémentaires	88
Voulez-vous valser ?	37	Cours au sol 8 : Décrochages	91
Tout ce qui monte.....	37	Commençons par un peu de théorie	91
Des virages en montée	41	Décrochage, angle d'attaque et nez de l'appareil	91
Des virages en descente	43	Décrochage à n'importe quelle assiette et n'importe quelle vitesse	94
Cours au sol 4 : Le vol lent	46		
L'aile et ses composantes.....	46		
Qu'avons-nous appris jusqu'à présent ?	58		
À vous de jouer !	58		

SOMMAIRE

Ne volez plus, décrochez	96	Cours au sol 12 : Navigation VOR ..	121
Ce qu'il ne faut pas faire		Vue d'ensemble	121
en cas de décrochage	97	Votre équipement VOR	123
Ce qui est recommandé de		Navigation à l'aide du VOR	123
faire en cas de décrochage	97	Intercepter et suivre	
Décrochages au départ	98	une route VOR	126
Cours au sol 9 : Virages serrés	99	Navigation sur route sélectionnée	
Aérodynamique des virages serrés ..	99	à partir de la station VOR	129
À quoi tout cela sert-il ?	102	Correction vent sur	
2g ou pas de g	103	une route VOR	130
La partie la plus délicate	103	Cours au sol 13 : Première étape	
Une pointe de style avant que		de la lecture d'instruments	135
vous ne soyez à sec	104	Attitude, puissance appliquée	
Cours au sol 10 :		au moteur et assiette	135
Le circuit d'aéroport	107	Passer d'une montée à en vol	
L'étape de départ	108	rectiligne en palier	138
L'étape par vent de travers	108	Passer du vol rectiligne en palier	
L'étape de vent arrière	109	à une descente	139
Préparer l'étape de base	110	Passer d'une descente	
L'étape de base	110	à un vol rectiligne en palier	140
L'approche finale	112	Amorcer des virages en montée	
Cours au sol 11 : Atterrissages par		et en descente	140
vent de travers	115	Cours au sol 14 : Deuxième étape	
Le problème du vent de travers ..	115	de la lecture d'instruments	142
Vol en crabe	115	Lecture radiale des instruments	
La méthode de l'aile basse	119	primaires	142
Au menu, composé de crabe			
et d'aile basse	120		

SOMMAIRE

Cours au sol 15 : Troisième étape de la lecture d'instruments	151	Cours au sol 17 : Effectuer une approche ILS	168
Maintien de l'assiette à l'aide du variomètre et lecture de surveillance des 6 instruments principaux	151	Taux de descente constant	169
Cours au sol 16 : Approches aux instruments	155	Lecture radiale des instruments primaires	172
VFR vs. IFR Flying	155	Quelques secrets importants	173
Navigation aux instruments : Une vue d'ensemble	156	Correction vent sur le radiophare d'alignement de piste	174
La carte d'approche	157	Cours au sol 18 : Circuits d'attente 177	
L'approche VOR	158	Ne quittez pas le circuit !	177
L'approche VOR de Santa Monica	159	Entrée directe	178
Différent type d'approche VOR	160	Entrée parallèle	178
L'inversion de route en forme d'hippodrome	161	Entrée de base	179
Virage conventionnel de procédure	162	Dernières considérations	180
L'approche ILS	164	Index	181

COURS DE PILOTAGE AU SOL DE ROD MACHADO



Rod Machado est un conférencier professionnel parcourant les États-Unis et l'Europe, et qui réjouit ses auditeurs grâce à des présentations rythmées et vivantes. C'est son talent peu commun à simplifier ce qui semble inaccessible, ainsi que le ton humoristique qu'il applique à ses leçons pour les rendre plus abordables, qui ont fait de lui un conférencier populaire dans le domaine de l'aviation, ainsi que dans d'autres domaines.

Rod est fort d'une expérience de plus de 30 années, et de plus de 8000 heures de vol acquises de la façon la plus difficile : une heure à la fois en tant que chef instructeur. Depuis 1977, il enseigne à des centaines d'instructeurs de vol au cours de stages de remise à niveau ou de séminaires sur la sécurité, et a été nommé instructeur de l'année 1991 pour la région Ouest. Il a navigué en tant que pilote d'affaire et est instructeur de vol depuis plus de 28 ans.

Pendant six ans, Rod a écrit et co-animé « Wide World of Flying », pour ABC. Il est le porte-parole national des chefs instructeurs de l'AOPA (Aircraft Owners and Pilots Association) et conseiller national à la prévention des accidents appointé par la FAA à Washington D.C. Son Manuel de Pilote Privé (Private Pilot Handbook) est source d'inspiration pour des milliers de personnes qui apprennent à piloter. Tous ses ouvrages, ainsi que toute sa science et sa sagesse en matière d'aviation, sont disponibles sur le site www.rodmachado.com.

COURS DE PILOTAGE AU SOL DE ROD MACHADO

Faites connaissance avec votre instructeur

Je m'appelle Rod Machado et je suis votre instructeur au sol. Je vais vous enseigner les rudiments du pilotage, c'est-à-dire tout ce que vous devez savoir avant de prendre les commandes (je serai ensuite votre instructeur de vol). Attachez votre ceinture et calez bien votre chaise. Nous allons apprendre beaucoup de choses, sans nous prendre la tête.

Au fil des années, j'ai appris à piloter à bon nom de personnes. Mes méthodes sont simples. Nous examinons ensemble les concepts au sol, sautons dans l'appareil pour une leçon de pilotage, puis en discutons après l'atterrissage.

Nous allons faire la même chose ici. Je vais faire comme si vous appreniez à piloter un véritable appareil, aussi bien lors des cours au sol que lors des leçons de pilotage. Il ne s'agit pas d'un véritable appareil, bien entendu, mais la ressemblance est telle que c'est à s'y méprendre. Ces cours au sol constituent en quelque sorte les devoirs à faire avant de prendre place dans le cockpit pour suivre une leçon de pilotage. Tout ce que je vous demande, c'est de faire les exercices requis avant chaque leçon de pilotage.

Ces exercices sont très importants. Un jour à l'école primaire, je suis arrivé en classe sans mes devoirs. Lorsque la maîtresse m'a demandé pourquoi je n'avais pas mes devoirs, je lui ai répondu que le chien les avait mangés. Comme elle n'avait pas l'air de me croire, je lui ai dit : « Ma foi, j'ai dû l'y forcer mais il a fini par les manger ». Naturellement, je ne vous forcerai pas à faire vos exercices ; mais si vous les faites, je peux vous garantir que vous apprendrez à piloter comme tous les autres pilotes qui sont passés entre mes mains.

Comme rien ne remplacera jamais l'apprentissage par la pratique, commençons dès maintenant nos cours au sol. Vous apprendrez ce dont vous avez besoin au fur et à mesure plutôt que de tenter d'assimiler des informations isolées hors contexte. Ainsi, vous n'aurez pas besoin de stocker 3 kg de données dans un cerveau en pesant la moitié.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Nous utilisons souvent des appareils mécaniques sans en comprendre parfaitement le fonctionnement.

Lorsque j'étais célibataire, mes parents m'ont offert un aspirateur pour mon anniversaire. Quelques mois plus tard, ma mère m'a demandé si j'avais trouvé les sacs correspondant à mon aspirateur ? « Des sacs ? Quels sacs ? », lui ai-je répondu.

Comment étais-je censé savoir qu'il fallait mettre des sacs dans un aspirateur ?

Si l'ignorance en matière de technologie est parfois utile, ce n'est jamais le cas lorsque vous êtes en vol. Il est inutile de décrocher un doctorat en aérodynamique pour être pilote, mais si vous comprenez pourquoi un avion reste en vol, cela peut s'avérer utile, voire essentiel à votre survie. C'est la raison pour laquelle ce premier cours est le plus long. Je tiens à ce que vous le lisiez en intégralité, et je vous donne ma parole d'honneur que vous n'aurez pas à prendre rendez-vous chez un ophtalmo lorsque vous aurez fini. Pour piloter un avion, vous devez commencer par faire le plein d'informations dans votre réservoir personnel : votre cerveau. Ce cours constitue la première étape. Je vous garantis que votre effort de lecture portera ses fruits.

Que les quatre forces soient avec vous

Et non, les quatre forces ne désignent pas un groupe de rock des années 60. Ce sont les éléments agissant sur un avion en vol. Ces quatre forces (portance, poids, poussée et traînée) sont présentes à tout moment lorsque l'avion est en l'air. La figure 1-1 montre l'action des quatre forces.

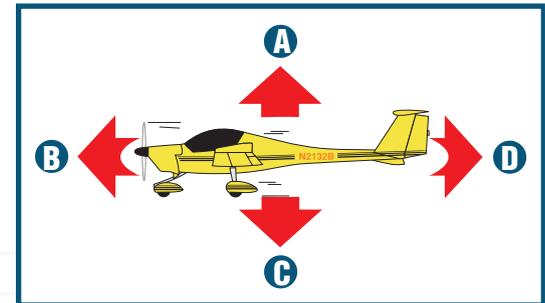


Figure 1-1. Les quatre forces agissant sur un avion en vol. Portance (A), Poussée (B), Poids (C), Traînée

Bien entendu, en conditions réelles, aucune énorme flèche ne sort de l'avion. Je sais que cela risque de décevoir ceux qui s'attendent toujours à voir les pays en différentes couleurs et les lignes représentant les frontières lorsqu'ils les survolent, mais vous vous y ferez. Ces flèches représentent tout simplement le bras de fer des quatre forces. Votre rôle de pilote consiste à gérer les ressources disponibles pour équilibrer ces

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

forces. Examinons-les en détail. La portance est la force qui s'exerce vers le haut lorsque les ailes de l'avion se déplacent dans l'air. Le mouvement vers l'avant produit une légère différence de pression entre les surfaces supérieure et inférieure des ailes. Cette différence constitue la portance. C'est cette force qui permet à un avion de rester en l'air.

La portance est la force qui s'exerce vers le haut lorsque les ailes de l'avion se déplacent dans l'air. Le mouvement vers l'avant produit une légère différence de pression entre les surfaces supérieure et inférieure des ailes. Cette différence constitue la portance. C'est cette force qui permet à un avion de rester en l'air.

J'ai découvert le principe de portance à quatre ans, en assistant à la messe pour la première fois. Au moment de la quête, j'ai pris quelques pièces brillantes dans le panier qu'on me tendait. Mon grand-père m'a poursuivi entre les bancs de l'église et je me suis dit : « Qu'est-ce que c'est amusant, la messe ! ». Grand-père m'a attrapé par le col et m'a tenu suspendu à un mètre du sol pour me faire sortir. C'est la portance du bras de mon grand-père, précisément égale à mon poids, qui m'a permis de rester en l'air. Les ailes de l'avion ont la même fonction que le bras de mon grand-père : elles produisent la portance nécessaire pour rester en l'air.

Le poids est la force qui s'exerce vers le bas. C'est cette force que les pilotes contrôlent en partie en choisissant comment ils chargent l'avion. À l'exception du carburant consommé, il est difficile de modifier le poids de l'avion en vol. Après le décollage, il n'est pas recommandé de brûler la cargaison, d'embarquer des passagers supplémentaires ou d'en débarquer. L'évacuation inopinée de passagers en vol constituant une violation des règles de la FAA, je vous le déconseille expressément.

Lors d'un vol stabilisé (lorsque la vitesse et la direction de l'avion sont constantes), les forces opposées de portance et de poids sont équilibrées.

La poussée est la force s'exerçant vers l'avant, produite par la combinaison moteur-hélice. En résumé, plus le moteur est puissant (plus le nombre de chevaux est élevé), plus la poussée est importante et plus la vitesse de l'avion est grande - jusqu'à un certain point. En effet, le mouvement vers l'avant génère toujours un effet aérodynamique opposé nommé traînée. La traînée tire l'avion vers l'arrière ; il s'agit tout simplement de la résistance moléculaire de l'atmosphère au déplacement. Pour parler clairement (ce que les pilotes et les ingénieurs font rarement), il s'agit de la résistance au vent. La nature est ainsi faite qu'on n'a rien sans rien. Confucius aurait pu dire : « l'homme n'obtient rien sans rien sans sa carte bancaire ».

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

La poussée permet à l'avion d'accélérer alors que la traînée détermine sa vitesse finale. Lorsque la vitesse de l'appareil augmente, la traînée fait de même. La perversité de la nature est telle que lorsque la vitesse est doublée, la traînée est quadruplée. Une vitesse constante est atteinte lorsque l'effet de la traînée qui tire l'appareil vers l'arrière équivaut à la poussée du moteur.

La Coccinelle Volkswagen que j'avais lorsque j'étais étudiant connaissait parfaitement ces limites (on l'appelle Coccinelle car cela désigne le plus gros obstacle que vous pouvez percuter sans abîmer la voiture). La vitesse de la Coccinelle est limitée par la taille de son moteur. Avec quatre petits cylindres (dont trois seulement fonctionnaient), ma voiture ne pouvait dépasser les 100 km/h. La figure 1-2 montre le résultat de la poussée maximale opposée à la force de traînée s'exerçant vers l'arrière à cette vitesse.



Figure 1-2. La poussée (A) d'une automobile, générée par la puissance du moteur, et la traînée (B), générée par la résistance des molécules d'air.

Pour conserver une vitesse inférieure, il faut moins de puissance dans la mesure où la traînée est moindre. À une vitesse inférieure à la vitesse maximale de la voiture, vous pouvez utiliser la poussée excédentaire (chevaux) à d'autres fins, telle que l'accélération pour doubler d'autres voitures ou alimenter un orgue de Barbarie si vous êtes mélomane.

Cela s'applique également aux avions. Lorsque vous volez en palier à une vitesse inférieure à la vitesse maximale, vous disposez de puissance (poussée) disponible. Vous pouvez exploiter cette poussée pour effectuer l'une des manœuvres les plus importantes de l'aviation : la montée. Après cette introduction, je pense qu'il est temps pour vous de découvrir les commandes de vol de l'appareil.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Les commandes de vol

Si vous êtes un véritable apprenti pilote, vous deviez attendre avec une impatience non dissimulée cette présentation des commandes de vol. Gandhi aurait applaudi votre patience (mais comme il n'est pas là, je le fais à sa place). La figure 1-3 montre les trois axes imaginaires de l'avion. En utilisant les commandes, vous pouvez faire tourner l'appareil sur un ou plusieurs de ces axes.

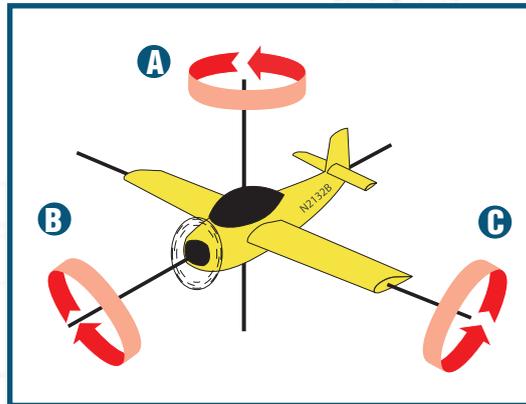


Figure 1-3. Les trois axes d'un avion, Axe vertical ou Lacet (A), Axe longitudinal ou Roulis (B), Axe latéral ou Tangage (C)

L'axe longitudinal, ou long, traverse le centre de l'appareil du nez à la queue. Le roulis, ou l'inclinaison, de l'avion s'effectue par rapport à l'axe longitudinal.

En football, on appelle passe latérale l'action consistant à faire une passe sur le côté. De la même façon, l'axe latéral traverse l'appareil d'une aile à l'autre. Le tangage de l'avion s'effectue par rapport à l'axe latéral.

L'axe vertical traverse l'appareil de haut en bas, du cockpit au ventre. Le lacet s'effectue par rapport à l'axe vertical. Considérez le mouvement de lacet comme un délassement. Le matin, vous vous délassiez en vous levant et en tournant votre corps vers la droite et la gauche, pour remettre vos vertèbres en place.

Nous sommes maintenant prêts à examiner les trois principales commandes de vol permettant de faire tourner l'appareil sur ses axes.

Les ailerons

Les ailerons sont les parties mobiles situées sur le bord de fuite extérieur des ailes. Ils permettent d'incliner l'avion dans la direction dans laquelle vous souhaitez virer. Lorsque vous tournez le volant vers la droite, comme indiqué à la figure 1-4, un aileron se relève et l'autre s'abaisse

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

simultanément (cela ne signifie pas qu'ils sont cassés). L'aileron gauche s'abaisse, ce qui accroît la portance sur l'aile gauche. L'aileron droit se relève, ce qui réduit la portance sur l'aile droite. Vous inclinez ainsi l'avion vers la droite.

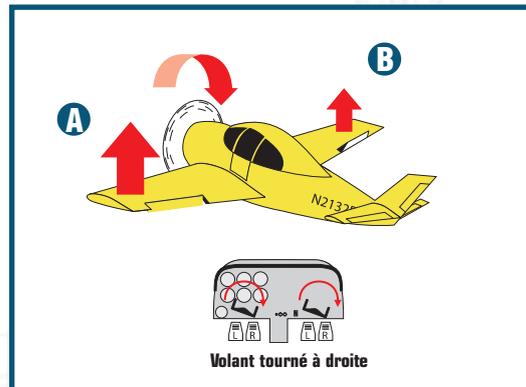


Figure 1-4. Inclinaison sur la droite. Action des ailerons pour incliner l'appareil. Portance accrue avec un aileron abaissé (A), portance diminuée avec un aileron surélevé (B).

Lorsque vous tournez le volant vers la gauche, comme indiqué à la figure 1-5, l'aileron gauche se relève, réduisant ainsi la portance sur l'aile gauche. L'aileron droit s'abaisse, ce qui accroît la portance sur l'aile droite. Vous inclinez ainsi l'avion vers la gauche.

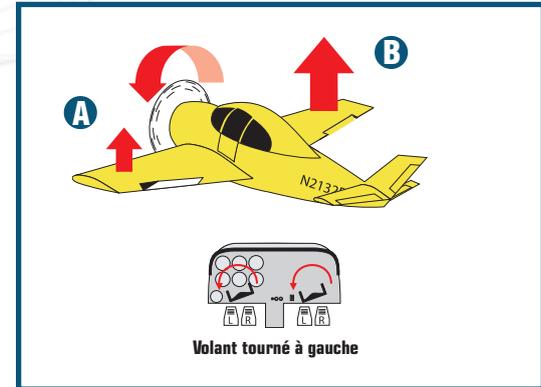


Figure 1-5. Inclinaison sur la gauche. Action des ailerons pour incliner l'appareil. Portance diminuée avec un aileron abaissé (A), portance accrue avec un aileron surélevé (B).

Les ailerons permettent à une aile de développer davantage de portance et à l'autre moins. Le différentiel de portance détermine le niveau d'inclinaison de l'appareil, qui dévie la force totale de portance dans la direction dans laquelle vous souhaitez tourner.

La gouverne de profondeur

La gouverne de profondeur est la commande mobile horizontale située sur l'empennage de l'avion (Figure 1-6). Elle permet de relever ou d'abaisser le nez de l'appareil.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

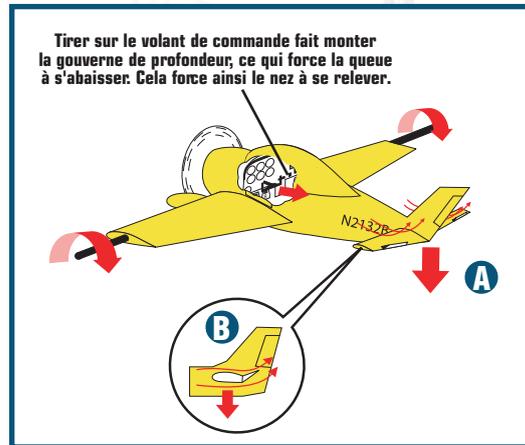


Figure 1-6. Action de la gouverne de profondeur sur l'assiette de l'avion. Mouvement de la queue vers le bas (A). La queue s'abaisse et le nez se relève (B).

La gouverne de profondeur fonctionne selon le même principe aérodynamique que l'aileron. Lorsque vous tirez le volant vers l'arrière, comme indiqué à la figure 1-6, la gouverne de profondeur se relève.

Une pression plus faible est générée sous la partie inférieure de la queue, ce qui a pour effet de l'abaisser : le nez de l'appareil se relève alors.

L'avion de la figure 1-7 montre ce qui se produit lorsque vous poussez le volant vers l'avant. La gouverne de profondeur s'abaisse, ce qui crée une pression plus faible au-dessus de la queue.

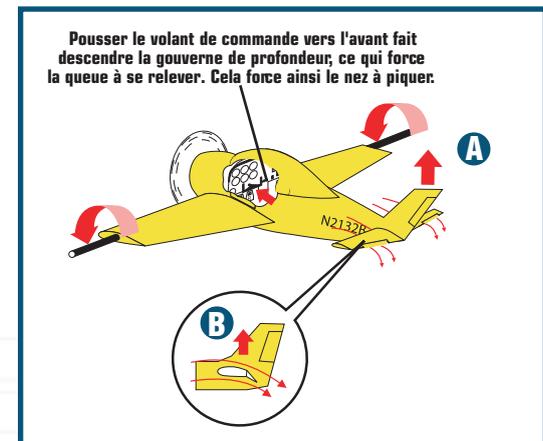


Figure 1-7. Action de la gouverne de profondeur sur l'assiette de l'avion. Mouvement de la queue vers le haut (A). La queue s'élève et le nez s'abaisse.

La queue se relève alors. Le nez tourne sur l'axe latéral vers le bas. En clair, pour amorcer une montée, tirez le volant vers l'arrière et pour amorcer une descente, poussez le volant vers l'avant.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Une troisième commande de vol, la gouverne de direction, contrôle le mouvement de lacet par rapport à l'axe vertical. Nous en reparlerons plus tard, mais je tiens à vous assurer que je ne l'ai pas oubliée.

Maintenant que vous avez une petite idée du fonctionnement des commandes de vol, imaginons-nous dans l'avion pour parler d'une manœuvre très utile : le vol rectiligne en palier.

Le vol rectiligne en palier

Vous êtes sur le point de pratiquer le vol rectiligne en palier, une des manœuvres fondamentales du pilotage. Avez-vous l'impression qu'il s'agit de deux manœuvres distinctes ? C'est le cas. Le vol en ligne droite signifie que le nez de l'appareil pointe constamment dans la même direction et que les ailes restent parallèles à l'horizon. Le vol en palier signifie que l'appareil vole sans gagner ni perdre de l'altitude.

La figure 1-8 montre à quoi ressemble un vol rectiligne en palier vu du siège gauche où le pilote (c'est vous) est généralement assis. Ne vous inquiétez pas si vous semblez vous diriger vers une lointaine montagne. Je suis à bord avec vous et je sais très bien éviter les montagnes. C'est d'ailleurs ma spécialité.



Figure 1-8

Comment déterminer si vous volez bien droit

Pour savoir si vous volez effectivement en palier rectiligne, le plus simple est de regarder dehors droit devant vous, par-dessus le tableau de bord (par la fenêtre centrale), comme indiqué à la figure 1-8. Il semble que la partie supérieure du tableau de bord soit à peu près parallèle à l'horizon. Cela implique que vos ailes ne sont pas inclinées et que vous volez tout droit sans virer.

Il existe cependant une autre manière de déterminer si vous volez bien tout droit. Vous pouvez appuyer sur le bouton-champignon du joystick (le bouton placé au milieu, près de votre autre pouce). Vous devez avoir un de ces pouces ; si ce n'est pas le cas, vous avez dû rater une étape de l'évolution. Si vous regardez par la fenêtre de gauche ou de droite, comme indiqué à

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

la figure 1-9, vous remarquerez la position de chaque aile par rapport à l'horizon. En vol en ligne droite, les deux ailes sont à la même hauteur au-dessus de l'horizon (observez l'horizon, pas les montagnes).



Figure 1-9

Adopter la bonne attitude

Dans un véritable appareil, je préfère que mes élèves aient mal au cou à force de regarder par la fenêtre, à droite et à gauche. Cela les aide à vérifier la position des ailes et l'état du trafic. Non, je ne parle pas du trafic automobile, mais bien du trafic aérien. Dans le simulateur, il n'est pas pratique de changer continuellement de vue vers la gauche et vers la droite. Vous utiliserez donc l'indicateur d'attitude (ou horizon artificiel) pour vous aider à

rester en vol rectiligne en palier. L'horizon artificiel se trouve au-dessus des six principaux instruments de vol juste en face de vous (Figure 1-10).



Figure 1-10

Cet indicateur constitue une représentation artificielle de l'horizon. Comme son nom l'indique, l'indicateur d'attitude affiche l'attitude de l'appareil (son inclinaison vers le haut ou vers le bas, ainsi que l'inclinaison des ailes par rapport à l'horizon). La moitié supérieure de l'horizon artificiel est bleue (comme le ciel, à moins que vous ne voliez au-dessus d'une grande ville) et la moitié inférieure est brune (comme la zone que nous survolons). La fine ligne blanche qui

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

sépare ces deux zones colorées est celle de l'horizon artificiel. Les pilotes l'utilisent lorsqu'ils ne peuvent voir l'horizon pour cause de visibilité restreinte ou lorsqu'il est difficile d'observer l'extrémité des ailes (ce qui sera généralement le cas lorsque vous utiliserez le simulateur).

En tirant le joystick vers la gauche, vous inclinez l'appareil dans cette direction en faisant pencher l'aile gauche vers le sol, comme indiqué à la figure 1-11. C'est ainsi que vous amorcez un virage à gauche. Vous remarquerez que l'appareil miniature (aux ailes oranges) de l'horizon artificiel semble aussi incliner son aile gauche vers le sol. Mécaniquement parlant, c'est bien l'arrière-plan de l'horizon artificiel qui bouge pour créer une image de l'attitude de l'appareil. Mais vous pouvez toujours déterminer la direction de l'inclinaison en vérifiant quelle aile orange de l'horizon artificiel penche vers le sol (c'est simple : il n'y a que deux possibilités).

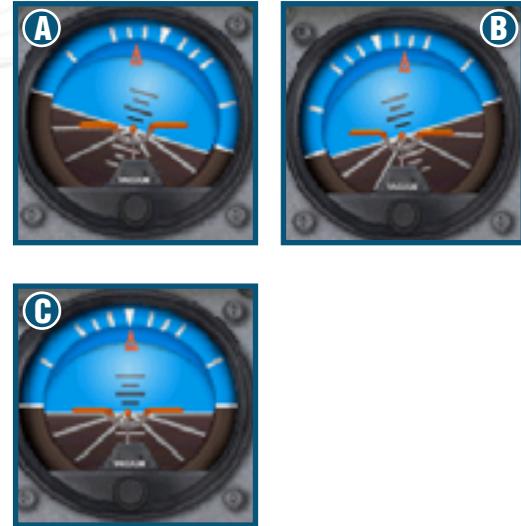


Figure 1-11

Si vous tirez doucement le joystick vers la droite, de la manière indiquée ci-dessus, l'horizon artificiel indique un virage à droite. C'est maintenant l'aile droite qui penche vers le sol, comme indiqué à la figure 1-11B. En tirant le joystick vers la droite ou vers la gauche jusqu'à ce que les deux ailes soient parallèles à la ligne d'horizon artificiel (Figure 1-11C), vous ramenez le joystick à sa position médiane (par défaut) et l'appareil repasse en vol en ligne droite, comme indiqué à la figure 1-11C. Après tout, si les ailes ne sont pas inclinées, l'appareil ne vire pas.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Déterminer votre cap

Il existe une autre manière de déterminer si vous volez bien tout droit. Vous utilisez pour cela l'indicateur de cap, comme indiqué à la figure 1-12.



Figure 1-12

La figure 1-12 montre l'indicateur de cap (parfois appelé gyroscope directionnel). Il se trouve au centre de la rangée inférieure des six principaux instruments de vol dont nous parlerons bientôt. Considérez l'indicateur de cap comme un compas mécanique montrant la direction que l'appareil suit. Observez les chiffres affichés sur l'indicateur de cap. Ajoutez un zéro à chacun des chiffres pour déterminer le cap

actuel de l'avion. En d'autres termes, 6 correspond à un cap de 60 degrés (qui se lit « zéro-six-zéro degrés »). Le nombre 33 correspond à un cap de 330 degrés (qui se lit « trois-trois-zéro degrés » pour plus de clarté ; il est important d'être très clair lorsque vous pilotez). Ces chiffres sont indiqués par intervalles de 30 degrés. Des valeurs intermédiaires de 5 et 10 degrés précisent le cap.

Pour suivre un cap spécifique, il vous suffit de faire virer l'appareil dans la direction la plus courte vers le cap souhaité. Par exemple, faites virer l'appareil jusqu'à ce que le nez de l'avion blanc de l'indicateur de cap pointe sur la lettre W (pour « West », c'est-à-dire un cap de 270 degrés). Bien entendu, si le cap reste constant, vous volez en ligne droite et n'effectuez pas de virage. Cela constitue une autre manière de déterminer si vous volez bien tout droit.

Maintenant que vous avez compris l'opération de vol en ligne droite du vol rectiligne en palier, passons au principe de vol en palier de cette manœuvre.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Vérifier que vous êtes en vol en palier

Voyons ce qui arrive à votre altitude lorsque vous relevez ou abaissez le nez de l'appareil. Lorsque vous cabrez l'appareil en tirant doucement le joystick vers vous, l'avion miniature de l'horizon artificiel pointe vers le haut, vers le ciel (en bleu), comme indiqué à la figure 1-13A.



Figure 1-13

Observez l'altimètre, situé immédiatement à droite de l'horizon artificiel (Figure 1-13B). La grande aiguille (graduée en centaines de pieds) tourne dans le sens des aiguilles d'une montre lorsque vous relevez le nez. Tout comme avec une montre, le mouvement des aiguilles vers la droite signifie qu'une valeur augmente. Dans ce cas, il s'agit de votre altitude.

Le variomètre (VSI) est placé sous l'altimètre. Son aiguille se déplace elle aussi vers le haut, indiquant une vitesse ascensionnelle (Figure 1-13C). Ceci est une indication supplémentaire que vous montez et que vous ne volez pas en palier.

Lorsque vous ramenez le joystick à sa position médiane, l'appareil repasse en vol en palier (à la condition que l'appareil soit parfaitement équilibré - nous verrons cela dans peu de temps).

Lorsque vous abaissez le nez de l'appareil, l'avion miniature de l'horizon artificiel pointe vers le sol (la zone brune), comme indiqué à la figure 1-14A.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

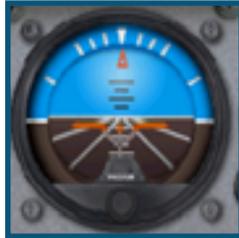


Figure 1-14.

Les aiguilles de l'altimètre tourne maintenant vers la gauche (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre), indiquant une perte d'altitude.

Le variomètre affiche également une vitesse de descente car son aiguille se déplace vers le bas. On ne risque pas de se tromper en disant que si la grande aiguille de l'altimètre ne bouge plus et que celle du variomètre indique zéro, vous volez en palier. C'est précisément cette méthode que les pilotes utilisent pour confirmer que leur appareil est en vol en palier.

Il faut beaucoup de pratique pour stabiliser ces aiguilles (dans la réalité, elles oscillent toujours un peu). Un pilote privé moyen s'en sort très bien s'il parvient à conserver l'altitude choisie à l'intérieur d'une fourchette de +/- 100 pieds. Malheureusement, lorsque j'apprenais à piloter, je trouvais beaucoup plus simple de modifier en permanence l'altitude à laquelle je souhaitais voler (jusqu'à ce que je parvienne à maîtriser la technique du vol en palier, bien sûr).

Dans le cadre des leçons interactives, vous vous entraînerez à rester en vol en ligne droite en maintenant l'avion miniature (aux ailes oranges) parallèle à la ligne d'horizon artificiel. Si une aile penche vers la droite ou la gauche, vous la redresserez en tirant le joystick dans la direction opposée.

Vous vous exercerez également à rester en vol en palier en stabilisant l'aiguille de l'altimètre graduée en centaines de pied. Elle ne doit pas bouger. Dans le cas contraire, vous utiliserez le joystick pour modifier légèrement l'assiette jusqu'à ce que l'aiguille cesse de bouger. C'est l'angle d'inclinaison requis pour voler en palier.

Le moment de la compensation est venu

Les appareils sont sujets à un certain nombre de forces aérodynamiques. Certaines tendent à cabrer l'appareil, d'autres à le faire partir en piqué.

La puissance développée par le moteur, la répartition des masses et la portance ne sont que quelques-unes des forces en présence. En quoi cela vous concerne-t-il ? Et bien, si l'appareil a tendance à partir en piqué, vous n'allez pas passer tout le vol à tirer sur le joystick. Vous seriez vite fatigué à force de tirer sur le volant pour stabiliser l'assiette (Schwarzenegger serait fier de vous, mais pas moi). Heureusement,

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

les avions sont équipés d'un volet de compensation pour supprimer la pression exercée sur le volant (et le pilote !). Étudions le fonctionnement du volet de compensation, puis nous verrons comment l'utiliser.

Fonctionnement des volets de compensation

Un volet de compensation est un petit élément mobile placé sur la partie que vous souhaitez contrôler (dans ce cas, il s'agit de la gouverne de profondeur). La figure 1-15A montre le volet et le volant utilisé pour modifier la position du volet de compensation (dans un véritable avion, ce volant est généralement placé entre les deux sièges avant ou dans la partie inférieure du tableau de bord).

Le déplacement du volet de compensation crée une légère différence de pression au bord de la gouverne sur laquelle il est fixé. Une pression suffisante est générée pour stabiliser la gouverne principale dans la position souhaitée sans avoir à maintenir le volant en place. Vous remarquerez que le volet de compensation se déplace dans la direction opposée à la gouverne qu'il affecte. Si vous voulez relever la gouverne de profondeur (comme si vous tiriez le volant vers vous lors d'une montée), le volet de compensation s'abaisse, comme indiqué par la gouverne A de la figure 1-15A.

Pour conserver la gouverne abaissée (comme lors d'une descente), le volet de compensation doit se relever, comme indiqué par la gouverne de profondeur B de la figure 1-15B.

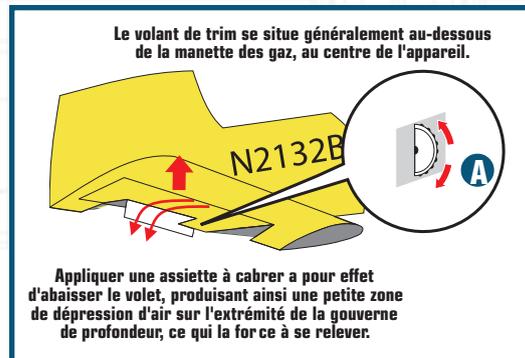


Figure 1-15A. Fonction du compensateur de profondeur. Piqué (A), cabré (B).

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

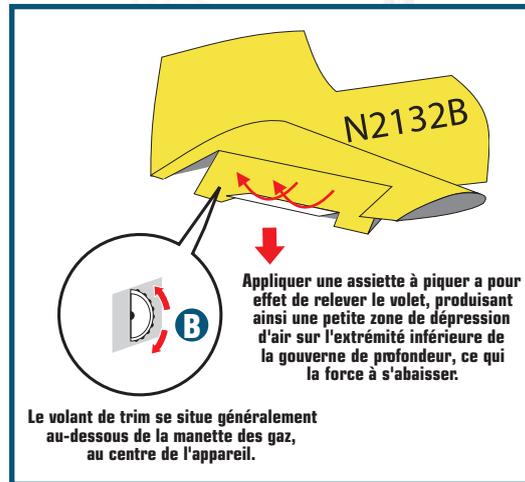


Figure 1-15B. Fonction du compensateur de profondeur.
Piqué (A), cabré (B).

Considérez la compensation comme une main imaginaire maintenant l'avion dans l'attitude souhaitée tout en éliminant la pression que vous exercez sur le joystick. La commande de compensation se présente sous la forme de petits volants ou boutons sur votre joystick. Si celui-ci ne possède pas de bouton de compensation, vous pouvez utiliser les touches du pavé numérique pour régler l'assiette. Pour cabrer l'appareil, appuyez sur la touche 1, pour adopter une attitude de piqué, appuyez sur la touche 7.

Voici comment ajuster la compensation pour effectuer un vol rectiligne en palier. Tout d'abord, vérifiez que l'appareil est parfaitement équilibré. Pour ce faire, relâchez légèrement le joystick. Observez alors l'aiguille du variomètre. Si elle indique une montée (rotation vers le haut), vous devez abaisser le nez de l'appareil. Poussez légèrement le joystick vers l'avant pour repasser en vol en palier, et appuyez une fois sur la touche 7 du clavier numérique pour abaisser le nez de l'appareil (ou utilisez le bouton correspondant du joystick). Relâchez ensuite le joystick et observez ce qui se passe.

Plus vous appuyez sur le bouton de compensation, plus la compensation appliquée est importante. Soyez patient. Vous devrez peut-être répéter cette procédure avant que l'aiguille du variomètre ne reste relativement horizontale, près de la vitesse zéro de vitesse ascensionnelle.

Si l'aiguille du variomètre indique une descente (rotation vers le bas), poussez légèrement le joystick vers l'avant pour repasser en vol en palier. Appuyez ensuite plusieurs fois sur la touche 1 du clavier numérique pour relever le nez de l'appareil (ou utilisez le bouton correspondant du joystick). Relâchez ensuite le joystick et observez le comportement de l'aiguille du variomètre. Répétez la procédure si nécessaire jusqu'à ce que l'appareil ne monte ni ne descende.

COURS AU SOL 1 : COMMENT L'APPAREIL RESTE EN VOL

Je préfère utiliser l'aiguille du variomètre pour régler l'assiette car elle est très sensible. Je ne veux pas dire qu'elle va se mettre à pleurer si vous lui dites qu'elle est pas belle. Je veux dire que cette aiguille est très sensible aux petites variations d'assiette. Cela facilite la détection des déviations de vol en palier. Je vous montrerai dans un autre cours au sol comment utiliser l'aiguille du variomètre pour régler l'amplitude de montée ou de descente.

De nombreux appareils disposent d'une compensation pour contrôler l'inclinaison, appelée compensateur d'aileron. Votre joystick peut intégrer cette commande. Il est parfois nécessaire de compenser l'inclinaison lorsque le carburant stocké dans l'aile est mal équilibré ou que des passagers plus lourds sont assis d'un même côté de l'appareil.

Même si l'appareil est correctement équilibré, celui-ci peut osciller légèrement vers le haut ou vers le bas, ce qui a pour effet de faire varier l'altitude d'environ 100 pieds vers le haut ou vers le bas. Les avions sont ainsi faits. Chacun n'en fait qu'à sa tête et l'altitude et le cap peuvent varier même lorsque l'appareil est bien équilibré. Laissez faire, à moins que l'appareil ne s'écarte trop de sa trajectoire de vol. Votre rôle consiste à simplifier autant que possible le pilotage afin que vous ayez davantage de temps à consacrer à la réflexion, à l'anticipation, au tracé et à la définition de votre trajectoire.

Vous pouvez être fier : vous venez d'effectuer votre premier cours au sol. Je suis fier de vous ! Il est maintenant temps de passer à une formation interactive. Accédez à la section **Apprendre à piloter** et sélectionnez **Leçon 1**. Dans le cours au sol suivant, je vous enseignerai les notions élémentaires requises pour virer.

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

Il convient d'éviter de nombreuses erreurs d'interprétation dans l'aviation. Par exemple, certains pilotes pensent que l'influence du souffle de l'hélice désigne un concept relatif aux ventilateurs. D'autres pensent que, lorsqu'un instructeur dit : « Oscar Tango », il les invite à danser. Lorsque j'apprenais à piloter, un inspecteur de la FAA m'a demandé comment un avion virait. Je lui ai répondu : « Au moyen du volant, monsieur ». Il a croisé les bras et a secoué la tête comme s'il n'en croyait pas ses oreilles. J'admets que ma réponse était un peu à côté et qu'il était un brin énervé (à en juger par sa moue et ses yeux exorbités). Pour éviter de vous retrouver dans la même situation, examinons ce qui permet à un avion de virer et comment vous pouvez effectuer cette petite manœuvre délicate.

L'avion A de la figure 2-1 montre un appareil en vol rectiligne en palier.

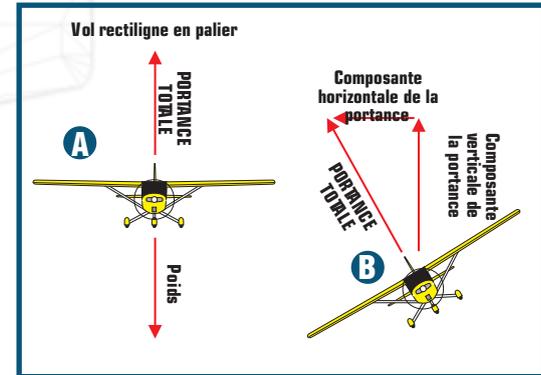


Figure 2-1. Virage d'un avion. L'inclinaison de l'appareil génère une bascule de la portance qui entraîne l'appareil dans le sens de l'inclinaison. Techniquement, c'est la composante horizontale de la force de portance inclinée qui entraîne l'appareil en virage.

De cette position avantageuse, la portance agit verticalement, en tirant l'avion vers le haut, ce qui le maintient en suspension. Bien entendu, si la portance peut le tirer vers le haut, elle peut également le tirer un peu vers la gauche ou la droite. Lorsque cela se produit, l'appareil vire.

L'avion B de la figure 2-1 montre la portance totale exercée sur un appareil incliné. Une partie de la portance tire l'avion vers le haut (la composante verticale de la portance) et une autre tire l'avion dans la direction du virage (la composante horizontale de la portance). Faites travailler votre imagination pour visualiser deux forces séparées moins

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

importantes qui constituent la portance totale. (Les flèches géantes sont toujours là. Vous ne les verrez jamais sur un véritable appareil, alors profitez-en bien.) Ces flèches représentent les forces de portance.

N'oubliez jamais que la composante horizontale permet à un avion de virer : elle tire l'appareil selon un arc. Ainsi, plus l'angle d'inclinaison est important, plus la composante horizontale est importante, ce qui accélère l'exécution du virage.

Maintenant que vous savez ce qui permet à un avion de virer, permettez-moi de me mettre dans la peau du célèbre philosophe Socrate pour vous poser une question importante. (Ne faites pas attention au drap qui me sert de toge. Si, en revanche, je me présente devant vous enveloppé dans un matelas, cela veut dire que nous sommes prêts à nous exercer aux atterrissages.) La question est la suivante : « comment dévions-nous la portance pour faire tourner l'appareil ? »

Réponse : « au moyen des ailerons ».

Si vous avez dit « avec le volant », je vous promets de ne pas faire de crise cardiaque. En fait, la méthode suivie pour dévier la portance totale et amorcer un virage consiste à tourner le volant ou à incliner le joystick (c'est-à-dire à incliner l'appareil à l'aide des ailerons).

Pour virer, inclinez le joystick (tirez-le lentement vers la droite ou la gauche) dans la direction dans laquelle vous souhaitez tourner et laissez l'appareil effectuer un roulis jusqu'à ce qu'il atteigne l'angle d'inclinaison voulue. Ramenez ensuite le joystick en position neutre (médiante). L'appareil tend à conserver l'angle d'inclinaison défini. Si l'appareil dérive, redressez le joystick pour conserver l'angle d'inclinaison.

Permettez-moi de revêtir à nouveau mon drap pour jouer le rôle de Socrate et vous poser la question suivante : « comment détermine-t-on l'amplitude de l'inclinaison de l'intérieur du cockpit ? » Après tout, vous ne pouvez pas vous faire suivre en permanence par un autre pilote uniquement pour vous renseigner sur le degré d'inclinaison de votre appareil. Voici une meilleure méthode.

La figure 2-2 montre l'horizon artificiel dont nous avons parlé précédemment. En haut de l'horizon artificiel, immédiatement à droite et à gauche du centre, se trouvent trois repères d'inclinaison blancs. Chaque repère indique 10 degrés d'inclinaison, jusqu'à 30 degrés. Au-delà du repère correspondant à 30 degrés, on trouve ceux correspondant à 60 et 90 degrés. Pour incliner l'appareil à 30 degrés, faites-le pivoter sur son axe jusqu'à ce qu'un des repères blancs (le troisième en haut) soit en face du petit triangle orange.

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

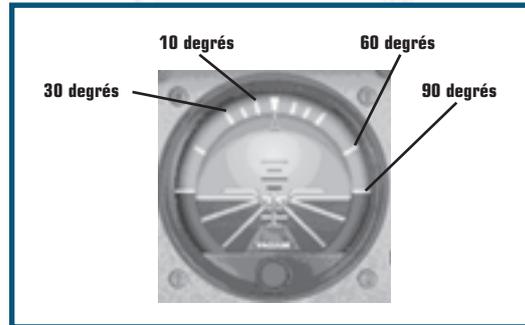


Figure 2-2. Lignes d'inclinaison.

Ce n'est pas trop compliqué, n'est-ce pas ? Mais qu'en est-il si vous souhaitez incliner l'appareil à 15 ou 45 degrés ? Voici comment procéder.

La figure 2-3 montre deux lignes diagonales blanches inclinées vers le bas au milieu de l'horizon artificiel. Ces lignes correspondent respectivement à une inclinaison de 15 et 45 degrés. Si vous inclinez l'appareil vers la droite jusqu'à ce que l'avion miniature (aux petites ailes oranges) soit parallèle à la première ligne diagonale, comme indiqué à la figure 2-3, vous adoptez une inclinaison à 15 degrés. Pour une inclinaison à 45 degrés, faites doucement pivoter l'appareil jusqu'à ce que les ailes de l'avion miniature soient parallèles à la seconde ligne diagonale (Figure 2-3).

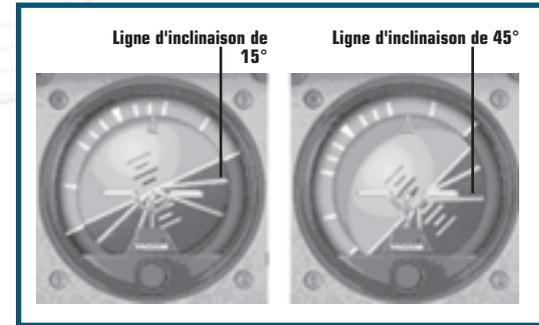


Figure 2-3.

Il y a encore une chose que vous devez connaître avant de suivre la leçon interactive sur les virages.

En aviation, il est important de se rappeler qu'on n'a rien sans rien. Cette maxime s'applique particulièrement dans le domaine des virages.

La déviation de la portance totale lors d'un virage implique une réduction de la portance s'exerçant verticalement contre le poids de l'appareil (reportez-vous à l'avion B de la figure 2-1). L'avion réagit en se déplaçant dans la direction de la force momentanément plus importante, c'est-à-dire vers le bas, dans la direction de son poids. Nous compensons cet effet en augmentant légèrement notre portance lorsque nous amorçons un virage. Pour ce faire, il convient de tirer légèrement le

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

joystick vers vous pour appliquer une pression vers l'arrière. Plus tard, vous comprendrez que la pression vers l'arrière augmente l'angle d'attaque de l'aile, ce qui revient à augmenter légèrement la portance de l'aile. Malheureusement, cette augmentation de l'angle d'attaque fait également augmenter la traînée, ce qui ralentit l'appareil. Lors d'un virage de faible inclinaison (à 30 degrés ou moins), cette perte de vitesse ne pose pas de problème. Mais dans les virages plus serrés (45 degrés ou plus), vous devez augmenter la puissance pour éviter une trop forte décélération.

Observons à nouveau l'horizon artificiel pour savoir comment l'utiliser afin de calibrer la pression vers l'arrière à exercer lorsque nous amorçons un virage.

Observez la position de l'avion miniature de l'horizon artificiel (et plus particulièrement la boule orange entre les ailes). En vol rectiligne en palier, l'avion miniature (et la boule orange) repose presque directement sur la ligne d'horizon artificiel, comme indiqué à la figure 2-4. En revanche, en virage, il est difficile de déterminer l'inclinaison de

l'appareil car l'avion miniature n'est plus aligné avec la ligne d'horizon artificiel. Utilisez par conséquent la position de la boule orange comme référence d'inclinaison dans un virage.

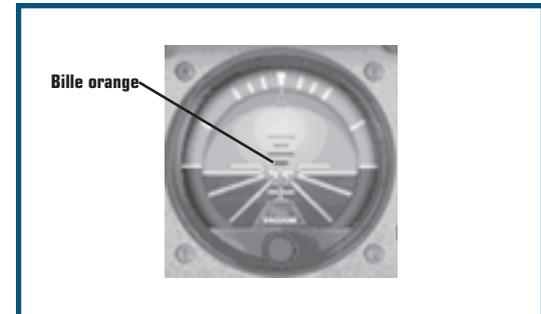


Figure 2-4. L'avion miniature s'inscrit pratiquement sur la barre d'horizon du gyroscope en vol rectiligne en palier.

Pour maintenir l'altitude dans un virage à 15 et 30 degrés, vous devez augmenter légèrement l'inclinaison de l'appareil. La figure 2-5 vous donne une idée de l'amplitude d'inclinaison à appliquer.

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

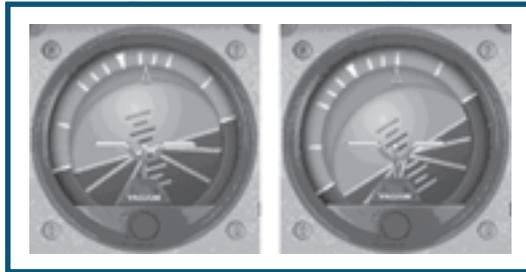


Figure 2-5.

Il faut absolument se souvenir que *les virages plus serrés exigent une augmentation de l'inclinaison pour maintenir l'altitude*. Pour repasser en vol en ligne droite après un virage, vous devez relâcher la pression exercée vers l'arrière, et donc réduire l'inclinaison pour atteindre celle d'un vol en palier. Vous en saurez plus sur les raisons imposant l'augmentation de l'inclinaison dans un virage lorsque nous étudierons le vol lent. Pour l'instant, lorsque vous inclinez l'appareil pour amorcer ou sortir d'un virage, procédez comme il se doit au réglage de l'assiette pour maintenir l'altitude. Dans des virages plus serrés, préparez-vous à tirer un peu plus le joystick vers vous pour que l'aiguille du variomètre indique zéro et que la grande aiguille de l'altimètre (graduée en centaines de pieds) ne bouge pas. Observez la

position de la boule orange par rapport à la ligne d'horizon artificiel pour déterminer l'assiette de l'appareil lorsqu'il est incliné. N'oubliez pas de diminuer l'inclinaison lorsque vous repassez en vol rectiligne en palier.

Je vous ai promis de vous parler plus en détail de l'utilisation de la gouverne de direction ; voici donc des informations complémentaires destinées à ceux d'entre vous qui disposent d'un palonnier.

La gouverne de direction

La gouverne de direction est l'élément vertical mobile situé sur l'empennage de l'appareil. Son rôle est de pointer le nez de l'avion *dans la direction du virage* et non de faire virer l'appareil ! Rappelez-vous que les avions tournent en s'inclinant. La gouverne de direction se limite à corriger l'effet des forces s'exerçant dans une direction différente de celle du virage. Il existe plusieurs forces en présence mais nous n'en parlerons pas ici. Si vous souhaitez avoir des informations supplémentaires, référez-vous à la fin de ce cours à la section intitulée Points supplémentaires - Le lacet inverse.

Flight Simulator 2002 comporte une fonction de gouverne de direction automatique qui pointe le nez de l'appareil dans la direction du virage. Si vous ne

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

disposez pas de palonnier, l'appareil vole donc toujours de manière coordonnée. En d'autres termes, tout mouvement des ailerons s'accompagne d'un ajustement approprié de la gouverne de direction. Bien entendu, les véritables appareils ne possèdent pas cette fonction de gouverne automatique (même si certains apprentis pilotes pensent que leur instructeur joue le rôle de coordinateur automatique). Si vous décidez de prendre des leçons de pilotage à bord d'un véritable avion, vous apprendrez donc tout sur la gouverne de direction et l'utilisation des pédales. Si vous possédez un palonnier, poursuivez votre lecture pour en savoir plus à ce sujet.

Considérez la gouverne de direction comme un aileron vertical situé sur l'empennage de l'appareil. Lorsque vous appuyez sur la pédale de droite ou de gauche du palonnier, vous modifiez l'angle de l'empennage vertical par rapport au vent, ce qui entraîne une rotation de l'appareil sur son axe vertical. Ce mouvement de lacet pointe le nez de l'appareil dans la direction du virage.

En appuyant sur la pédale de droite du palonnier, comme indiqué par l'avion A de la figure 2-6, vous orientez l'empennage dans la direction de pression plus faible. Lorsque l'empennage se déplace, l'avion effectue une rotation par rapport à son axe vertical. En appuyant sur la pédale de droite du palonnier, vous faites pointer le nez de l'appareil vers la droite. En appuyant

sur la pédale de gauche (je ne préciserai plus du palonnier), comme indiqué par l'avion B, vous pointez le nez de l'appareil vers la gauche. Étonnant, non ?

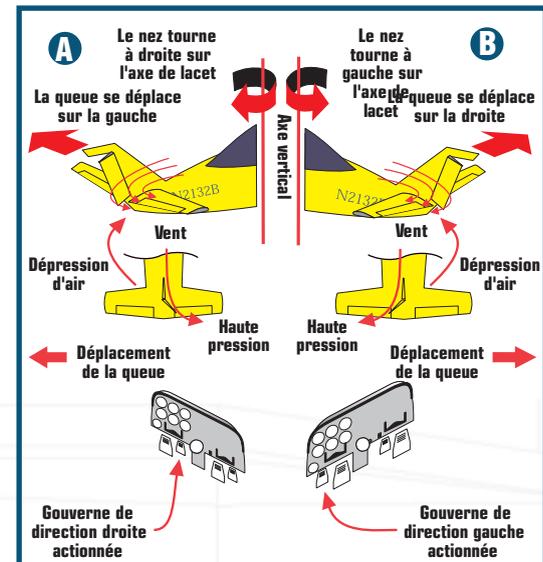


Figure 2-6. Action du gouvernail de direction pour compenser un lacet inverse.

Informations complémentaires sur l'utilisation du palonnier

Imaginons que l'on vous offre un palonnier pour Flight Simulator 2002 pour votre anniversaire. (Vous pourriez également

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

posséder un joystick intégrant la fonction de palonnier. Essayez d'effectuer un mouvement de torsion !) Dès que le palonnier sera installé, vous allez vous demander quand vous devez l'utiliser. La réponse est la suivante : *à chaque fois que vous utilisez les ailerons* (lorsque vous virez par exemple).

Si vous n'utilisez pas le palonnier dans un virage, une partie de l'appareil tentera d'aller dans une direction opposée à la direction d'inclinaison. Cela n'augure rien de bon, et les sourcils de votre instructeur risquent de se perdre dans ses cheveux. Voici une méthode mnémotechnique simple : virage à droite, pédale de droite ; virage à gauche, pédale de gauche. Coordonnez le mouvement de vos mains et de vos pieds.

Répondons maintenant à la seconde question qui vous brûle la langue : « Comment définir la pression à appliquer à la pédale ? » De fait, c'est un point important. La figure 2-7 montre un inclinomètre, également appelé bille, intégré à un autre instrument nommé indicateur de virage (situé sur le tableau de bord).

Le déplacement de la bille correspond au déplacement de vos lunettes de soleil sur le tableau de bord de votre automobile. La force qui entraîne vos lunettes est la même que celle qui entraîne la bille. Cependant, la bille se déplace plus facilement que vos lunettes. La déviation de la bille indique que le nez de l'appareil pointe dans une autre direction que celle du virage. On utilise le gouvernail de direction pour replacer la bille en position centrale.

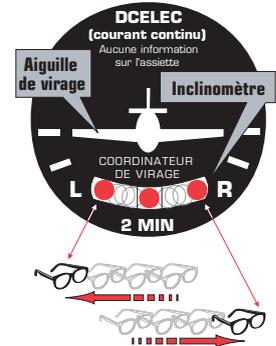


Figure 2-7. Coordonnateur de virage.

Le petit avion blanc de l'indicateur de virage indique la direction du virage, et la bille l'amplitude de la pression appliquée à la pédale. La bille peut glisser vers la droite ou la gauche à l'intérieur du tube en verre. Toute utilisation non conforme du palonnier (ou absence d'utilisation) applique une force latérale inutile à l'appareil. Son mouvement est identique à celui des lunettes de soleil posées sur le tableau de bord de votre voiture lorsque vous effectuez un virage serré. Votre rôle consiste à centrer la bille à l'aide du palonnier.

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

La figure 2-8 montre un avion en train de virer. Le nez de l'avion A pointe vers l'extérieur du virage (sans doute à cause d'une pression insuffisante exercée sur la pédale de droite ou d'une inclinaison trop forte de l'aileron vers la droite). La bille et l'avion glissent vers la droite, vers l'intérieur du virage. En d'autres termes, vous devez pointer légèrement le nez vers la droite pour effectuer un virage parfaitement coordonné. En appuyant suffisamment sur la pédale de droite pour aligner l'appareil dans la direction du virage, la bille revient au centre, comme indiqué par l'avion B.

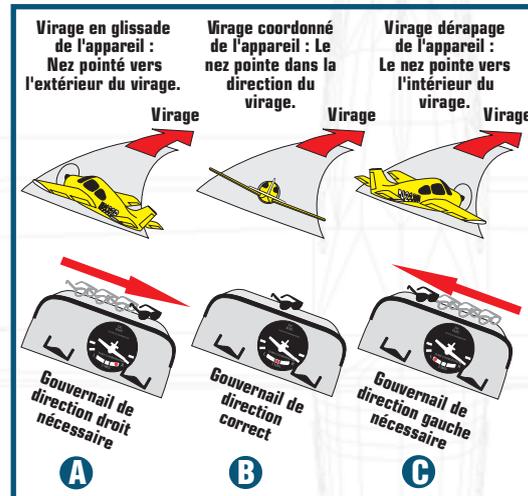


Figure 2-8. Glisse et dérapage d'un appareil.

Le nez de l'avion C pointe vers l'intérieur du virage (sans doute à cause d'une pression trop importante exercée sur la pédale de droite ou d'une inclinaison trop faible de l'aileron vers la droite.) La bille et l'avion glissent vers la gauche, vers l'extérieur du virage. En appuyant légèrement sur la pédale de gauche, le nez pointe dans la direction du virage et la bille revient au centre.

En termes simples, si la bille dévie vers la droite ou la gauche, appuyez suffisamment fort sur la pédale de droite ou de gauche (respectivement) pour centrer la bille. Vous entendrez parfois votre instructeur vous dire : « Bille en tête ! ». C'est sa façon de vous dire d'appuyer sur la pédale de droite lorsque la bille est déviée sur la droite ou sur la pédale de gauche lorsqu'elle est déviée sur la gauche. N'essayez pas de mettre votre pied sur l'indicateur de virage, sinon votre instructeur risque de remettre sérieusement en cause vos compétences. N'écrasez pas non plus les pédales du palonnier.

Lorsque vous amorcez un virage, vous activez les ailerons et la gouverne de direction simultanément et dans la même direction. C'est ce que les pilotes entendent par vol coordonné. L'aileron établit l'amplitude d'inclinaison et la gouverne

COURS AU SOL 2 : LES VIRAGES

de direction pointe le nez de l'appareil dans la direction du virage. Si la bille est au centre au cours de l'opération, nous disons que les commandes sont parfaitement coordonnées.

Points supplémentaires - Le lacet inverse

L'effet de lacet inverse explique pourquoi les avions sont équipés d'une gouverne de direction. Lorsque vous inclinez l'appareil vers la droite, l'aileron de l'aile gauche s'abaisse, ce qui a pour effet de redresser cette aile. Comme l'aileron abaissé augmente la portance sur l'aile gauche, cela entraîne également une légère augmentation de la traînée. « Mais », allez-vous me dire, « je n'ai pas commandé de traînée avec ma portance ». C'est exact, mais il ne s'agit pas non plus d'une pizza. La nature associe toujours un effet de traînée à la portance - comparable au chaperon du bal de fin d'année (qui constitue une résistance tout aussi importante).

Dans un virage à droite, l'aileron de l'aile gauche s'abaisse pour redresser cette aile. Mais la légère augmentation de traînée induite tire un peu l'aile vers l'arrière. Ceci a pour effet de tirer le nez de l'appareil (mouvement de lacet) a contrario vers la gauche lorsqu'il s'incline vers la droite. De là, le lacet inverse.

Bien évidemment, si vous êtes incliné vers la droite, vous souhaitez que le nez de

l'appareil pointe dans la même direction, n'est-ce pas ? C'est là que la gouverne de direction intervient. En centrant la bille de l'inclinomètre, vous corrigez parfaitement l'effet de lacet inverse. Dans cette condition, l'appareil est piloté en parfaite coordination.

N'oubliez pas que le lacet inverse affecte l'appareil lorsqu'il s'incline pour amorcer ou sortir d'un virage. Vous devez donc appuyer davantage sur la pédale du palonnier pour amorcer un virage et en sortir. Une fois dans le virage, vous pouvez replacer la gouverne au neutre et le nez de l'appareil doit continuer à pointer dans la direction que vous suivez. Je vous ferai part ultérieurement des situations dans lesquelles il est nécessaire de continuer à appuyer sur la pédale du palonnier dans un virage.

Il est évident que si vous n'avez pas de palonnier ou de joystick intégrant cette fonction, vous devrez piloter avec la fonctionnalité de gouverne de direction automatique activée. Il est proprement inutile de désactiver cette fonctionnalité de Flight Simulator 2002 et de laisser l'avion vaciller dans les airs.

Vous vous en êtes bien sorti jusqu'à présent. Pourquoi ne pas passer à la Leçon 2 à présent ? Dans le cours au sol suivant, nous nous élèverons en étudiant les montées. Nous aurons également l'occasion de redescendre sur terre en découvrant comment effectuer une descente.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

Un jour à l'école, la maîtresse m'a demandé de venir au tableau et de nommer les éléments du discours. Je suis donc allé au tableau, me suis retourné et ai répondu calmement : « les lèvres, la langue, les poumons et l'oxygène ». Apparemment, ce n'était pas la réponse qu'elle attendait.

Le discours comporte des composants de base, tout comme l'aviation. Jusqu'à présent, nous avons pratiqué deux des quatre principes de base du pilotage : le vol rectiligne en palier et les virages. Il est temps de s'exercer aux deux autres : les montées et les descentes.

Une des erreurs les plus courantes dans le domaine de l'aviation est de penser que les avions montent par augmentation de la portance. Cela revient à croire que, si vous mettez de la crème adoucissante pour les mains dans le réservoir de l'appareil, vos atterrissages se feront plus en douceur.

Les avions montent par augmentation de la poussée et non par augmentation de la portance. Reprenons l'exemple d'une voiture sur la route pour mieux cerner ce concept.

Une voiture gravissant une côte est similaire à un avion amorçant une montée. La seule différence, c'est que vous (le pilote) choisissez la pente que vous gravissez. Pour ce faire, vous utilisez la gouverne de profondeur dont nous avons déjà parlé.

Sur une route plane, la vitesse maximale de la voiture à plein régime est de 100 km/h (Figure 3-1, voiture A). Lorsque nous gravissons une côte (voiture B), la vitesse baisse à 80 km/h. Une pente encore plus raide fait tomber la vitesse à 60 km/h (voiture C). La puissance limitée du moteur de la voiture ne peut tout simplement pas contrebalancer la traînée produite par la résistance au vent et le poids exerçant une pression vers l'arrière lorsque la pente de la colline augmente, c'est pourquoi la voiture ralentit. Un moteur plus puissant ou une conception aérodynamique offrant moins de résistance au vent sont les seules

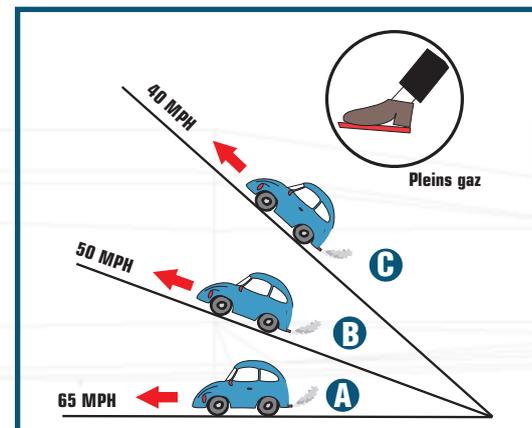


Figure 3-1 Puissance et angle de montée. Même en régime moteur maximal, l'automobile tend à ralentir lorsque la pente devient plus raide

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

options qui pourraient permettre à cette vieille machine fatiguée de gravir plus rapidement la côte.

Cette analyse s'applique également, dans une certaine mesure, à un avion essayant de gravir une colline fictive dans les airs (Figure 3-2). Considérons que la vitesse maximale de notre appareil est égale à 190 km/h en vol rectiligne en palier à plein régime (avion A). (Considérez la manette des gaz d'un avion comme l'accélérateur d'une voiture, à cette exception près que vous contrôlez les gaz avec la main).

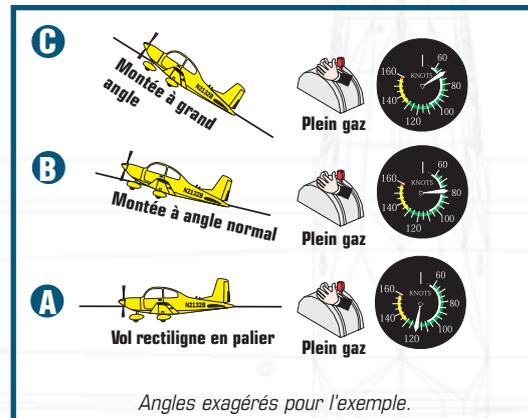


Figure 3-2 Puissance, angle de montée et vitesse. Même en plein gaz (puissance maximale), l'avion ralentit lorsqu'il amorce une pente plus raide. Les pilotes ajustent leur angle de montée (taille de pente) en optant pour une attitude qui leur offre une vitesse de montée spécifique

Vous poussez la manette pour accélérer et la tirez pour décélérer. En tirant légèrement la gouverne de profondeur vers l'arrière, le nez de l'appareil pointe vers le haut (avion B). L'avion gravit ainsi une petite côte, et sa vitesse descend à disons 130 km/h, tout comme celle de la voiture. En essayant de gravir un col plus raide (avion C), la vitesse tombe à 110 km/h. Nous ne pouvons pas gravir la côte que nous avons choisie à plus de 110 km/h car nous n'avons pas la puissance (poussée) nécessaire pour le faire.

Si nous continuons à accentuer l'angle de la montée, notre vitesse continue de décroître, tout comme la vitesse de la voiture. Voici la différence que présente un avion : il doit maintenir une vitesse minimale pour permettre aux ailes de produire la portance nécessaire afin de rester en vol. Vous êtes-vous jamais demandé pourquoi les avions avaient besoin de pistes ? Pour la même raison que les sauteurs en longueur. Les avions (tout comme les sauteurs en longueur) doivent atteindre une certaine vitesse avant de prendre leur envol.

Cette vitesse minimale est appelée vitesse de décrochage. Il s'agit d'une vitesse importante qui change en fonction des variations de poids, du réglage des volets, de la puissance et de l'angle d'inclinaison. Elle varie également d'un appareil à l'autre (inutile de vous inquiéter car je vous montrerai comment reconnaître les

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

situations de décrochage). Tant que l'appareil conserve une vitesse supérieure à sa vitesse de décrochage, une portance suffisante est produite pour contrebalancer le poids de l'appareil : il peut alors voler.

Si la vitesse de décrochage de l'avion C (Figure 3-2) est de 100 km/h, le fait d'effectuer une montée selon une pente légèrement plus forte entraîne une réduction de la portance, qui devient insuffisante pour maintenir l'appareil en vol. Nous appelons cette situation le décrochage. Lorsque vous expérimentez vos instincts primaires en poussant des « Oh ! », des « Aïe ! » et des « Ahhhhh ! », ou vous vous dites que vous auriez bien besoin d'une séance de yoga. Inutile de vous dire que dans un véritable appareil, les passagers vous entendant hurler de la sorte n'auront plus du tout envie de voler en votre compagnie. C'est pourquoi la leçon suivante est entièrement consacrée aux décrochages et à la manière de les réussir (intentionnellement, bien sûr). Les instructeurs sont dotés de filtres biologiques spéciaux qui les empêchent de pousser ces cris dans les rares occasions où vous effectuez involontairement un décrochage. C'est pourquoi on les appelle instructeurs certifiés.

Vous devez savoir que les appareils de forte puissance (tels que les avions de chasse) peuvent monter selon des pentes fortes

mais que ceux de puissance limitée doivent impérativement monter selon des pentes plus faibles.

En sachant que c'est l'augmentation de la poussée et non de la portance des ailes qui est responsable de la montée, vous pouvez tirer des conclusions importantes. Par exemple, tout élément entraînant une baisse de la puissance du moteur vous empêche d'atteindre votre vitesse ascensionnelle maximale. Parmi ces éléments, il faut noter les altitudes et températures élevées. Une faible puissance s'explique également par l'absence des pleins gaz pour effectuer une montée, mais cela va de soi n'est-ce pas ?

À ce stade, vous devriez vous poser une question importante. Je ne fais pas allusion aux questions existentielles du type « Quel bruit un cylindre en feu produit-il ? » ou « Si un avion fait un atterrissage forcé sur une forêt et qu'il n'y a personne aux environs, peut-on dire qu'il produit un bruit ? » La question que vous devez vous poser est la suivante : comment déterminer le degré approprié de la pente que mon appareil doit gravir ? Voyons cela.

Tout appareil a une attitude ascensionnelle spécifique (degré de la pente) offrant les performances de montée optimales tout en maintenant l'appareil au-dessus de sa vitesse de décrochage. Vous pouvez déterminer l'attitude ascensionnelle adaptée à votre appareil à l'aide de l'indicateur de vitesse.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

Lorsque vous êtes en régime ascensionnel (généralement pleins gaz dans les petits avions), vous réglez l'assiette jusqu'à ce que l'indicateur de vitesse indique la vitesse ascensionnelle adéquate. Dans le Cessna 172, nous fixerons la vitesse à 75 nœuds pour effectuer toutes nos montées. Mais il arrive parfois que les pilotes effectuent des montées à plus de 75 nœuds. Ce n'est pas parce qu'ils sont pressés, mais parce qu'ils bénéficient d'une meilleure visibilité.

Si vous relevez le nez de l'appareil, vous ralentissez ; si vous l'abaissez, vous accélérez. La position que vous adoptez (c'est-à-dire l'attitude définie ou le degré de la pente choisi) détermine la variation de l'aiguille de l'indicateur de vitesse. Contrairement à ce qui se passe sur le plancher des vaches, les pilotes déterminent le degré de la pente fictive dans l'air (dans une certaine mesure, bien entendu !). Avec un peu d'expérience, vous serez en mesure de déterminer le degré correct de cette pente (la position du nez) en regardant par la fenêtre au lieu d'observer uniquement l'indicateur de vitesse.

Lorsque j'apprenais à piloter, il me semblait qu'une vitesse spécifique correspondait à l'emplacement du cadran sur lequel l'aiguille ne pointait jamais. Je n'étais pas très doué en matière de coordination lorsque j'étais

jeune. Mes réflexes étaient si lents que j'ai failli me faire renverser par une voiture poussée par deux types. Je suis la preuve vivante qu'une personne peut devenir un pilote compétent sans avoir la coordination et les réflexes d'un gymnaste olympique de 13 ans.

Les descentes

Alors que la puissance du moteur permet à une voiture de gravir une côte, la gravité la tire vers le bas. Si vous relâchez l'accélérateur, la vitesse de descente de la voiture est déterminée par le degré de la pente qu'elle descend. Plus le degré de la pente est élevé, plus la vitesse augmente. Si ce degré baisse, la vitesse décroît. Si la pente devient trop faible, vous devez accélérer pour conserver une vitesse suffisante pour descendre.

Les appareils peuvent également descendre une pente fictive au ralenti (Figure 3-3). Abaissez simplement le nez de l'appareil pour vous placer en position de ce qui semble être un vol libre (cela n'en est pas un, mais ne rentrons pas dans les détails). Vous pouvez régler la position de piqué à l'aide de la gouverne de profondeur afin de réduire la vitesse (de manière raisonnable).

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES



Figure 3-3 Appareil en descente

Vous avez maintenant la réponse à une question que tout passager vous posera ou aura envie de vous poser lorsqu'il montera dans votre appareil pour la première fois : « Que se passe-t-il si le moteur tombe en panne ? » L'appareil se transforme en planeur, et non en pierre.

Contrairement aux montées, vous pouvez adopter une vitesse comprise dans une large fourchette pour effectuer une descente. Il faut cependant prendre en compte plusieurs facteurs, tels que la visibilité, le refroidissement du moteur et les effets structuraux des turbulences sur le fuselage. (Tous ces éléments sont présentés en détail dans le *Manuel du pilote privé* disponible sur mon site Web. Vous pouvez y accéder directement à partir de la page Bibliothèque & Aide de Flight Simulator 2002.)

Mais au cours de la dernière portion de l'approche d'atterrissage (appelée approche

finale), vous devez conserver une vitesse spécifique. Généralement, cette vitesse se situe au moins 30 % au-dessus de la vitesse de décrochage de l'appareil. Lorsque vous vous apprêtez à toucher la piste, une vitesse excessive ou des forces inégales rendent souvent difficile l'atterrissage en douceur (c'est également pour cela que les pilotes se moquent gentiment les uns des autres).

Il est maintenant temps de comprendre comment effectuer des montées et des descentes de l'intérieur du cockpit.

Amorcer une montée

Il n'est pas amusant de piloter uniquement en paroles et sans agir. Jetons donc un coup d'œil aux actions entrant dans le mécanisme de la montée. Imaginons que vous êtes en vol rectiligne en palier et que votre appareil est en vitesse de croisière à 100 nœuds. Pour amorcer une montée, vous devez relever le nez de l'appareil tout en augmentant la vitesse ascensionnelle. Après tout, il est préférable de faire monter l'appareil dans les airs aussi vite que possible (dans les limites du raisonnable) pour profiter des vents favorables et d'une meilleure vue (entre autres choses). Dans le Cessna 172, vous mettez toujours les pleins gaz pour effectuer une montée. Vous cabrez ensuite l'appareil pour le maintenir dans cette attitude.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

Dès que vous commencerez à relever le nez, vous remarquerez que la vitesse chute et que le variomètre indique une montée. C'est la preuve que vous effectuez une montée. Lorsque les personnes au sol commenceront à ressembler à des fourmis, cela constituera une preuve complémentaire (à moins que vous n'observiez effectivement des fourmis).

La figure 3-4 montre l'appareil montant à une vitesse de 85 nœuds au rythme de 500 pieds par minute.



Figure 3-4

Vous vous élevez

Les ingénieurs nous disent que la vitesse ascensionnelle optimale de notre Cessna 172 est de 74 nœuds. L'avion de la figure 3-4 volant à 85 nœuds, comment le faire ralentir pour atteindre 74 nœuds tout en continuant à monter à plein régime ?

Il convient de relever le nez de l'appareil (augmenter le degré de la pente fictive que vous gravissez) afin d'augmenter légèrement l'attitude ascensionnelle. Maintenez-le dans cette position et observez l'indicateur de vitesse. Réglez légèrement l'assiette jusqu'à ce que l'indicateur de vitesse indique 74 nœuds (75 convient également). Soyez patient. L'inertie de l'appareil empêche de modifier la vitesse instantanément lorsque vous réglez l'inclinaison.

Pour conserver une vitesse ascensionnelle de 75 nœuds, l'inclinaison doit être de l'ordre de 13 degrés sur l'horizon artificiel, tel qu'indiqué à la figure 3-5. C'est l'instrument que nous utiliserons pour le moment pour connaître l'attitude et l'inclinaison car il est difficile d'observer l'horizon réel au-dessus du tableau de bord dans un simulateur de vol. Les lignes de calibration verticale de l'horizon artificiel sont espacées de cinq degrés, de sorte

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

que vous lirez (de bas en haut) 5, 10, 15 et 20 degrés d'inclinaison. Une inclinaison de 13 degrés est indiquée juste en dessous de la troisième ligne en partant du bas.



Figure 3-5

Bien entendu, l'inclinaison peut légèrement varier. Tout ce qui compte, c'est que vous adoptiez la bonne inclinaison qui vous permet d'atteindre la vitesse ascensionnelle recherchée.

Voulez-vous valser ?

Vous savez maintenant comment faire monter un avion. La prochaine fois que vous voudrez effectuer une montée, suivez cette procédure : relevez le nez de l'appareil selon une inclinaison de

13 degrés environ sur l'horizon artificiel, mettez les pleins gaz et réglez l'assiette pour conserver cette attitude. C'est aussi simple que ça. Réglez ensuite légèrement l'assiette (d'un degré ou deux) afin d'atteindre la vitesse souhaitée. Considérez la montée comme une valse à trois temps. Pensez : un, deux, trois, un, deux, trois, soit attitude, puissance, assiette (malheureusement, lorsque je danse la valse, je n'arrête pas de dire « Oh excusez-moi, je vous ai encore marché sur le pied ! »). Modifiez l'attitude, réglez la puissance et équilibrez l'appareil une fois qu'il est stabilisé dans sa nouvelle attitude de vol.

Vous pouvez bien entendu décider de monter à une vitesse légèrement supérieure. Ainsi, il est souvent plus facile de regarder au-dessus du tableau de bord (pour repérer et éviter les autres appareils). Lorsqu'il n'est pas nécessaire de gagner rapidement de l'altitude, définissez la vitesse qui vous permet d'adopter une bonne vitesse ascensionnelle et de disposer d'une vue raisonnable au-dessus du tableau de bord.

Tout ce qui monte...

Si vous continuez à monter, vous ne quitterez peut-être pas l'atmosphère, mais vous devez tout de même savoir comment redescendre.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

Considérez la descente en avion comme la descente d'une côte en voiture. Tout d'abord, lorsque la voiture descend une pente raide, vous relâchez l'accélérateur et descendez en roue libre. Le degré de la pente détermine la vitesse du véhicule. Lorsque vous descendez une pente raide, la vitesse augmente, alors que sur une pente faible, elle décroît. C'est la même chose dans un avion.

La figure 3-6 montre un avion au point mort. On peut considérer que, d'une certaine façon, l'avion descend en roue libre. La vitesse s'est stabilisée à 80 nœuds dans cette figure. Modifions maintenant le degré de la pente.



Figure 3-6

Une modification de l'inclinaison entraîne une variation de la vitesse

Voyons comment une petite modification de l'inclinaison affecte la vitesse. Sans toucher à l'assiette, si vous abaissez légèrement le nez de l'appareil (pour augmenter la pente), vous adoptez l'attitude produisant une vitesse indiquée de 90 nœuds. Pour ce faire, observez l'horizon artificiel. En réglant légèrement l'assiette (peut-être un demi-degré, un degré ou même deux degrés) et en la maintenant, vous remarquerez que la vitesse augmente.

Ensuite, l'indicateur de vitesse lira 90 nœuds et l'horizon artificiel indiquera une inclinaison similaire à celle présentée à la figure 3-7. Si vous souhaitez effectuer une descente à cette vitesse, équilibrez l'appareil pour conserver cette attitude.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES



Figure 3-7

Si vous relevez le nez de l'appareil (pour diminuer la pente), vous adopteriez une attitude produisant une vitesse indiquée de 70 nœuds. La figure 3-8 montre l'attitude nécessaire pour produire cette vitesse.



Figure 3-8

Voici comment contrôler la vitesse au cours d'une descente. Il vous faut relever ou abaisser le nez de l'appareil à l'aide de la calibration verticale de l'horizon artificiel. Effectuez une modification mineure et observez le résultat. N'oubliez pas d'être patient car la vitesse de l'appareil est modifiée lentement.

Il est important de contrôler la vitesse en réglant l'assiette de cette manière, particulièrement lorsque vous vous apprêtez à atterrir. Après tout, vous devrez voler à différentes vitesses lorsque vous effectuerez votre approche d'atterrissage.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

En réglant l'assiette, vous pouvez effectuer une descente à n'importe quelle vitesse. Il faut simplement vous souvenir d'équilibrer l'appareil pour le maintenir dans l'attitude souhaitée à la vitesse souhaitée.

Voici enfin un petit secret que seuls les pilotes confirmés semblent connaître. Lorsque l'appareil est correctement équilibré à une vitesse spécifique, il doit conserver cette vitesse même si vous faites varier la puissance (plusieurs facteurs entrant en jeu, la vitesse peut varier très légèrement). Il s'agit d'un concept important si vous y réfléchissez. Si vous vous apprêtez à atterrir et que l'avion est équilibré à une vitesse spécifique, il vous suffit de régler la puissance pour conserver la pente de descente (ou glide) choisie. En d'autres termes, l'appareil doit conserver la vitesse indiquée lors du dernier équilibrage. D'accord, vous m'avez convaincu. Parlons un peu de la modification de la vitesse de descente.

Modification de la vitesse de descente

Que faire si vous souhaitez descendre à la même vitesse mais à une vitesse de descente inférieure (valeur moins élevée du variomètre) ? Et bien, voici l'occasion d'utiliser votre puissance. (Je parle de celle du moteur. Nous ne traiterons pas de la domination du monde aujourd'hui !) La puissance a un effet direct sur la vitesse de descente.

À 80 nœuds, au point mort, l'appareil descend à près de 700 pieds/minute (Figure 3-9). Supposons par exemple que vous êtes en approche d'atterrissage et que vous devez réduire votre vitesse de descente pour éviter de vous poser hors de la piste. Que faire ?



Figure 3-9

Augmentez la puissance pour atteindre disons 2 100 tours/minute et réglez légèrement l'assiette pour rester à une vitesse de 80 nœuds. Rééquilibrez à nouveau l'appareil si nécessaire.

Vos instruments doivent correspondre à ceux de la figure 3-10. En augmentant ainsi légèrement la puissance, l'appareil descend à 300 pieds/minute. Bien entendu, si vous

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

augmentez la puissance, l'appareil cesse de descendre. Si vous augmentez encore la puissance, l'appareil passe en vol en palier ou amorce une montée à 80 nœuds.



Figure 3-10

À ce stade de formation, il est temps de faire le point sur la manière de contrôler l'appareil. La puissance (manette des gaz) vous permet d'ajuster la vitesse de descente (indiquée par le variomètre). L'assiette de l'appareil (contrôlée à l'aide du joystick) vous permet de conserver une vitesse spécifique. Au cours d'une montée, vous utiliserez toujours la puissance maximale autorisée (généralement les pleins gaz) tout en réglant l'assiette à l'aide du joystick selon la vitesse souhaitée.

Vous connaissez maintenant la procédure à suivre pour effectuer des montées et des descentes. Combinons ces aptitudes avec celles que vous avez acquises dans le cadre du cours au sol 2.

Des virages en montée

Supposons que nous souhaitions associer les montées et les descentes avec les virages. Voyons plus particulièrement comment amorcer un virage à droite à 20 degrés d'inclinaison au cours d'une montée, puis repasser en vol rectiligne en palier. Voici comment procéder.

Tout d'abord, effectuez la montée. Relevez le nez à 13 degrés d'inclinaison, comme indiqué à la figure 3-11, mettez les pleins gaz et équilibrez l'appareil. Virez ensuite selon l'inclinaison souhaitée. L'astuce consiste à utiliser la boule orange de l'horizon artificiel comme référence d'inclinaison. Les ailes oranges n'étant pas alignées sur l'horizon, utilisez la boule orange pour connaître la pente, et l'aiguille orange de l'horizon artificiel comme référence d'inclinaison.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES



Figure 3-11

Au cours d'une montée (mais également d'une descente), il est préférable de repasser en vol en palier lorsque votre altitude se situe dans une marge de 50 pieds de l'altitude souhaitée. Une marge de 50 pieds permet d'éviter de dépasser l'altitude cible. Si vous souhaitez vous maintenir à 4 000 pieds, repassez en vol en palier lorsque l'altimètre indique 3 950. À ce stade, vous devez abaisser le nez de l'appareil et repasser en vol rectiligne en palier.

Oui, les gaz sont toujours au maximum, et c'est ainsi qu'il faut procéder. Laissons l'appareil accélérer pour atteindre sa vitesse de croisière (à moins que vous ne souhaitiez voler à une vitesse plus faible). Réduisez ensuite la puissance à une valeur d'environ 2 200 tours/minutes.

Une fois la vitesse stabilisée, équilibrez l'appareil en fonction de cette nouvelle attitude, comme indiqué à la figure 3-12.



Figure 3-12

Voici la procédure à respecter. Croyez-moi si vous voulez, mais ce n'est pas nécessairement une manœuvre simple. Rappelez-vous que le secret pour passer d'une attitude à une autre (passer d'un vol rectiligne en palier à une montée, par exemple) est le même que pour la valse : attitude, puissance et assiette. Vous ajustez l'attitude selon une valeur connue qui place votre appareil en position de montée (13 degrés pour une montée à 80 nœuds). Vous ajustez ensuite la puissance (vous montez à plein régime dans cet appareil). Enfin, vous réglez l'assiette pour conserver cette

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

attitude. La formule attitude-puissance-assiette constitue le secret lors de tout changement d'inclinaison.

Des virages en descente

Supposons que vous êtes à 4 000 pieds et que vous souhaitez descendre à 2 500 pieds en effectuant un virage à gauche à 20 degrés d'inclinaison. Pour corser un peu les choses, effectuez cette manœuvre à une vitesse de 90 nœuds. Voici comment procéder.

Tout d'abord, amorcez un virage à gauche à 20 degrés d'inclinaison.

Réduisez ensuite la puissance pour passer en régime de ralenti.

Abaissez ensuite le nez de l'appareil afin d'adopter une attitude susceptible de vous faire atteindre une vitesse de 90 nœuds. (Vus remarquerez que, lorsque vous réduisez la puissance, le nez tend à s'abaisser automatiquement ; vous devrez ainsi certainement tirer légèrement le joystick vers vous pour éviter de voir l'appareil descendre trop rapidement.) 3 degrés d'inclinaison positive vous donnant une vitesse de 80 nœuds, vous atteindrez peut-être 90 nœuds à une inclinaison positive d'un degré (soit une attitude légèrement inférieure). N'oubliez pas qu'étant dans un virage, vous utilisez la boule orange de l'horizon artificiel comme référence de pente, comme indiqué à la figure 3-13.

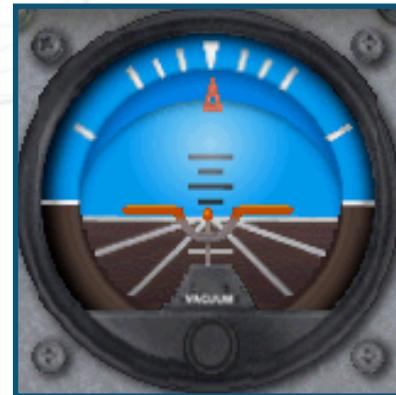


Figure 3-13

Lorsque vous serez à 2 550 pieds (soit 50 pieds au-dessus de 2 500), repassez en vol rectiligne en palier.

Augmentez ensuite la puissance pour atteindre la vitesse de croisière fixée à 2 300 tours/minute, et équilibrez l'appareil lorsque la vitesse se stabilisera. Attitude, puissance et assiette, c'est bien compris ?

Vous savez maintenant comment effectuer des montées, des virages et des descentes, et vous maintenir en vol rectiligne en palier. Parfait, vous avez acquis les bases du pilotage. Maintenant, vous avez besoin d'un peu d'entraînement. Je vous laisse donc suivre la Leçon 3.

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES



Figure 3-14

Vous avez appris les notions de base permettant de déplacer un appareil dans les airs. La prochaine étape consiste à apprendre les détails vous permettant de le poser sur la piste. D'ailleurs, le cours au sol suivant traite du vol lent, à des vitesses que vous adopterez lors d'une approche d'atterrissage.

La figure 3-14 montre un altimètre type installé dans la plupart des appareils. Il comporte trois aiguilles, ce qui correspond au nombre de mains que vous souhaiteriez parfois avoir lorsque vous avez trop de choses à faire

La lecture de l'altimètre est similaire à celle d'une montre. En disant cela, je m'avance avec précaution car je sais que nombre de lecteurs ont grandi avec des montres à quartz et qu'ils ne savent pas quelle heure il est lorsque la petite main de Mickey est sur le 3 et sa grande main sur le 12. Certains ignorent même dans quel sens les mains de Mickey tournent.

dans le cockpit. L'aiguille la plus courte pointe sur des chiffres représentant l'altitude de l'appareil en dizaines de milliers de pieds. L'aiguille moyenne et plus large représente l'altitude en milliers de pieds. L'aiguille longue et fine représente l'altitude de l'appareil en centaines de pieds.

Pour lire l'altimètre, la manière la plus simple est de procéder comme s'il s'agissait d'une horloge. Par exemple, si l'altimètre A de la figure 3-14 était une horloge, quelle heure indiquerait-il ? 3 heures, exact. Comme il ne s'agit pas d'une horloge, l'altimètre A indique une altitude de 3 000 pieds. La longue aiguille (celle des centaines) pointe sur zéro centaine de pieds et la moyenne (celle des milliers) sur 3 000 pieds.

Si l'altimètre B était une horloge, quelle heure indiquerait-il ? Il indiquerait 3h30 (trois heures et demi). S'agissant d'un

COURS AU SOL 3 : LES MONTÉES

altimètre, il indique trois mille et demi, soit 3 500 pieds. La longue aiguille (celle des centaines) pointe sur 500 pieds et la moyenne (celle des milliers) entre 3 000 et 4 000 pieds. L'altitude est donc égale à 3 000 pieds plus 500 pieds (3 500 pieds).

Si l'altimètre C était une horloge, quelle heure indiquerait-il ? On dirait qu'il est environ sept heures moins le quart. Plus précisément, la longue aiguille (celle des centaines) indique 800 pieds et la moyenne (celle des milliers) pointe timidement sur 7 000 pieds. L'altimètre indique donc 6 000 pieds plus 800 pieds (6 800 pieds). Ce n'est pas trop compliqué, n'est-ce pas ?

Essayez de lire l'altimètre D comme s'il s'agissait d'une horloge. Quelle heure est-il ? C'est exact, on dirait qu'il est 3h00, mais observez plus attentivement la plus petite aiguille (celle des dizaines de milliers). Elle pointe légèrement après la valeur 1, ce qui signifie que vous devez ajouter 10 000 pieds à la valeur indiquée par les aiguilles longue et moyenne de l'altimètre. L'altimètre D indique donc une altitude de 13 000 pieds.

La roue à hélices des enfants tourne car l'air souffle dedans. Au cas où vous ne l'auriez pas remarqué, les hélices d'un avion ne sont rien de plus que des grosses roues à hélices pour grands enfants. L'effet de la roue à hélices est à l'origine des valeurs du compte-tours qui varient en fonction de la modification de la vitesse-air. Ainsi, à chaque fois que vous touchez à la manette des gaz, l'indication du compte-tours varie en fonction de la vitesse-air de l'appareil. Pourquoi ? L'hélice réagit aux variations de la vitesse-air tout comme une roue à hélices aux variations du vent. Cela fait artificiellement tourner l'hélice vite ou l'empêche de tourner à son plus haut potentiel tant que la vitesse n'est pas stabilisée. Vous devez donc souvent redéfinir le compte-tours une fois ou deux afin de d'obtenir le paramètre souhaité. L'effet de la roue à hélices est associé aux hélices à pas fixe (du type de l'appareil simulé). Vous en saurez bientôt davantage sur les hélices à vitesse constante qui modifient leur inclinaison pour conserver une vitesse spécifique.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Je vous propose un marché : je vous mets à bord d'un avion qui peut voler à 120 nœuds, c'est-à-dire deux fois plus vite que les voitures qui circulent en bas, sur l'autoroute, et je vous demande une seule chose : voler le plus lentement possible. Cela vous semble raisonnable, n'est-ce pas ? Sachez que ça ne l'est pas vraiment. C'est un peu comme si on demandait au pilote d'une voiture de course des 24 Heures du Mans de rester en première vitesse. Toutefois, ma demande n'est pas dénuée de fondement.

Le vol lent est l'exercice par excellence pour vous préparer au moment le plus fort de l'aéronautique : l'atterrissage. Vous n'avez probablement pas l'intention d'atterrir en conservant votre vitesse de croisière ; en effet, les avions n'ont pas été conçus pour manœuvrer sur le plancher des vaches à des telles vitesses. Et je suppose que vous ne désirez pas laisser la gomme de vos pneus sur la piste, n'est-ce pas ? (S'il s'agit bien évidemment d'une plaisanterie, elle n'est pas très éloignée de la réalité.) En général, plus la vitesse est lente à l'atterrissage, plus il est facile de contrôler l'avion sur la piste.

En outre, les avions ne peuvent voler trop lentement sous peine de perdre leur sustentation et d'amorcer une chute (comme nous le verrons plus tard, ce phénomène, dénommé décrochage, n'est pas imputable à un arrêt du moteur).

C'est pour ces diverses raisons que je voudrais que vous soyez à l'aise lorsque vous volez à faible vitesse ; par ailleurs, cela vous permettra de savoir d'où vient le danger. De surcroît, comme vous finirez sans doute par le découvrir, il est parfois nécessaire de suivre des avions plus lents. Vous devez apprendre à adapter votre vitesse relative pour éviter de leur raser les plumes à l'arrière. Il ne s'agit là que de quelques-unes des raisons pour lesquelles nous nous entraînons à voler lentement. Cette manœuvre est importante. Commençons par étudier l'émergence de la portance au niveau des ailes de l'avion.

L'aile et ses composantes

Définition de l'aile

Voici de nombreuses années, à l'école de pilotage, mon instructeur me demandait de définir le mot « aile » et d'en préciser l'origine. J'avais répondu : « Je crois que c'est un mot chinois qui signifie le bras d'un oiseau ». Elle marmonna quelque chose à propos d'animaux qui dévoraient leur nichée et alla vérifier la signification du mot dans le dictionnaire. Il y était défini comme « une paire d'appendices mobiles destinés au vol ». Elle me regarda avant d'ajouter : « Alors, qu'est-ce que cela évoque pour vous ? » Je répondis « Eh bien, Madame, cela me fait penser au bras d'un oiseau ». Notre seul point d'accord était que nous n'étions pas d'accord, même si j'avais raison.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

L'aile se compose de plusieurs parties distinctes : l'extrados, l'intrados, le bord d'attaque, le bord de fuite et la corde de référence (figure 4-1).

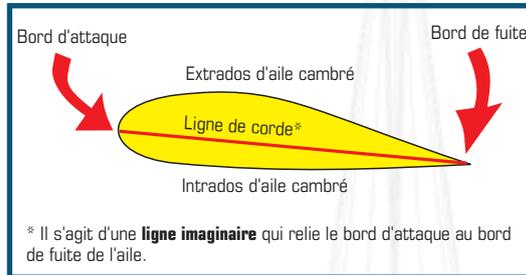


Figure 4-1 Les cinq éléments qui composent l'aile.

Vous remarquerez que la courbure de l'extrados (la partie supérieure de l'aile) semble plus prononcée que celle de l'intrados. Ceci n'est pas fortuit. En fait, cette caractéristique a tellement d'importance que nous allons devoir en parler en détail d'ici peu.

Le seul terme dont la définition ne tombe probablement pas sous le sens est la « corde de référence ». Il s'agit d'une ligne imaginaire qui relie le bord d'attaque au bord de fuite. Croyez-moi sur parole, l'aile ne renferme aucune corde de ce type. Cette corde est aussi fictive que les flèches représentant les quatre forces. Lorsque le vendeur d'un magasin de chaussures pointe votre pied du doigt en disant « Votre orteil

se trouve là », vous avez envie de lui répondre : « Merci, je le cherchais justement ». En fait, il vous indique simplement l'emplacement de quelque chose qui n'est pas directement visible. La corde de référence joue un rôle analogue. Il est difficile de déterminer l'orientation de l'aile en raison de la convexité de ses faces. Or, comme les ingénieurs détestent l'incertitude, ils se sont mis d'accord pour représenter la forme générale d'une aile à l'aide d'une corde de référence.

Fonctionnement de l'aile

Pour appréhender la portance, vous devez visualiser le comportement de l'aile dans l'air: Les ingénieurs en aéronautique disent que l'aile entre en contact avec l'air (ou attaque l'air) avec un angle spécifique. Cette action se produit de la même manière qu'un pit-bull qui attaque le facteur en montrant ses crocs. Quelle partie de l'aile a pour fonction d'attaquer l'air ? Est-ce le bord d'attaque ? Est-ce le bord de fuite ? Est-ce la face inférieure de l'aile ? C'est à ce stade que la définition de la corde de référence prend tout son intérêt.

Étant donné qu'il existe des ailes de toutes dimensions et de toutes formes (à l'instar des pilotes...), il est parfois difficile de déterminer avec certitude le point de l'aile qui entre en contact avec l'air, de même que les modalités de cette rencontre.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Heureusement, la corde sert généralement de référence pour indiquer la forme de l'aile. Lorsque j'affirme que le flux d'air arrive sur l'aile avec un angle de 18 degrés, cela revient à dire que l'angle formé par le flux d'air et la corde de référence est de 18 degrés (figure 4-2). Cette distinction, apparemment banale, est aussi importante pour l'ingénieur que les pantalons moulants pour le matador. Il ne nous reste plus qu'une seule définition à assimiler avant de comprendre les secrets de la portance. Cette définition concerne le vent relatif (ce terme ne fait pas référence à un oncle capable de raconter de longues histoires sans reprendre son souffle).

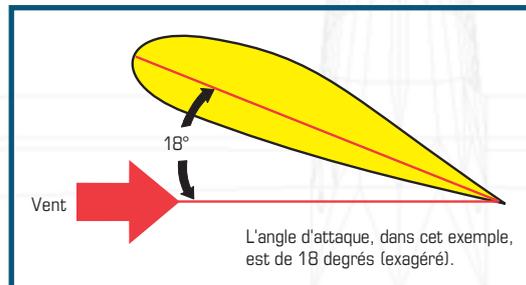


Figure 4-2 Angle d'attaque. L'angle d'attaque est l'angle formé entre la ligne de corde et le vent relatif (c'est-à-dire le vent qui souffle sur l'aile).

Le vent relatif (ou vent apparent)

Le déplacement d'un avion provoque un déplacement de l'air sur l'aile. Ce flux d'air est appelé « vent relatif » car il se produit par rapport au déplacement (ou en résulte). Par exemple, dans la figure 4-3, le coureur sent le vent sur son visage indépendamment de la direction dans laquelle il se dirige ; ce flux d'air (de force égale et de direction opposée à son déplacement) est relatif par rapport à son déplacement.

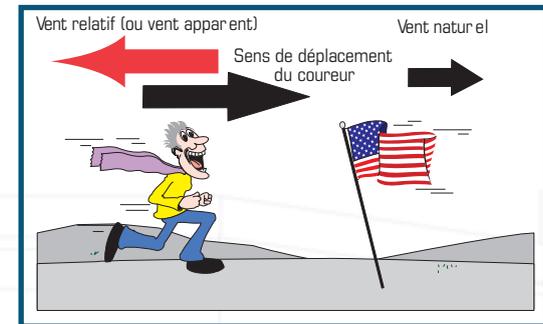


Figure 4-3 Vent relatif. Le vent relatif est le vent résultant d'un objet en mouvement. Malgré un vent venant par l'arrière, un coureur sentira un vent de face, du fait de son déplacement en course. Le vent relatif est proportionnel (opposé et de force égale) au mouvement d'un objet.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Le vent relatif est un flux d'air engendré par un déplacement. Pour illustrer ce point, sortez votre main par la fenêtre d'une voiture en mouvement (en gardant le reste du corps à l'intérieur, s'il vous plaît). Vous sentirez un déplacement d'air dans la direction opposée à celle de la voiture. Si vous conduisez une voiture en marche arrière sur l'autoroute, vous sentirez le vent venir de l'arrière (par ailleurs, vous entendrez de nombreux coups d'avertisseur et vous risquez d'attirer l'attention de la police). Le vent relatif est causé par un déplacement d'air et s'exerce, avec la même force, dans le sens opposé de l'avion.

L'avion A de la figure 4-4, par exemple, se déplace vers l'avant ; le flux d'air entre en contact avec son nez. S'il se déplace vers le sommet ou le bas d'une colline, le flux continuera à souffler sur son nez (avions B et C). Si l'avion tombe, le flux d'air est en contact avec son ventre (avion D). Dans le cas de l'avion D, le flux d'air se déplace vers le bas du fuselage, indépendamment de son inclinaison.

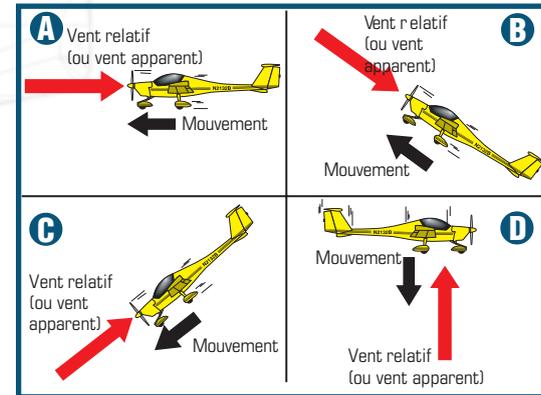


Figure 4-4 Toutes les illustrations montrent que le vent relatif est opposé et de force égale au mouvement de l'appareil.

Le vent relatif souffle de la direction opposée au sens de déplacement de l'avion, indépendamment de l'orientation de ce dernier. Le point suivant est tellement important que je vous invite à vous boucher une oreille. Si, si ! Faites-le avant de poursuivre la lecture ! De cette façon, je serai sûr que l'information n'entrera pas par une oreille pour sortir par l'autre. Il importe de vous rappeler un principe essentiel : le vent relatif est indépendant de la direction vers laquelle est orienté le nez de l'avion. Le vent relatif est de direction opposée et de force égale à la vitesse de l'avion. À présent, examinons comment l'aile fend l'air et produit la portance.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

L'attaque de l'air

Certaines personnes pratiquent la chasse comme un sport (même si l'adversaire ignore qu'il y participe). La chasse aux animaux suppose que le chasseur pointe son arme vers sa proie avec précision. Le chasseur regarde dans le viseur et voit la trajectoire de la balle. A la différence d'un fusil (ou d'une voiture), la pente de montée verticale d'un avion est distincte de son inclinaison (la direction vers laquelle pointe l'avant de l'avion). Vous vous rappelez cette tour de 230 m en bout de piste ? Si, au décollage, vous orientez votre avion vers un point situé légèrement au-dessus de cet obstacle (comme avec un viseur), il est peu probable que vous le franchissiez. Vous ne risquez pas non plus de franchir le cordon que les pompiers auront mis en place autour de la tour pour vous convaincre de sauter ! N'oubliez pas que les avions peu puissants ont une pente de montée moins raide que les avions de chasse.

Il convient de bien comprendre ce principe fondamental (bouchez-vous à nouveau une oreille) : l'inclinaison du nez de l'avion (et par conséquent, de l'aile) peut être différente de la pente de montée. Le degré d'inclinaison de l'aile et sa pente de montée forment un angle (vous verrez bientôt pourquoi). Rappelez-vous que le vent relatif est toujours de vitesse égale et de direction

opposée à la trajectoire de vol ; pour être plus précis, nous dirons qu'il existe un angle entre la corde de référence et le vent relatif. Cet angle est connu sous le nom « d'angle d'attaque » (Figure 4-5).

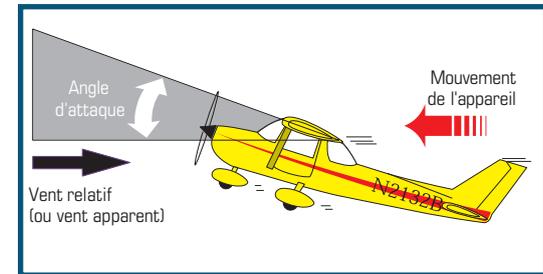
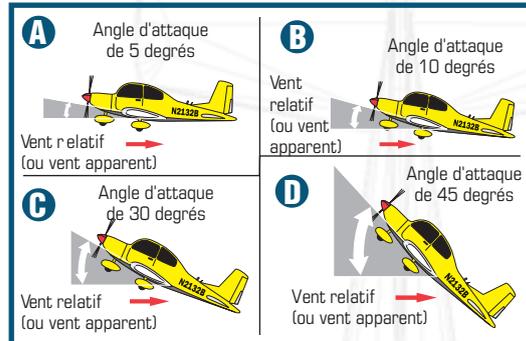


Figure 4-6 Angle d'attaque. Apparition de la portance.

La figure 4-6 représente l'aile (corde de référence) d'un avion A formant un angle de 5 degrés par rapport à la direction du vent relatif. On dira plus communément que l'angle d'attaque de l'aile est de 5°. Les avions B, C et D sont respectivement représentés avec des angles d'attaque de 10 degrés, 30 degrés et 45 degrés. L'angle d'attaque sera d'autant plus grand que l'écart entre l'aile et le vent relatif sera important. Par ailleurs, comme vous allez bientôt l'apprendre, la portance d'une aile est directement liée à son angle d'attaque.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT



L'aile est une trancheuse d'air par excellence. Aussi puissante qu'un couteau aiguisé au laser, qu'un sabre de samouraï ou que le tranchant de la main d'un karatéka, l'aile est un instrument de précision destiné à fendre l'air de façon bien spécifique. Les ailes sont construites expressément pour écarter les molécules d'air, pour les séparer de part et d'autre de leur profil et pour offrir le moins de résistance horizontale possible. Toute résistance horizontale a pour effet de ralentir l'aile. Cette résistance dans le plan horizontal est dénommée « traînée » et, dans ce domaine, moins il y en a, mieux on se porte.

La figure 4-7 montre comment la voilure fend l'air avec un angle d'attaque de 10 degrés. Le flux d'air frappe le bord d'attaque de l'aile. Une partie de ce flux est contraint de passer par-dessus la voilure

(un joli nom pour une aile), l'autre partie passant sous celle-ci. La portance est le résultat de l'écoulement de l'air de part et d'autre de l'aile. Examinons d'abord comment le flux d'air produit une partie de la portance totale en frappant la partie inférieure de l'aile.

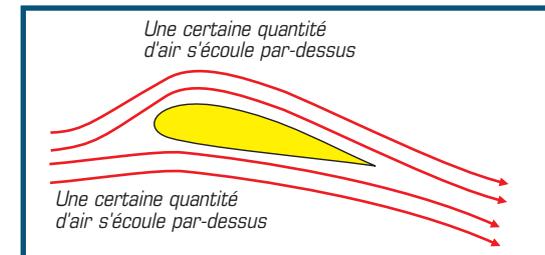


Figure 4-7 Écoulement d'air au-dessus et au-dessous de la surface d'une aile. La portance d'un profil d'aile est générée par l'air s'écoulant au-dessus et au-dessous de cette aile.

Impact et portance

Le fait de passer la main par la fenêtre d'une voiture en mouvement a deux effets : vous réalisez comment une surface relativement plane peut produire de la portance et vous indiquez votre intention de tourner à gauche. La figure 4-8 représente la déviation de l'air vers le bas au contact de votre main.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

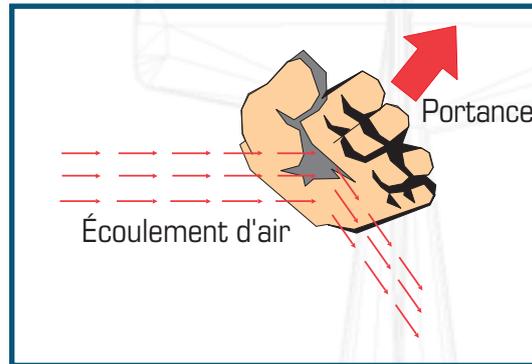


Figure 4-8 Portance d'impact. Le flot d'air frappant la main est dévié vers le bas. Cela transmet à la main une force opposée et de même force, vers le haut. Le choc des molécules d'air crée une forte pression sur la paume de la main.

Selon Isaac Newton, qui était versé dans ce domaine, toute action entraîne une réaction de force égale dans la direction opposée. Le flux d'air dévié vers le bas par la voilure provoque un mouvement (opposé) de l'aile vers le haut. Ce mouvement ascendant est dû à l'énergie d'impact de milliards de minuscules molécules d'air frappant la partie inférieure de l'aile. En outre, cet impact moléculaire entraîne une élévation de la pression au niveau de la surface inférieure de l'aile. L'aile se met à monter, comme si elle était poussée par le bas.

Ce type de portance est parfois appelé « portance de porte de grange » ou portance d'impact. Elle ne contribue généralement qu'à une fraction de la portance totale produite par les ailes ; en d'autres termes, la portance de porte de grange n'est pas suffisante, à elle-seule, pour voler. Dans le cas inverse, on signifierait la présence de portes de grange volantes au lieu d'ovnis dans la région du Midwest.

Une portance à la fois plus discrète et plus puissante est liée à l'écoulement de l'air le long de la face supérieure incurvée de l'aile.

Plier l'air avec une aile

Les Japonais ont inventé l'art du pliage du papier, qu'ils ont dénommé « origami ». Ensuite, ils ont tenté de plier les personnes ; ce fut le « judo ». Toutefois, cet art du pliage des personnes n'a atteint sa perfection qu'avec l'adoption de la « classe Économie » par les compagnies aériennes.

Les avions de ligne (de même que les autres avions) plient autre chose : ils plient l'air à l'aide de leurs ailes. Sans doute le pliage de l'air ne semblait pas suffisamment complexe pour expliquer le vol des avions, c'est pourquoi on lui a donné un nom grec très recherché. On l'appelle l'aérodynamique. Nous dirons, de manière simpliste, que l'aile est un instrument de précision destiné à courber ou à dévier l'air vers le bas.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Comment la déviation de l'air par-dessus l'aile peut-elle produire de la portance ? Penchons-nous sur ce problème.

La figure 4-9 représente la coupe transversale d'une voilure. Examinez attentivement sa forme. Lorsque les angles d'attaque sont peu importants, l'air s'écoulant sur l'aile est courbé (plié) avec une grande précision pour qu'il épouse l'extrados au plus près. En revanche, la face relativement plane de l'intrados courbe à peine l'air qui s'écoule à sa surface. Le flux d'air recourbé (ou dévié) par-dessus l'aile est contraint de parcourir une plus longue distance que le flux plus rectiligne passant sous l'aile. Pour arriver au bord de fuite en même temps que l'air s'écoulant le long de l'intrados et couvrir la plus longue distance, l'air dévié vers l'extrados doit se déplacer plus rapidement (ceci a été démontré scientifiquement par voie empirique).

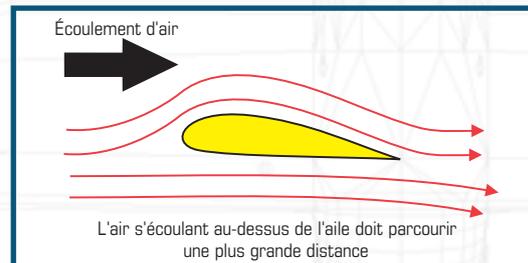


Figure 4-9 Écoulement d'air au-dessus et au-dessous de l'aile, à un faible angle d'attaque. Pour de faibles angles d'attaque, la trajectoire de l'air au-dessus de l'aile est incurvée, alors que la trajectoire de l'air au-dessous de l'aile est relativement rectiligne.

Supposons, par exemple, que vous promeniez votre pit-bull (dénommé Bob) avec une laisse. Vous marchez sur le trottoir, tandis que Bob trotte dans le caniveau (figure 4-10). Bob se trouve nez à nez avec une Volkswagen en stationnement et décide de passer par-dessus plutôt que de la contourner (rappelez-vous, il s'agit d'un pit-bull). Bien évidemment, la distance à couvrir en passant par-dessus la voiture est plus grande que celle que vous devez parcourir sur le trottoir. Bob devra donc suivre son plus long parcours en pressant légèrement le pas, sous peine d'être étranglé par la laisse.

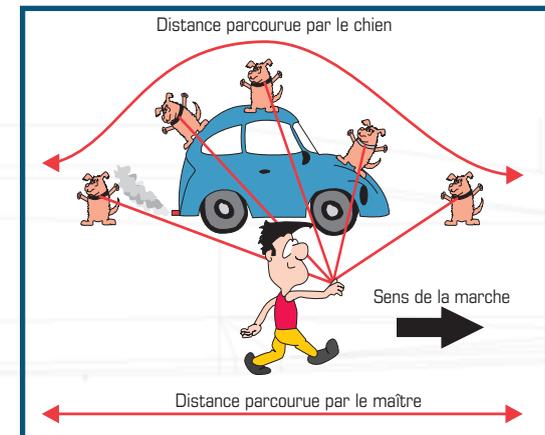


Figure 4-10 Différences entre les longueurs des courbes passant au-dessus et au-dessous de la voiture (idem pour l'aile).

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Avez-vous remarqué qu'il existe une certaine ressemblance entre le profil d'une Volkswagen et celui d'une aile ? Il est incurvé au sommet et plutôt plat à la base. En passant par-dessus l'aile, l'air s'incurve et accélère.

Un phénomène remarquable se produit lorsque, en s'écoulant sur une surface, l'air accroît sa vitesse. Un physicien du nom de Bernoulli a découvert que la pression exercée par l'air sur une surface était d'autant plus faible que la vitesse d'écoulement sur cette surface était rapide. L'écoulement à grande vitesse d'un flux d'air sur l'aile provoque une baisse de pression au niveau de l'extrados. En d'autres termes, la pression au-dessus de l'aile est à présent inférieure à la pression sous l'aile (ne me demandez pas pourquoi !, c'est lié à l'énergie cinétique inhérente au déplacement et l'explication de ce mécanisme vous ferait le même effet qu'une lobotomie). C'est grâce à ce merveilleux phénomène, connu sous le nom de principe de Bernoulli, que nos avions ne ressemblent pas à de gros butoirs très coûteux.

De par leur conception, les ailes possèdent généralement une face supérieure courbe et une face inférieure relativement plane. En raison de sa forme bombée, l'aile renforce la courbure et l'accélération du flux d'air, même à des angles d'attaque

très fermés. Nous obtenons ainsi la portance que nous avons appris à apprécier; notamment si nous estimons qu'un avion est fait pour voler.

Angle d'attaque et création de la portance

Avez-vous remarqué qu'au décollage d'un avion de ligne, lorsque l'appareil a atteint une vitesse minimale, le pilote levait toujours légèrement le nez pour amorcer l'ascension ? Cette phase, appelée rotation ou cabrage, n'a rien à voir avec les pneus de l'avion.

Lorsque l'avion accélère pour décoller, il finit par acquérir une vitesse suffisante pour se mettre en sustentation. Toutefois, à cette vitesse relativement faible, la courbure naturelle de l'aile est incapable de recourber (dévier) suffisamment d'air pour produire la portance nécessaire à l'envol. C'est la raison pour laquelle l'avion ne quitte jamais brusquement le sol comme un criquet qui aurait atterri sur un barbecue. Le pilote doit encore intervenir pour accentuer la courbure de l'air. Le fait de lever légèrement le nez augmente l'angle d'attaque. Sous cette action, l'air est obligé de suivre une courbe plus grande que celle qui peut être produite par le profil naturel de la voilure. Cette phase est illustrée à la figure 4-11.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

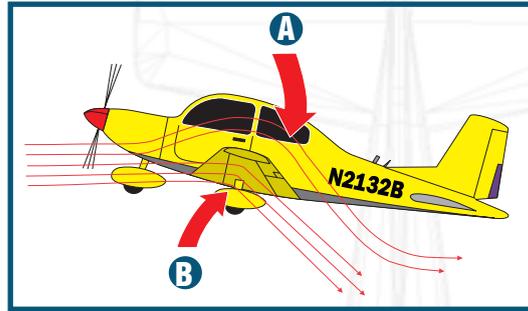


Figure 4-11 Deux formes de portance. Portance provenant de la dépression d'air (A). Pour de forts angles d'attaque, l'écoulement d'air s'incurve au-dessus de la surface de l'aile conçue à cet effet. La portance d'impact au-dessous de l'aile augmente pour de forts angles d'attaque.

Sous l'effet de cette courbure plus importante, l'air accroît sa vitesse pour parcourir la plus grande distance, entraîne une diminution de la pression au-dessus de la voilure et produit la portance nécessaire au décollage, malgré une faible vitesse relative (merci M. Bernoulli !). L'exposition d'une plus grande surface de l'intrados au vent relatif s'accompagne d'un accroissement de la portance d'impact. L'accroissement de l'angle d'attaque permet donc à l'avion de produire la portance requise au décollage à une faible vitesse relative.

Vous savez à présent de quelle manière les voilures produisent la portance requise à de faibles vitesses relatives. Vous avez également compris pourquoi, lors du décollage ou de l'atterrissage à faible vitesse, l'avion semble légèrement cabré. Mais que se passe-t-il aux vitesses relatives plus élevées ? Avez-vous déjà remarqué, en vol et à la vitesse relative de croisière, que l'inclinaison des avions était presque horizontale ?

La figure 4-12 représente un avion avec plusieurs angles d'attaque. Aux vitesses élevées, les avions peuvent voler avec des angles d'attaque plus fermés, dans la mesure où le profil de l'aile fournit suffisamment de portance. Si vous réduisez la vitesse de l'avion, l'aile devra recourber l'air artificiellement en augmentant son angle d'attaque.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

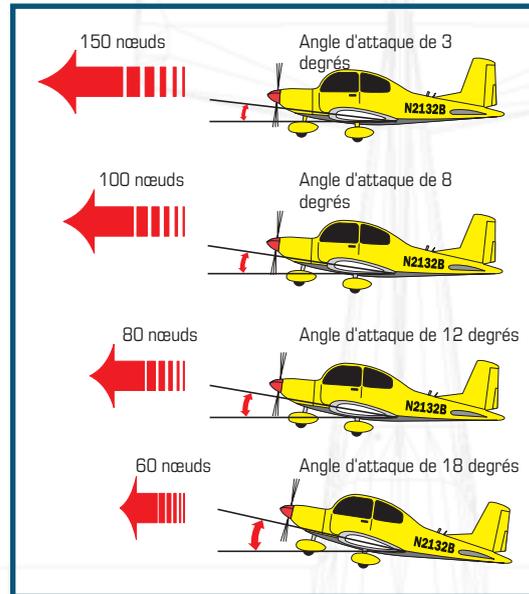


Figure 4-12 Relation entre l'angle d'attaque et la vitesse. Lorsque la vitesse varie en vol en palier, la relation entre l'angle d'attaque et la vitesse est clairement définie. Lorsque la vitesse augmente, un angle d'attaque faible suffit à maintenir l'appareil en vol. Lorsque la vitesse de l'appareil diminue, il est nécessaire d'appliquer un angle d'attaque plus important.

Il existe une relation étroite, voire intime, entre l'angle d'attaque et la portance. Si l'on pouvait comparer la portance et l'angle d'attaque à Rhett et Scarlett, il n'y aurait pas que la ville d'Atlanta qui serait en

flammes. Le profil naturel de la voilure produit suffisamment de portance aux faibles angles d'attaque (par exemple, en croisière), pour autant que la vitesse relative soit élevée. À vitesse élevée (en croisière), le rôle de la poussée de l'air sur la face inférieure de l'aile n'est pas aussi important dans la production de la portance car une surface moins importante de l'intrados est exposée à l'air.

En résumé, l'angle d'attaque nécessaire au vol sera d'autant plus grand que la vitesse de l'avion sera faible. Toutefois, l'excès est toujours l'ennemi du bien. Si l'air est trop recourbé, au lieu de s'écouler gentiment le long de l'aile et de créer de la portance, il provoquera des bouillonnements et des tourbillons qui n'auront pas le résultat escompté. Cette situation, dénommée « décrochage », sera abordée dans un cours ultérieur.

À présent, il est grand temps d'étudier en détail le début et la fin du vol lent, tel qu'il est pratiqué en l'air.

Le vol lent en action

En vitesse de croisière, l'avion se déplace à environ 110 nœuds en vol en palier rectiligne. À cette vitesse relative, notre angle d'inclinaison est d'environ 4° en cabré, comme indiqué par l'horizon artificiel. Examinons à présent comment passer en vol lent à partir de cette situation. Par souci de réalisme, supposons

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

que vous vous prépariez à atterrir et que vous deviez réduire la vitesse de l'avion à 75 nœuds pour éviter de foncer tête baissée dans l'avion qui vous précède. Voici la procédure générale à suivre pour passer en vol lent tout en conservant son altitude :

1. Passez en régime de ralenti de vol (avec un peu d'expérience, vous connaîtrez les réglages de puissance adaptés à la vitesse désirée et vous saurez réduire les gaz à cette valeur).
2. Levez le nez assez rapidement pour maintenir l'aiguille du variomètre à 0 (ou pour éviter tout déplacement de l'aiguille des centaines de pieds de l'altimètre).
3. Lorsque la vitesse de l'avion diminue, compensez légèrement vers le haut pour maintenir une légère inclinaison (ceci correspond environ à une inclinaison de cabré de 9 degré, comme indiqué sur l'horizon artificiel).
4. Lorsque l'avion a atteint la vitesse relative voulue, maintenez une puissance suffisante pour conserver votre altitude (environ 1 900 tr/min). Procédez à de légères corrections d'inclinaison pour maintenir la vitesse relative désirée.

5. Effectuez éventuellement une dernière compensation pour maintenir l'angle d'inclinaison qui vous donnera la vitesse relative voulue.

Fin du vol lent

Supposons que nous soyons en train de suivre un avion et que le contrôleur de la tour vous demande d'accroître votre vitesse de 75 à 85 nœuds. Comment allez-vous procéder ? Il suffit de reproduire la procédure utilisée pour commencer le vol lent, dans l'ordre inverse :

1. Augmentez légèrement la puissance jusqu'à environ 2 000 tr/min.
2. Abaissez le nez suffisamment rapidement pour maintenir l'aiguille du variomètre à 0 (ou pour éviter tout déplacement de l'aiguille des centaines de pieds de l'altimètre).
3. Lorsque la vitesse de l'avion augmente, compensez légèrement vers le bas pour maintenir l'angle d'inclinaison voulu (ceci correspond environ à une inclinaison de cabré de 6 degrés, comme indiqué sur l'horizon artificiel).
4. Lorsque l'avion a atteint la vitesse relative requise, maintenez une puissance suffisante pour conserver votre altitude. Procédez à des corrections d'inclinaison pour maintenir cette vitesse relative.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

5. Effectuez éventuellement une dernière compensation pour maintenir l'angle d'inclinaison qui vous donnera la vitesse relative désirée (85 nœuds dans le cas présent).

Qu'avons-nous appris jusqu'à présent ?

Jusqu'à présent, vous avez appris à piloter l'avion à différentes vitesses. À ce stade de votre formation, vous devriez savoir que la manette des gaz est utilisée pour maintenir l'altitude ou la vitesse de descente. La vitesse relative est maintenue en modifiant l'angle d'inclinaison de l'avion. Que se passe-t-il lorsque vous n'essayez pas de conserver une certaine vitesse, par exemple lors d'un vol en croisière ? Après tout, en croisière, vous n'utilisez pas la manette des gaz pour conserver votre altitude, n'est-ce pas ? Non, bien sûr ! Voici pourquoi.

En croisière, vous choisissez habituellement une puissance qui ne risque pas d'endommager le moteur (pour faciliter l'apprentissage, nous supposons, dans nos simulations, que l'utilisation de la puissance maximale n'endommage pas le moteur). Après cela, vous n'avez quasiment plus besoin de toucher à la manette des gaz. Si l'on part du principe que le maintien d'une certaine vitesse relative en croisière

ne figure pas forcément parmi vos préoccupations majeures, vous réglez la puissance à un niveau donné et vous procédez à de légères modifications de votre angle d'inclinaison pour conserver ou modifier votre altitude. En vol lent par contre, vous utiliserez la puissance pour contrôler votre altitude et l'angle d'inclinaison (le joystick) pour contrôler votre vitesse relative. Ceci est peut-être l'inverse de ce que vous pensiez. Toutefois, comme vous le verrez d'ici peu, il s'agit de la technique que je vous inviterai à utiliser pour poser un avion.

À vous de jouer !

À présent, je vous demanderai de passer à la Leçon 4 et de vous entraîner au vol lent à bord de l'avion. L'objectif final consiste à maintenir votre altitude et votre cap tout en essayant de voler lentement, à des vitesses de votre choix. Vous vous rendrez compte immédiatement qu'il n'est pas facile de conserver sa vitesse relative et son altitude tout en suivant un cap bien précis. C'est pourquoi vous devez procéder par ordre, comme suit : Vous réglez d'abord votre inclinaison longitudinale pour obtenir la vitesse relative souhaitée. Ensuite, tout en conservant la même inclinaison, modifiez plusieurs fois votre puissance pour maintenir votre altitude.

COURS AU SOL 4 : LE VOL LENT

Si vous vous sentez suffisamment adroit, essayez de virer en vol lent. Mais soyez très prudent ! Souvenez-vous que nous avons appris pendant le cours au sol consacré aux virages qu'il convenait d'accroître légèrement l'inclinaison longitudinale pour rester à la même altitude durant un virage. Maintenant que vous savez utiliser la manette des gaz, augmentez légèrement la puissance, si nécessaire, pour vous aider à conserver votre altitude dans le virage. Plus un virage est serré, plus vous aurez besoin de puissance. N'hésitez pas à utiliser le compensateur en vol lent (bien qu'il soit préférable de ne pas compenser dans les virages, qui représentent des conditions passagères). De cette manière, l'avion ne risque pas de perdre sournoisement son angle d'inclinaison lorsque votre attention sera détournée du tableau de bord. Surtout, amusez-vous bien !

COURS AU SOL 5 : LES DÉCOLLAGES

Il y a quelques années, un collègue instructeur avait pour élève un homme qui avait passé trop d'heures en haute mer. Lors de sa première leçon de vol, il se dirigea vers l'appareil, dénoua les trois câbles d'amarrage, les jeta sur le côté et cria : « larguez les amarres ! » Sans doute son esprit était-il toujours dans les brumes de la haute mer :

Les avions ne sont pas des navires et, contrairement à ces derniers, ils décollent ! Une fois dans les airs, vous avez besoin d'un moyen pratique pour regagner un aéroport et vous préparer à atterrir. C'est comme si vous ameniez un navire à quai. Vous ne faites pas brusquement irruption parmi les navires qui se rendent au port. Vous vous joignez à la queue des autres canotiers et pêcheurs qui rallient leur port d'origine. En procédant de la sorte, vous éviterez de les irriter et d'en venir aux mains. Par ailleurs, vous ne serez pas rongé par le remords.

Commençons par le décollage.

Au décollage, votre but consiste à accélérer pour que l'avion atteigne une vitesse suffisante pour lever le nez et mettre l'avion en attitude ascensionnelle. Cette phase est parfois appelée « cabrage ». Je recommande de cabrer l'avion lorsqu'il atteint une vitesse d'au moins 5 nœuds au-dessus de la vitesse minimale de

sustentation (soit 50 nœuds, le début de la bande verte de l'anémomètre). Lorsque l'anémomètre indique 55 nœuds, levez le nez et adoptez l'inclinaison adaptée à une vitesse ascensionnelle de 80 nœuds (vous trouvez l'inclinaison correcte avec un peu d'expérience). Dans le cas présent, cela correspond à un angle d'inclinaison de 11 degrés. Prêt ? Allons-y !

D'abord, mettez les gaz à fond et accélérez le long de la ligne centrale de la piste. Si vous utilisez les pédales du palonnier et que la gouverne de direction automatique n'est pas active, vous devrez vous attendre à un mouvement de lacet vers la gauche lorsque vous augmenterez la puissance. Ceci est dû à plusieurs facteurs. Au décollage, le souffle d'hélice et le couple moteur combinent leur effet pour imprimer à l'avion un mouvement vers la gauche. Appuyez suffisamment sur la pédale droite du palonnier pour conserver l'avion dans l'axe de la piste. Bien entendu, si vous n'avez pas de palonnier, vous n'aurez pas à vous inquiéter de la tendance de l'avion à virer légèrement vers la gauche au décollage. Le dispositif de commande automatique de la gouverne de direction de l'avion vous évitera d'être affecté par ces forces.

L'avion est prêt à s'envoler lorsque l'anémomètre indique 55 nœuds. Alors, décollez ! Cabrez l'avion pour lui donner

COURS AU SOL 5 : LES DÉCOLLAGES

une inclinaison de 11 degrés, comme indiqué à la figure 5-1. (Durant cette phase, il convient de tirer légèrement plus fort sur le joystick pour arracher l'avion à la piste.) Soyez patient. Avec une telle inclinaison, l'avion finira par atteindre 80 nœuds.

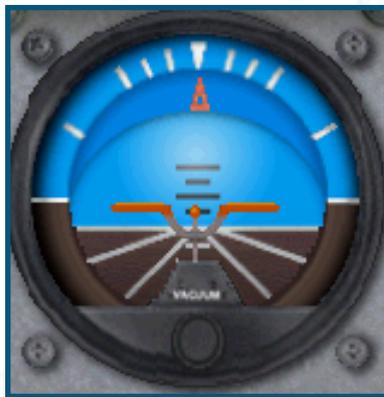


Figure 5-1

Félicitations ! Vous venez de décoller. Cela n'a pas été trop dur, n'est-ce pas ? À présent, il est grand temps de passer à la leçon interactive sur les décollages et de mettre en pratique ce que vous venez d'apprendre.

Naturellement, tout ce qui monte doit redescendre. Et à ce moment là, vous avez intérêt à atterrir convenablement. C'est la raison pour laquelle le prochain cours au sol est consacré aux atterrissages.

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

Il existe un adage bien connu des pilotes que vous devriez connaître puisque vous êtes sur le point de les rejoindre : « les décollages sont facultatifs, les atterrissages sont obligatoires ».

Les atterrissages sont pour le pilote ce qu'une œuvre d'art est pour l'artiste. Lorsque vous vous trouvez devant la Mona Lisa de Léonard de Vinci (ou sa célèbre homologue, Mona Larry), vous savez que vous contemplez une magnifique œuvre d'art. Un bon atterrissage offre la même satisfaction au pilote. J'envisage de vous apprendre à reproduire cette œuvre remarquable sur n'importe quelle piste de votre choix.

Nous allons procéder de manière légèrement différente de celle que j'aurais adoptée si nous étions vraiment à bord d'un avion. Je me propose de vous apprendre à atterrir avant de vous expliquer comment entrer dans le circuit d'aéroport (ce point sera abordé ultérieurement dans le programme pour pilote privé). De la sorte, lorsque je vous enseignerai à décoller et à entrer dans le circuit d'un aéroport, vous serez en mesure d'atterrir et vous ne vous poserez pas avec la grâce d'un papillon imbibé de caféine. En outre, quelque chose me dit que si nous n'apprenons pas à atterrir dès à présent, vous le ferez par vous-même. Alors, permettez-moi de vous prendre par la main.

Je ne cesse de répéter à mes stagiaires que les avions atterrissent tout seuls (enfin, presque). Il ne reste plus au pilote qu'à leur donner un coup de pouce pour les amener jusqu'à la piste et à chipoter avec la manette des gaz. Examinons cela de plus près en faisant atterrir un avion dans votre tête ou, en d'autres termes, en faisant appel à votre imagination pour effectuer votre premier atterrissage.

Votre premier atterrissage (mental)

Pour mieux visualiser la situation, imaginez que vous vous trouvez dans l'axe d'une longue piste. Votre avion se trouve à 500 pieds au-dessus du sol et s'approche à une vitesse de 65 nœuds. La manette des gaz est au ralenti. Contrôlez mentalement l'angle d'inclinaison pour vous maintenir à 65 nœuds. Comme vous le voyez à la figure 6-1, vous aurez besoin d'un angle d'environ 10 degrés. Naturellement, vous devez équilibrer mentalement l'avion pour conserver une vitesse de 65 nœuds. Passons à présent à la partie la plus intéressante de cet exemple. Supposez que vous mainteniez cette inclinaison et cette vitesse de 65 nœuds jusqu'à l'atterrissage, avec la puissance au ralenti. Selon vous, que se passera-t-il ?

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES



Figure 6-1

Si vous avez répondu que l'avion allait atterrir, vous aviez raison. En fait, l'avion atterrira quasiment tout seul, pour autant que vous conserviez une vitesse de 65 nœuds. Bien entendu, si un grain de carbone traînait sur la piste, vous l'avez probablement converti en diamant, sans parler des marmottes qui ne risquent plus de se réveiller. Si nous faisons abstraction du choc, cet atterrissage n'est pas très éloigné d'un atterrissage parfait. Votre atterrissage imaginaire se distingue uniquement d'un bon atterrissage par une manœuvre dite d'arrondi.

Dans la réalité, nous ne précipitons pas les avions au sol. Nous effectuons un arrondi juste avant l'atterrissage. L'arrondi est

une manœuvre qui consiste à modifier la trajectoire de descente pour évaser l'approche de la piste. L'arrondi (ou évasement) est effectué quand l'avion se trouve à 10-15 pieds du sol. Nous y reviendrons plus tard. Pour l'heure, vous devez comprendre que le secret d'un bon atterrissage réside dans votre faculté à laisser faire l'avion. En d'autres termes, si l'avion a été correctement équilibré pour la vitesse adéquate, il vous restera peu de choses à faire, si ce n'est maintenir les ailes à l'horizontale et procéder à de légères modifications de la puissance pour modifier le glide. L'avion se posera quasiment tout seul si vous le conservez dans l'axe de la piste.

À présent, penchons-nous sur les détails.

L'atterrissage en détail

Pourquoi ai-je choisi la vitesse de 65 nœuds pour l'approche finale ? (L'approche finale est la partie du circuit d'atterrissage où l'avion se trouve dans l'alignement de la piste.) En général, la vitesse d'approche finale utilisée par les pilotes est supérieure de 30 % à la vitesse de décrochage de l'avion. Dans notre cas, la vitesse de décrochage de l'avion, volets levés, est de 50 nœuds (là où commence la bande verte de l'anémomètre). Par conséquent, une vitesse supérieure de 30 % correspond à 65 nœuds. Si votre vitesse est légèrement supérieure à cette valeur, votre avion aura

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

tendance à flotter et à refuser d'atterrir à l'endroit voulu (les vitesses d'approche trop élevées figurent parmi les erreurs d'atterrissage les plus répandues chez les jeunes pilotes). En revanche, si votre vitesse est légèrement inférieure à cette valeur, l'avion se rapprochera dangereusement de sa vitesse de décrochage. La capacité à contrôler la vitesse est sans conteste le critère qualitatif le plus important d'un bon atterrissage.

Dans notre avion, une vitesse de 65 nœuds permet de garder le train avant légèrement au-dessus de la ligne de prolongation du train principal, comme illustré à la figure 6-2. Rappelez-vous toutefois qu'il convient, lorsque l'avion ralentit, d'augmenter l'angle d'attaque pour conserver la portance. Par conséquent, une vitesse d'approche de 65 nœuds requiert un angle d'attaque légèrement plus important. Le train avant se trouve alors plus haut que le train principal. Il ne faut jamais oublier que le Cessna 172 est un avion à train tricycle. Il a été conçu pour se poser d'abord sur les deux roues du train principal ; ensuite, le train avant est abaissé délicatement pour entrer en contact avec le sol. Posez d'abord le train avant et vous connaîtrez la signification du mot le plus redouté d'un pilote : franchise (d'assurance). Vous pourriez également rebondir et imiter les marsouins.



Figure 6-2

Le jeu de la puissance

Supposons que vous ayez équilibré l'avion pour une descente en plané à la vitesse de 65 nœuds. En approchant de la piste, vous réalisez que votre trajectoire d'approche vous conduit vers un point situé en amont de la piste. Ce n'est pas l'idéal. Après tout, les avions sont censés atterrir sur une piste d'atterrissage et non dans les champs des agriculteurs qui bordent le seuil de la piste. Peut-on savoir si l'atterrissage risque d'être trop court et, dans ce cas, comment remédier à la situation ?

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

Pour déterminer si votre descente est trop rapide, soyez à l'affût d'un changement de géométrie de la piste, comme illustré à la figure 6-3. La vue A représente la piste comme elle doit apparaître au-dessus du tableau de bord lorsque votre glide est acceptable. La vue B montre l'aspect de la piste lorsque vous êtes trop bas (sous le glide souhaitable). La vue C correspond à ce que vous voyez lorsque vous êtes trop haut (au-dessus du glide souhaitable).



Figure 6-3A



Figure 6-3B



Figure 6-3C

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

Vous remarquerez que la distance entre l'extrémité la plus éloignée de la piste et l'horizon est plus courte dans la vue B. Par ailleurs, vous noterez que les deux extrémités de la piste semblent converger. Ces deux signes sont de bons indices visuels vous indiquant que vous vous trouvez au-dessous du glide voulu. Enfin, vous saurez que vous êtes trop bas lorsque les arbustes du désert se trouveront à la hauteur de vos yeux et que vos pneumatiques dérapent sur une tortue terrestre.

En l'absence d'auxiliaires mécaniques ou électroniques, il vous faudra de la pratique et de l'expérience pour savoir si vous descendez le long de la bonne trajectoire. Certains aéroports possèdent des équipements permettant de déterminer le glide adéquat pour une piste donnée. Consultez l'encadré sur les indicateurs visuels de pente d'approche (VASI) pour plus d'informations sur ces dispositifs. Lorsque vous commencerez la leçon interactive sur les atterrissages, vous pourrez travailler au feeling pour savoir si vous êtes trop haut ou trop bas en approche. Vous apprendrez ainsi à développer vos capacités instinctives. Si vous entendez le crissement des roues avant d'atteindre la piste, vous saurez que vous êtes trop bas. Si vous voyez la piste disparaître sous l'avion, vous saurez que vous êtes trop haut. C'est l'enfance de l'art ! Dès que vous aurez acquis un peu

L'indicateur visuel de pente d'approche (VASI)

La nuit ou par mauvaise visibilité, l'absence de repères visuels extérieurs ne permet pas toujours d'évaluer le glide d'atterrissage correct. Heureusement, un dispositif nommé indicateur visuel de pente d'approche (VASI) fournit des informations visuelles quant à la trajectoire à suivre. (À propos, VASI se prononce VAZI et il n'est pas destiné à recueillir des fleurs).

Le VASI comprend généralement deux paires de barres lumineuses situées le long de la piste (il est souvent dénommé VASI à deux barres précisément pour cette raison). Les deux barres lumineuses du VASI sont généralement disposées à 150-300 mètres du seuil de la piste, comme illustré à la figure 6-13. Selon votre altitude, ces feux apparaissent soit rouges, soit blancs. En réalité, leur couleur reste constante et ne change pas au sein de la barre. En revanche, l'angle de vision changeant avec l'altitude, les feux du VASI apparaissent de différentes couleurs.

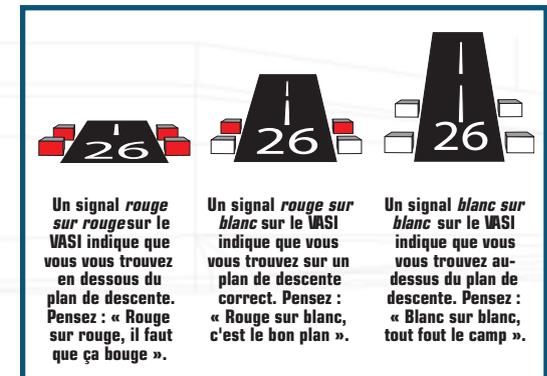


Figure 6-13 VASI à deux barres (indicateur visuel de pente d'approche)

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

d'expérience, il vous sera de plus en plus facile de choisir la bonne trajectoire. Faites-moi confiance. Après tout, je suis votre instructeur de vol.

Modification du glide en approche trop basse

Supposons que vous soyez trop bas. Comment allez-vous remédier à cela ?

Dès que vous vous en rendez compte, augmentez la puissance. Cela ne demande pas de matière grise (je voudrais que vous la conserviez pour plus tard, lorsque nous aborderons l'arrondi). Vous aurez remarqué que votre taux de descente s'est réduit dès que vous avez augmenté la puissance, comme le montre la figure 6-4. De légères modifications de puissance s'accompagnent de faibles changements du glide. Utilisez la puissance requise pour amener l'avion la piste tout en conservant une vitesse d'approche de 65 nœuds. Dans une situation idéale, votre glide devrait vous conduire directement jusqu'à la piste sans nécessiter de déplacements verticaux ou de virages. Ah, si seulement nous vivions dans un monde parfait ! Malheureusement, ce n'est pas le cas. Soyez donc prêt à régler votre puissance pour modifier le glide et vous poser sur la piste.

Si vous vous trouvez en dessous du glide correct, les deux barres du VASI vous semblent rouges. Pour se rappeler que cette couleur est synonyme de « danger », certains pilotes anglo-saxons évoquent une petite ritournelle (Red over red, you'll conk your head – rouge sur rouge et un coup sur la caboche). Vous devez revenir en vol horizontal jusqu'à ce que les feux apparaissent rouges et blancs. Lorsqu'une barre est rouge et l'autre blanche, vous vous trouvez au-dessus du glide par rapport à la barre la plus rapprochée et au-dessous du glide par rapport à la barre la plus éloignée. Il s'agit d'une manière compliquée de vous dire que si vous êtes sur le glide qui vous conduira à mi-chemin entre les deux barres. La petite phrase suivante pourra vous aider : « rouge sur blanc vous êtes dedans ». Naturellement, si vous êtes au-dessus du glide, les deux barres seront blanches. La phrase suivante pourra vous servir de pense-bête : « blanc sur blanc, bon vent ! ». Augmentez votre taux de descente jusqu'à ce que la barre en amont devienne rouge. Lorsque vous modifiez votre altitude par rapport à la pente d'approche, attendez-vous à ce que les barres blanches et rouges du VASI deviennent temporairement roses.

Si vous apercevez un gyrophare rouge et blanc, vous vous approchez d'une voiture de police. Vous êtes dans de beaux draps ! (d'ailleurs, les barres de VASI ne prennent jamais les voitures en chasse sur l'autoroute).

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

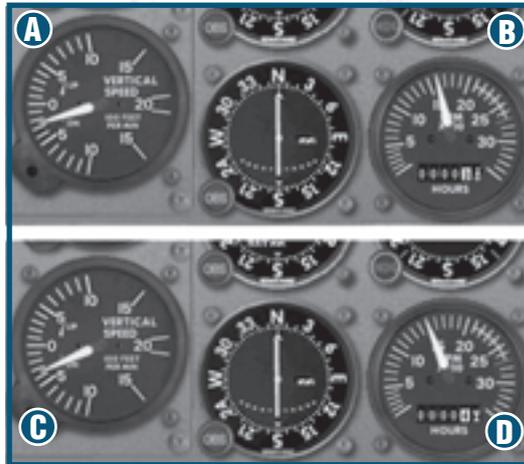


Figure 6-4 VSI (A) et tachymètre avec un peu plus de puissance appliquée au moteur (B). VSI (C) et tachymètre avec un peu moins de puissance appliquée au moteur (D)

Par contre, si vous êtes trop bas, il est tout à fait sensé d'augmenter la puissance et de maintenir votre altitude jusqu'à ce que vous soyez en position d'entamer une descente normale vers la piste. Encore une fois, vous saurez par expérience lorsque votre position vous permet de réduire la puissance et d'entamer une descente normale vers la piste. Bien entendu, si vous avez fait une erreur d'appréciation et si vous vous trouvez vraiment trop bas, vous devez d'abord remonter. Ensuite, lorsque vous avez atteint l'altitude suffisante pour effectuer une descente normale vers la piste, réduisez la puissance et entamez

la descente. Le profil de votre approche ressemblera sans doute à un spaghetti mais il aura le mérite d'être votre approche personnelle (préparez-vous toutefois à un atterrissage « al dente »). Mettez tout en œuvre pour atteindre la piste. Durant cette phase, veillez également à utiliser la compensation.

Que faut-il faire si vous êtes trop haut ? Nous verrons cela dans un instant. Pour l'heure, voyons comment arrondir l'avion avant l'atterrissage.

La manœuvre d'arrondi

Jusqu'à présent, vous avez piloté mentalement l'avion jusqu'à la piste avec une vitesse d'approche finale de 65 nœuds. En procédant de la sorte, vous réussirez peut-être à poser un véritable avion mais uniquement en cas d'urgence. À 65 nœuds, l'avion imaginaire a une position d'atterrissage acceptable (c'est-à-dire, que son nez est incliné vers le haut, plaçant le train avant légèrement au-dessus du train principal, ce qui est une bonne chose !). En outre, dans cette simulation, le taux de descente n'est pas excessif au point de blesser tous les passagers, bien qu'un véritable avion puisse néanmoins subir des dégâts à l'atterrissage. Par conséquent, pour atterrir correctement dans ces conditions, vous devez apprendre à effectuer la manœuvre d'arrondi, qui vous garantira un atterrissage en douceur et en toute sécurité.

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES



Figure 6-5

Vous devez amorcer l'arrondi à environ 10-15 pieds au-dessus de la piste, comme illustré à la figure 6-5. Tout en descendant à la vitesse d'approche requise, commencez à arrondir la trajectoire en tirant doucement et légèrement sur le joystick pour lever le nez. Faut-il tirer longtemps ? Encore une fois, tout est question d'expérience. L'objectif consiste à réduire votre angle de descente et la vitesse en vue de l'atterrissage. Ainsi, l'avion peut se poser sur la piste avec un faible taux de descente et une inclinaison longitudinale légèrement plus forte. Ceci assure une prise de contact plus douce avec le sol et maintient le train avant au-dessus du train principal, comme dans la figure 6-6.



Figure 6-6

Si votre vitesse d'approche est excessive (supérieure aux 30 % de la vitesse de décrochage de l'avion), il est plus que probable que l'avion se mettra à flotter, voire même à grimper au moment de l'arrondi. Ce n'est vraiment pas le moment ! Si l'avion se met à flotter, il ne pourra jamais se poser. À moins que la piste soit très longue, vous allez transformer un avion très coûteux en véhicule tout terrain, qui ira défoncer la clôture de l'aéroport. Si vous tirez trop rapidement sur le joystick durant l'arrondi, vous risquez de grimper de 50 à 100 pieds au-dessus de la piste, tout en vous retrouvant à court d'idées et de vitesse. Dans ce cas, vous devez remettre les gaz, abaisser légèrement le nez et descendre jusqu'au moment où vous

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

pourrez recommencer la manœuvre. Si vous n'intervenez pas, l'avion risque de décrocher. Je suis au regret de vous dire que faire des exercices de décrochage à 100 pieds au-dessus du sol est une idée qui va vous secouer ! (Aïe ! Franchise !) Un avion a le droit de décrocher durant l'arrondi uniquement lorsqu'il se trouve à quelques centimètres au-dessus du sol. De la sorte, il ne peut descendre que de quelques centimètres, ce qui n'aura aucun effet sur l'avion ou sur ses passagers. Effectivement, l'arrondi requiert une bonne synchronisation mais sa réalisation offre pas mal de souplesse.

Comment savoir que l'avion se trouve à l'altitude adéquate de 10-15 pieds pour réaliser l'arrondi ? À bord d'un véritable avion, votre vision périphérique vous sera d'un grand secours. La vue normale du cockpit du simulateur ne vous fournit aucun renseignement, puisque cette vue ne possède pas de fenêtres latérales. (Vous devriez essayer le cockpit virtuel qui, grâce au bouton-champignon se trouvant au sommet de votre joystick, donne une vue panoramique dans n'importe quelle direction. Essayez-la ! Dans le menu **Affichage**, cliquez sur **Options d'affichage** puis sur **Cockpit virtuel**).

Avec de la pratique, vous développerez votre faculté à évaluer votre altitude par

rapport à la piste, même avec la vue de cockpit normal. Entre-temps, vous pouvez vous aider de l'altitude de la piste (ou de l'aéroport). Supposez, par exemple, que l'aéroport se trouve à 2 787 pieds au-dessus de niveau de la mer. Vous pourrez commencer votre arrondi lorsque l'altimètre indique une altitude de 2 800 pieds. Naturellement, ce truc ne pourra vous servir que lorsque vous apprenez à atterrir dans un simulateur. N'utilisez jamais ce moyen lorsque vous serez pilote ou lors de l'atterrissage d'un véritable avion. Votre copilote risque d'être sur des charbons ardents.

Il existe une technique pour vous aider à vous poser sans encombre, même si vous éprouvez des difficultés à déterminer le moment propice à la manœuvre d'arrondi. Lorsque vous avez l'impression que vous vous rapprochez de l'altitude à laquelle vous devez effectuer l'arrondi, ajoutez juste assez de puissance pour réduire votre taux de descente à 100 pieds/minute, tout en conservant votre vitesse d'approche, comme illustré à la figure 6-7. Cette méthode est analogue à celle utilisée par les pilotes d'hydravion lorsqu'ils s'approchent de lacs transparents, dépourvus de vagues. Il est difficile d'estimer l'altitude au-dessus d'un lac dont la surface réfléchit comme un miroir. Un taux de descente de 100 pieds/minute,

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

à la vitesse d'approche, permet à l'avion de se poser de manière acceptable (et épargne les truites). Le recours à cette méthode sur une piste se traduira par une distance d'atterrissage plus longue, compte tenu de l'accroissement de puissance ; par conséquent, veillez à disposer d'une piste suffisamment longue.



Figure 6-7

En conditions normales, vous devez progressivement ramener la puissance au ralenti au moment de l'arrondi. Ensuite, vous devez lever doucement le nez afin d'éviter la descente et laisser l'avion se poser sur la piste en maintenant cette inclinaison. Si vous voulez savoir plus précisément jusqu'où vous pouvez lever le nez, essayez une inclinaison longitudinale de 14 degrés en vous aidant de l'horizon

artificiel. Laissez l'appareil se poser sur la piste avec cette inclinaison. À mesure que l'avion ralentit, vous devrez accroître la pression vers l'arrière sur le joystick afin de maintenir l'inclinaison nécessaire à l'arrondi. Après avoir touché le sol, relâchez doucement le joystick pour abaisser le train avant et le poser sur la piste (après l'atterrissage, le train avant des avions fait office de commande de direction).

Par ailleurs, il n'est pas rare que la piste, qui était visible au-dessus du tableau de bord, sorte de votre champ de vision au moment de l'arrondi. À bord d'un véritable avion, vous pouvez relever le siège pour améliorer la visibilité. Non, l'instructeur ne va pas vous prendre sur ses genoux pour vous donner un meilleur champ de vision. Dans le simulateur, vous n'avez ni siège adapté ni instructeur susceptible de vous donner un coup de main. Relevez le siège du simulateur électroniquement en appuyant sur **MAJ+ENTRÉE**. Ne vous inquiétez pas, ce n'est pas un siège éjectable ! Levez le siège aussi haut que nécessaire pour avoir une bonne visibilité. Pour abaisser le siège, appuyez sur **MAJ+RET.ARR**.

Formidable ! Vous avez le sens des arrondis. Bien sûr, la pratique de cette manœuvre est presque un art, mais vous finirez par la maîtriser. À présent que vous avez compris l'arrondi, essayons de le réaliser avec les volets complètement abaissés. Quand faut-il

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

utiliser les volets ? Lorsque l'avion est trop haut et que nous devons accroître notre taux et notre angle de descente. Examinons les volets en détail avant d'apprendre à nous poser avec leur aide.

Des volets qui font flipper

Est-ce que vous vous êtes déjà demandé pourquoi des pièces d'aluminium sortent des ailes des avions commerciaux au moment du décollage et de l'atterrissage ? Les avions rapides ont besoin d'ailes fines, de petites dimensions, pour atteindre des vitesses vertigineuses et satisfaire les besoins de passagers toujours plus avides de vitesse. Toutefois, les ailes de petites dimensions présentent l'inconvénient de décrocher à faible vitesse. Pour disposer d'une marge de sécurité suffisante et éviter le décrochage, la plupart des avions de ligne devraient décoller et atterrir à une vitesse voisine de 320 km/h s'ils n'avaient pas la possibilité d'agrandir et d'incurver leurs surfaces alaires pour créer une aile temporaire, conçue pour les faibles vitesses. Les ingénieurs conçoivent les ailes pour qu'elles répondent précisément à ce besoin en les équipant de volets. L'abaissement ou la rentrée des volets modifie les caractéristiques de portance et de traînée de l'aile.

La sortie des volets a pour résultat d'abaisser le bord de fuite de l'aile, comme illustré à la figure 6-8. La portance de l'aile est accrue de deux manières. D'abord,

l'abaissement du bord de fuite ouvre l'angle formé entre la corde de référence et le vent relatif. L'accroissement de l'angle d'attaque se traduit par une portance plus importante. En outre, la courbure d'une partie de l'aile est accrue par l'abaissement du bord de fuite, entraînant une accélération de la vitesse de l'air sur l'extrados de l'aile (de nombreux volets augmentent même la surface alaire en prolongeant l'aile vers le bas et vers le côté, comme dans le cas du Cessna 172). Grâce à l'ouverture de l'angle d'attaque et au renforcement de la courbure, les volets augmentent la portance pour une même vitesse.

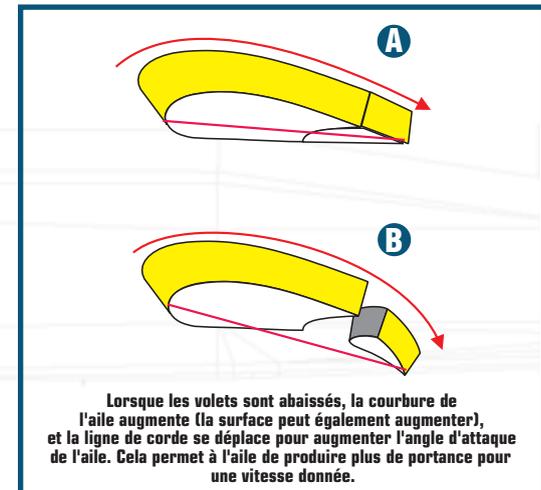


Figure 6-8 Action du volet sur la courbure de l'aile. Ailes légèrement incurvées (A). Aile plus incurvée (B).

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

Pourquoi équipe-t-on les petits avions de volets ? Principalement pour créer la portance nécessaire au vol à de faibles vitesses. Au moment de l'atterrissage, vous avez pour objectif de vous approcher de la piste et de vous poser à une vitesse suffisamment basse. Vous ne désirez certainement pas toucher le sol à la vitesse de croisière. Un atterrissage à une telle vitesse transformerait vos pneus en trois petits nuages de fumée. Les volets vous permettent de vous approcher et de vous poser plus lentement, tout en maintenant une marge de sécurité suffisante au-dessus de la vitesse de décrochage.

Une vitesse plus lente à l'atterrissage se traduit par un arrêt sur une plus courte distance. Cet aspect est important si la piste n'est pas très longue. Si le vent souffle en rafales, vous pourriez éventuellement envisager de vous approcher les volets faiblement abaissés, voire même levés. Aux faibles vitesses admises par les volets, l'avion devient plus difficile à diriger dans la mesure où les commandes réagissent plus lentement. Jetons un coup d'œil à l'anémomètre pour évaluer l'efficacité des volets dans l'accroissement de la portance (Figure 6-9).

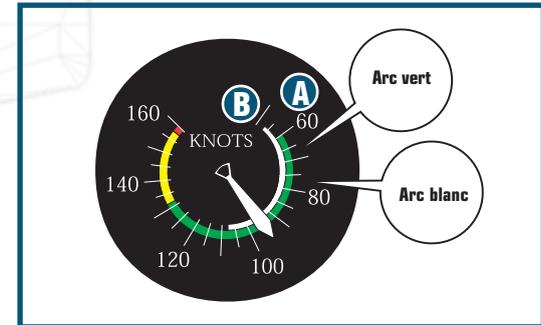


Figure 6-9 Plage de vitesse du volet. Volets sortis - 53 nœuds (A). (début de l'arc blanc). Volets inactifs - 60 nœuds (B). (début de l'arc vert)

Étant donné que les volets de notre Cessna 172 sont peints en blanc (nous le supposons pour les besoins de cette discussion), la bande blanche de l'anémomètre représente la plage d'utilisation des volets. Le début de la bande blanche (B) correspond à la vitesse de décrochage, volets abaissés et moteur coupé (vol sans accélération à la masse maximale autorisée de l'avion). Il s'agit de la vitesse de décrochage de l'avion lorsque les volets sont entièrement abaissés, le moteur coupé et le train d'atterrissage sorti. L'avion de la figure 6-9 restera en vol si l'air s'écoule le long des ailes à une vitesse de 53 nœuds, pour autant que celles-ci soient au-dessous de leur angle d'attaque critique.

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

L'autre extrémité de la bande blanche (celle des vitesses élevées) correspond à la vitesse maximale autorisée lorsque les volets sont complètement sortis. Vous risquez de les endommager si vous dépassez cette vitesse. Dans cet exemple, l'anémomètre ne doit pas indiquer plus de 107 nœuds lorsque les volets sont complètement abaissés (bien que certains avions vous permettent de voler à des vitesses supérieures avec les volets partiellement sortis). Je ne vous conseille vraiment pas de revenir d'un vol avec des parties d'avion cassées ou pliées, même si celui-ci est en location (vous vous en rendez compte lorsque vous recevez la facture).

Vous remarquerez que la bande blanche (B) commence sept nœuds au-dessous de la bande verte (A). Précédemment, nous avons appris que la bande verte correspondait à la vitesse de décrochage, moteur coupé et volets levés (et train rentré). Cet avion est incapable de voler si la vitesse de l'air s'écoulant sur les ailes n'a pas atteint au moins 60 nœuds, lorsque les volets sont rentrés. Avec les volets complètement abaissés, vous pouvez vous poser à une vitesse plus lente – de sept nœuds pour être exact (la vitesse de décrochage, volets complètement sortis, reprise sur l'anémomètre suppose que l'avion possède sa masse maximale autorisée).

Toutefois, comme l'a dit Confucius, « Celui qui sème de l'avoine sauvage ne doit pas s'attendre à une bonne récolte ». En d'autres termes, vous n'obtenez rien pour rien. Si les volets contribuent à la portance de l'avion, ils produisent également de la traînée. L'abaissement total des volets crée une aile adaptée aux faibles vitesses. Si vous tentez d'accélérer sa vitesse au-delà d'un certain point, vos efforts seront contrecarrés par la traînée. Heureusement, la première partie du débattement des volets assure généralement plus de portance que de traînée. Vers la fin de leur débattement, les volets fournissent plus de traînée que de portance. C'est la raison pour laquelle le manuel de certains avions recommande d'abaisser les volets de 10-25 degrés lors de décollages sur pistes courtes (en général, 1 ou 2 crans sur un système de commande manuelle des volets à 3-4 encoches).

Si votre altitude en approche est trop élevée, vous pouvez sortir complètement les volets afin d'accroître la traînée de l'avion. On utilise généralement les volets lors de la descente dans le circuit d'aéroport ; en revanche, on n'y a pas recours lors de la croisière descendante. Après tout, les croisières descendantes sont efficaces et rapides à vitesse élevée, lorsque la traînée parasite est plus forte. Si vous souhaitez quitter l'altitude de croisière et descendre les volets abaissés,

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

vous devriez d'abord réduire la vitesse de l'avion pour la ramener sous la vitesse maximale de sortie des volets (la partie supérieure de la bande blanche) avant de pouvoir les actionner. Une telle manœuvre ne serait pas très commode. En vitesse de croisière, l'avion peut descendre plus vite à faible puissance et vous amener plus rapidement à destination.

Étant donné que les volets procurent davantage de portance à faible vitesse, interrogez-vous soigneusement sur la façon et le moment de rentrer les volets après le décollage. Si vous vous approchez avec les volets complètement abaissés et que vous devez faire un nouveau tour de circuit (c'est-à-dire renoncer à votre approche, grimper et effectuer une nouvelle tentative d'atterrissage), ne rentrez pas les volets d'un seul coup ! Cela aurait le même effet que si l'on vous arrachait une partie de votre aile à basse vitesse. La hausse soudaine et souvent spectaculaire de la vitesse de décrochage pourrait vous amener à la limite d'un décrochage avant que vous n'ayez la possibilité d'accélérer pour regagner une vitesse plus sûre. Mettez d'abord les gaz à fond, puis rentrez les volets par étapes successives. Dans les avions dont les volets peuvent sortir de 30 à 40 degrés, rentrez les volets jusqu'à la position correspondant à la traînée minimale/portance maximale. En général, cette position se trouve à mi-chemin du débattement des volets (variable selon

l'avion). Dans les avions dotés de volets à commandes manuelles à trois encoches, rentrez d'abord les volets d'un cran, puis de deux crans supplémentaires dès que l'avion commence à prendre de la vitesse.

L'atterrissage avec volets

Vous pouvez sortir les volets à l'aide du levier volets (Figure 6-10) ou en appuyant sur la touche **F7** de votre clavier (pour les relever; appuyez sur la touche **F6**).



Figure 6-10

Étant donné que les volets modifient les caractéristiques de portance et de traînée de l'aile, soyez prêt à agir sur l'inclinaison longitudinale de l'avion pour conserver la vitesse adéquate.

L'abaissement total des volets produit une traînée importante. Par ailleurs, leur sortie provoque le redressement de l'avion, qui doit être compensé par une pression vers l'avant sur le joystick afin de conserver la vitesse. Voici la procédure à suivre si vous êtes trop haut et que vous devez sortir les volets pour compenser.

Étant donné que la vitesse de décrochage de cet avion, volets abaissés, est de 40 nœuds (là où commence la bande blanche de l'anémomètre), vous devrez vous approcher à une vitesse légèrement

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES

plus faible. Souvenez-vous que les pilotes utilisent une vitesse d'approche supérieure de 30 % à la vitesse de décrochage de l'avion dans sa configuration actuelle. Pour cette simulation, nous utiliserons une vitesse de 60 nœuds.

Supposons que, durant notre approche, volets rentrés, à 65 nœuds, la piste se mette à disparaître sous le tableau de bord de l'avion (Figure 6-11). Ceci nous indique que notre approche sera trop haute. Le moment est venu de sortir les volets (ou de les abaisser davantage). Sur votre clavier, appuyez une fois sur **F7** pour abaisser les volets de 10 degrés. Vous allez devoir pousser le joystick vers l'avant pour compenser le cabrage provoqué par la



Figure 6-11

sortie des volets et modifier l'inclinaison longitudinale pour effectuer une approche à 53 nœuds. N'oubliez pas le compensateur !

Vous abaissez les volets de 20 degrés supplémentaires, par pas de 10 degrés, en appuyant deux fois sur **F7** pour sortir les volets de 30 degrés (position pleins volets pour cet avion). Lorsque vous appuyez sur **F7**, veillez à corriger l'inclinaison pour maintenir une vitesse de 60 nœuds.

Si les volets sont suffisamment abaissés, vous remarquerez que la piste cesse de disparaître sous l'avion. En outre, l'avion s'est légèrement incliné vers l'avant, vous donnant une meilleure visibilité sur la piste. La sortie des volets augmentera le taux de descente ; par ailleurs, l'avion sera plus incliné vers l'avant, comme l'indique la figure 6-12 (avec les volets sortis, le train avant n'est plus situé aussi haut par rapport au train principal, une autre raison justifiant la nécessité de l'arrondi).

L'accroissement de la vitesse verticale de descente est l'une des premières choses que vous ne manquerez pas de remarquer après avoir sorti les volets. C'est la raison pour laquelle l'arrondi intervient un peu plus rapidement lorsque les volets sont abaissés. Lorsque vous êtes à la hauteur d'arrondi, cabrez l'avion jusqu'à environ 14 degrés par rapport à son inclinaison actuelle. Gardez cette inclinaison jusqu'à

COURS AU SOL 6 : LES ATERRISSAGES



Figure 6-12

l'atterrissage. Effectivement, vous risquez d'entendre l'avertisseur sonore de décrochage lorsque vous serez sur le point de toucher le sol (pour de plus amples informations, voir la section consacrée au décrochage) ; toutefois, ceci importe peu, puisque vous vous trouvez à peine à quelques centimètres du sol.

Pourquoi utiliser les volets ? Ils vous permettent de vous poser à vitesse plus réduite ; par conséquent, vous devrez utiliser moins d'énergie pour vous arrêter. De plus, les volets s'avèrent très pratiques lors d'approches trop hautes. Ils sont aussi utiles lorsque vous devez franchir un obstacle avant d'atterrir ou lorsque vous devez vous poser sur une piste courte.

Solos et Shirrtails

Bien que l'on ignore l'origine ou l'époque à laquelle est apparue la pratique qui consiste à couper le pan de chemise de l'aspirant pilote, des milliers d'instructeurs continuent à respecter cette tradition lors du premier vol en solo de leur stagiaire. D'aucuns affirment qu'elle remonterait aux premiers cockpits à deux pilotes, lorsque l'instructeur occupait le siège arrière, derrière le stagiaire. L'instructeur devait se pencher vers l'avant et tirer sur le pan de chemise de son stagiaire pour attirer son attention. Le vol en solo est un vol sans instructeur ; par conséquent, le pan de chemise devient superflu.

Même si j'ignore l'origine précise de cette tradition, rien ne me procure plus de fierté, en tant qu'instructeur, que de regarder mon pilote stagiaire s'envoler pour la première fois sans moi.

À votre tour de partir en solo ! Prenez votre envol, rendez-moi fier de vous et, à la fin de votre vol, appuyez sur la touche Imprimer. Vous obtiendrez une jolie réplique d'un pan de chemise déchiré pour marquer ce grand événement.

Ceci achève nos cours au sol de base pour pilotes stagiaires. Vous allez voler en solo ! À présent, vous êtes prêt à suivre la série de leçons pour pilote privé. Préparez-vous à explorer le ciel à la recherche de nouvelles aventures.

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

« Avant d'apprendre à courir, tu dois apprendre à marcher. » Voilà ce que me disait toujours mon grand-père. Il m'a également dit que j'avais été adopté. Lorsque je soupirais pour montrer mon désaccord, il ajoutait : « Si si, adopté, mais ils t'ont ramené ». Hélas ! Voilà le genre d'humour que pouvait avoir mon grand-père.

Si mon grand-père avait été instructeur de vol (ce qu'il n'a jamais été), je suis persuadé qu'il aurait dit : « Avant d'apprendre à voler, tu dois apprendre à circuler au sol ». Et il aurait eu raison. Voici quelques astuces sur le roulage au sol avec lesquelles vous devrez vous familiariser avant d'aller vous perdre dans la nature.

Considérations sur le roulage au sol

Lorsqu'ils sont en vol, les appareils se comportent comme de gracieux oiseaux. Au sol, par contre, ils ressemblent plutôt à des albatros. En bref, ils ne sont pas destinés à rester au sol très longtemps. C'est la raison pour laquelle ils n'ont pas été conçus avec le confort que l'on attend des véhicules terrestres. Ne vous attendez pas, par exemple, à trouver la direction assistée à bord d'un Cessna 172. Vous trouverez, par contre, des pédales de commande (ou palonnier) au plancher du cockpit d'un

véritable appareil. C'est avec ces pédales que vous dirigerez l'appareil au sol.

Le roulage au sol est relativement aisé. Si votre simulateur est équipé d'un palonnier, appuyez simplement sur l'une ou l'autre pédale pour diriger l'appareil. (Si votre manette de jeu est équipée de la fonction de palonnier, vous pourrez obtenir le même effet par simple torsion de cette manette.) Si vous appuyez sur une des pédales du palonnier, le train avant pivotera dans le même sens et entraînera ainsi l'appareil dans un virage. Par exemple, appuyer sur la pédale droite entraîne l'appareil dans un virage à droite. Une fois en vol, le train avant se place dans une position qui l'empêche de pivoter. Une fois cette position atteinte, appuyer sur une pédale du palonnier n'agit non plus sur le train avant, mais sur la gouverne de direction.

Si vous n'avez pas de palonnier, la tâche est encore plus simple. Vous tournez par simple torsion de la manette de jeu. L'appareil tourne dans la direction que vous avez donnée à la manette de jeu. Ce n'est pas plus compliqué que cela.

Un petit conseil : Ne roulez pas au sol à vive allure. Plus vous roulez vite au sol, plus vous aurez du mal à manœuvrer l'appareil. Les appareils dotés d'un train à trois roues, par exemple, sont très instables lors d'un arrêt

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

rapide. Quiconque a utilisé un tricycle pour enfant sait cela. Un arrêt ou un virage trop rapide fait basculer le tricycle. Il en va de même pour les avions. En règle générale, pour le roulage au sol, il est recommandé de ne pas dépasser la vitesse pédestre. Bien entendu, si tout le monde avait la même enjambée que Wilt Chamberlain, les pilotes auraient plus de patience lors du roulage au sol. Essayez de maintenir une vitesse lente en roulant au sol.

À cet effet, utilisez assez de puissance pour mettre l'appareil en mouvement, puis réduisez-la à environ 1000 tours par minute. Si l'appareil démarre trop rapidement, coupez les gaz et freinez. Ralentissez l'appareil jusqu'à une vitesse raisonnable pour le roulage au sol, et continuez lentement.

Le roulage au sol de l'appareil est la partie la plus facile de la manœuvre. La partie la plus difficile est de comprendre comment vous rendre à l'endroit désiré sur le tarmac. Il est impossible de circuler sur le tarmac à moins de maîtriser les marquages des voies de circulation et des pistes. Si vous vous trouvez dans un aéroport doté d'une tour de contrôle, vous devrez demander au contrôle au sol la permission de circuler au sol.

Balisages des aéroports

Vous êtes-vous déjà demandé à quoi pouvaient servir ces petits camions avec leurs feux clignotants jaunes sur les aéroports ? C'est bien ce que je pensais. Pendant longtemps j'ai pensé qu'ils ravitaillaient en sandwiches les pilotes stagiaires qui s'étaient égarés sur l'aérodrome. Après tout, même les pilotes stagiaires ont besoin de se sustenter alors qu'ils apprennent à se déplacer des voies de circulation aux pistes et aux emplacements de stationnement.

Le balisage et le marquage d'un aéroport constituent une opération pour laquelle la cohérence engendre la confiance. C'est la raison pour laquelle la FAA (Administration Fédérale de l'Aviation) spécifie de façon très détaillée la manière dont les pistes, les voies de circulation et toutes les autres aires de circulation des appareils doivent être agencées, aménagées, balisées et éclairées. Bien qu'il ne soit pas tout à fait exact de considérer que si vous avez vu un aéroport, vous les avez tous vus, il existe cependant une cohérence dans cette confusion apparente. Tout comme une bague décodeuse de secret de Buck Rogers, vous devez déchiffrer ce qui se trouve en face de vous.

Jetons un coup d'œil sur l'aéroport de Chino en Californie, représenté à la figure 7-1. Cet

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

l'aéroport est doté de deux pistes qui peuvent assurer des décollages et des atterrissages dans quatre directions (deux directions sur chacune des deux pistes, afin de répondre aux contraintes géographiques).

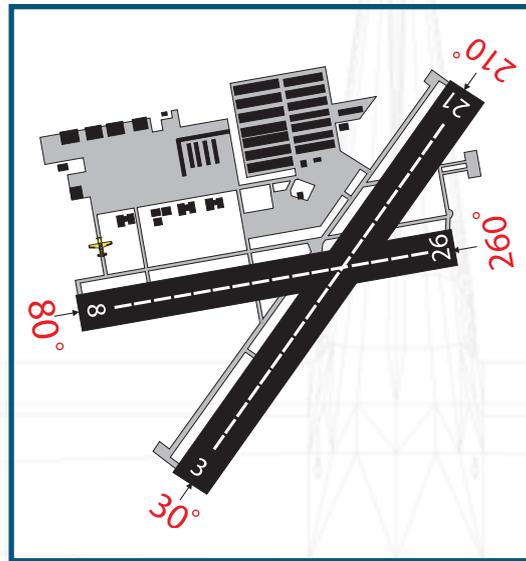


Figure 7-1 Vue en plan de l'aéroport de Chino.

Étant donné que l'aéroport de Chino est équipé d'une tour de contrôle, et que les contrôleurs n'apprécient pas particulièrement que vous atterrissez sur une piste différente de celle qu'ils vous

destinaient, il est utile de savoir que chaque piste est toujours identifiée par un très gros numéro peint en blanc. Les numéros de pistes ainsi que leur balisage aident à les distinguer des zones non destinées à l'atterrissage. Les pistes de l'aéroport de Chino portent les numéros 8, 26, 21 et 3.

Vous pensez qu'ils inventent ces numéros à leur guise, n'est-ce pas ? J'ai connu un stagiaire qui pensait que les numéros de pistes avaient un rapport avec quelque limitation de vitesse ou enregistrement de sismographe ! Ces numéros représentent les deux premiers chiffres de la valeur de la direction magnétique de la piste, qui comporte elle-même trois chiffres. Un numéro de piste représente en gros sa direction, arrondie à la dizaine de degrés la plus proche. Une piste orientée à 211 degrés deviendra la piste 21 (prononcé « piste deux un » lorsque l'on s'adresse aux contrôleurs ou à toute autre personne experte en aviation). Une piste orientée à 076 degrés deviendra la piste 8 (arrondie à la dizaine de degrés supérieure, la plus proche).

Il existe deux facettes à chaque problème, comme il existe deux extrémités à chaque piste. À de rares exceptions près (liées en général à des contraintes imposées par le terrain), il est en théorie possible d'atterrir ou de décoller sur chacune des extrémités. Cela signifie que chaque piste possède des

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

numéros à chacune de ses extrémités. Ceux qui possèdent des connaissances bien plus avancées que les miennes en la matière, comprendront vite que ces numéros diffèrent de 180, lorsqu'ils sont exprimés en degrés. C'est tout à fait logique, étant donné que les deux sens opposés d'une même direction sont à 180 degrés l'un de l'autre.

Tous les angles des pistes sont orientés vers le pôle nord magnétique, celui indiqué par le compas, et non pas le vrai pôle nord géographique, celui où habite le père Noël (un fameux pilote). Lorsque votre avion est en approche sur n'importe quelle piste, son compas doit approximativement indiquer la direction de la piste. La figure 7-2 montre la configuration du compas et du gyroscope lorsqu'ils sont alignés sur la piste 26 à Chino. Vous en saurez plus sur la direction magnétique et la direction vraie dans le cours au sol 14. Pour l'instant souvenez-vous seulement de ceci lorsque vous manœuvrez dans un aéroport : la direction du vent, la direction d'atterrissage et tout cap qui vous est communiqué par l'ATC (Air Traffic Control, contrôle de la circulation aérienne) est exprimé en fonction de la direction magnétique.

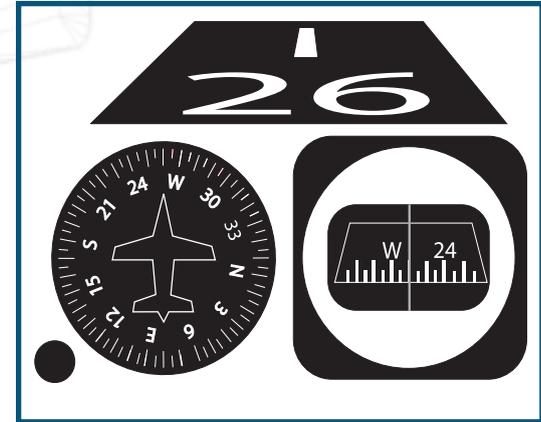


Figure 7-2 Direction magnétique de la piste. L'indicateur de cap et le compas magnétique indiquent tous deux la direction magnétique lorsqu'ils pointent sur le centre de la piste 26.

Éclairage des pistes

Peints en blanc, les marquages des pistes sont faciles à repérer au cours de la journée, mais qu'en est-il la nuit ? Ne vous attendez pas à trouver de l'orange fluorescent de si tôt. L'aéroport a une image de marque à conserver. En outre, si de telles couleurs étaient utilisées, l'aéroport deviendrait un pôle d'attraction pour rock stars et pour vans Combi VW bariolés.

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

La nuit, on utilise des éclairages. Lorsque le soleil décline lentement en direction de l'ouest, l'aéroport s'illumine comme un parc d'attraction. Toutes sortes de lumières de différentes couleurs, certaines clignotant et d'autres éclairant en continu, sont présentes pour vous occuper et vous compliquer la tâche. Considérez-les comme des indications à code de couleur et vous serez sur la bonne piste.

Les feux blancs illustrés à la figure 7-3 bordent les deux côtés de la piste. Appelés feux de bord de piste, ils sont disposés tous les 70 mètres. Les contrôleurs allument ces feux entre le coucher et le lever du soleil ou lorsque la visibilité est mauvaise.

Le début de la piste est signalé par des feux de piste verts, alors que la fin est signalée par des feux rouges. C'est une couleur appropriée pour indiquer que vous allez atteindre une surface non destinée à l'atterrissage (tracteurs, bulldozers et buggys uniquement au-delà de ces feux, par pitié !). En fait, ces feux ont un double emploi. Ils sont rouges d'un côté et verts de l'autre. Réfléchissez-y un instant.

Le début (ou seuil) d'une piste est également la fin d'une autre. Les feux disposés sur le seuil de la piste 21 sont également ceux du terminus de la piste 3.

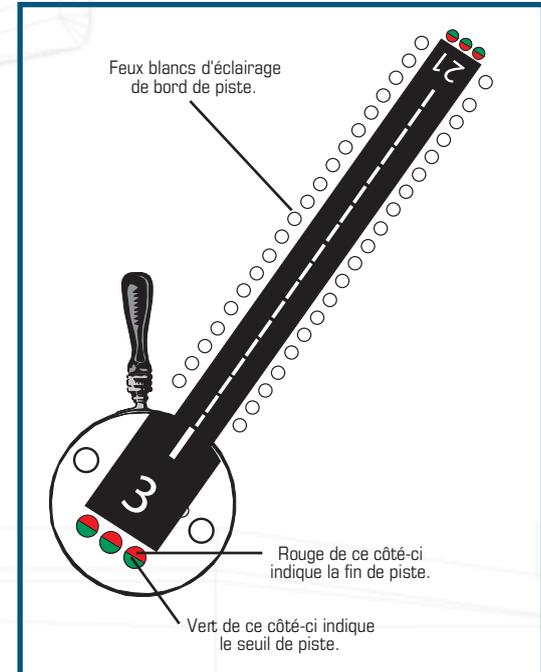


Figure 7-3 Éclairage de piste basique.

Ce que je viens de décrire constitue les bases de l'éclairage des pistes de tout aéroport accueillant un trafic de nuit. Il y a beaucoup plus complexe. Tout en acquérant

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

vos heures de vol, vous serez amené à découvrir des aéroports utilisant un éclairage sophistiqué. En fait, les pistes de certains aéroports sont dotées d'un éclairage si détaillé qu'il est possible de les confondre avec un incendie de prairie. Certaines pistes sont dotées de feux de ligne centrale avec des lumières incorporées sur toute la longueur de la piste. D'autres possèdent des feux brillants à éclats cadencés ou « stroboscopes » qui conduisent au seuil de la piste. D'autres encore ont des feux indiquant la zone d'impact des roues, qui ressemblent à un immense sapin de Noël qui aurait été projeté sur les mille premiers mètres de la piste. Un de mes stagiaires a trouvé cela si joli, qu'il hésitait à atterrir dessus. Mais c'est autorisé ! Consultez le *Manuel d'informations aéronautiques* pour plus d'informations sur ces systèmes d'éclairage.

Balisages des voies de circulation

Il existe peu de choses plus pitoyables qu'un pilote à terre, même pendant la journée. Le roi ou la reine des airs devient facilement le pauvre petit canard lorsque le train d'atterrissage touche le sol. On pense,

souvent à tort, que les pilotes sont doués d'une sorte de capacité supérieure à trouver leur chemin à l'approche des aéroports. Cela est manifestement faux. La plupart des pilotes sont capables de trouver un distributeur automatique avec les yeux bandés, mais beaucoup d'entre eux ont du mal à se rendre de la piste au point d'arrimage de l'appareil, dans un aéroport peu connu. On a retrouvé des pilotes et leurs appareils dans de drôles d'endroits. Un de mes collègues est ainsi entré dans un hangar militaire secret, dans un aéroport mixte civil et militaire. (Il n'était manifestement pas si secret que cela puisqu'ils laissaient les portes ouvertes.)

La figure 7-4 montre un schéma du balisage des voies de circulation sur la carte d'un aéroport. La voie de circulation D (Delta) est parallèle à la piste 8-26 sur la portion nord, et la voie de circulation C (Charlie) est parallèle à la portion nord-ouest de la piste 3-21. Plusieurs voies de circulation s'entrecroisent et chacune possède son propre nom phonétique.

Dans les grands aéroports, mais également dans les plus modestes, lorsqu'il y a un important trafic au sol ou des constructions, il n'est pas rare qu'un contrôleur propose une autorisation de rouler complexe.

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

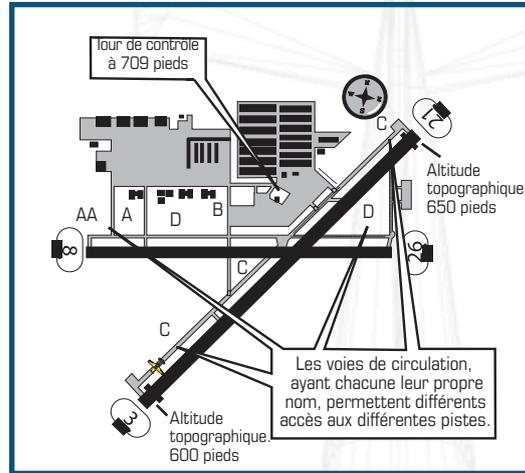


Figure 7-4 Voie de circulation dans un aéroport classique.

Voici un exemple d'autorisation :
« November 2132 Bravo, accédez à la piste 21 via Charlie, sud-ouest jusqu'à Delta, tournez à gauche, traversez la piste 21 et faites un virage à gauche sur Golf, terminé. » En général, les stagiaires répondent à cette autorisation par un « hein ? » Si vous aviez une carte d'aéroport sous les yeux, vous pourriez aisément naviguer de la position A1 à la position A2, indiquées à la figure 7-4, sans vous égarer. Il existe une grande variété de cartes d'aéroports (similaires à celle

présentée à la figure 7-4) afin de faciliter la circulation au sol dans les aéroports.

Les voies de circulation sont signalées par une ligne jaune continue et deux lignes jaunes parallèles sur le bord externe de la zone de circulation (Figure 7-5). Les noms des voies de circulation figurent sur de petits panneaux indicateurs.

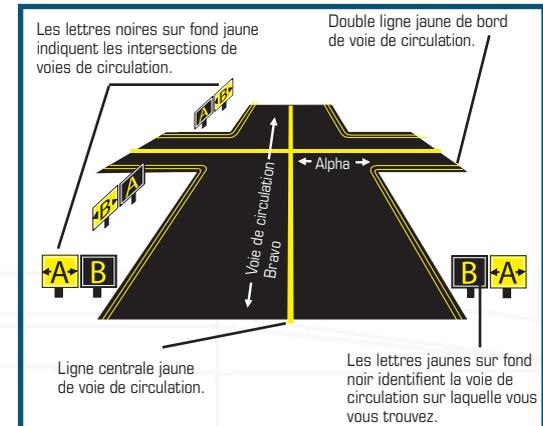


Figure 7-5 Marquages de voie de circulation. Tous les marquages de voie de circulation sont jaunes.

Situés le côté de la voie de circulation, ces panneaux portent des caractères jaunes sur fond noir: Les panneaux portant des caractères noirs sur fond jaune indiquent les positions des intersections de voies de circulation. Les flèches indiquent la

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

direction relative de ces intersections de voies. La plupart des voies de circulation (mais pas la totalité) sont équipées de feux omnidirectionnels bleus le long des lignes qui sont utilisés la nuit (voir Figure 7-6). Certains aéroports sont équipés de feux verts le long de la ligne centrale des voies de circulation.

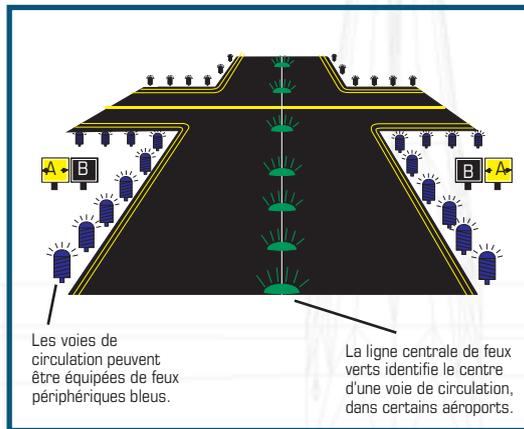


Figure 7-6 Éclairage de voie de circulation.

Il m'est arrivé une fois de voir une de mes stagiaires zigzaguer entre les feux verts sur une voie de circulation. J'ai pensé qu'elle hallucinait, puis j'ai découvert qu'elle craignait simplement d'endommager les feux de voie ou les pneus de l'appareil. Vous n'endommagerez ni les feux ni

les pneus, mais vous pouvez, si cela vous chante, maintenir les roues du train avant à quelques centimètres des feux.

En tant que pilote, vous devez être capable d'identifier l'endroit où finit la voie de circulation et où commence la piste. Cette transition est signalée par quatre lignes jaunes, dont deux en continu et deux en pointillé, coupant la voie de circulation de manière perpendiculaire et parcourant la piste en parallèle (voir Figure 7-7). Ces marquages sont appelés marquages de circuit d'attente.

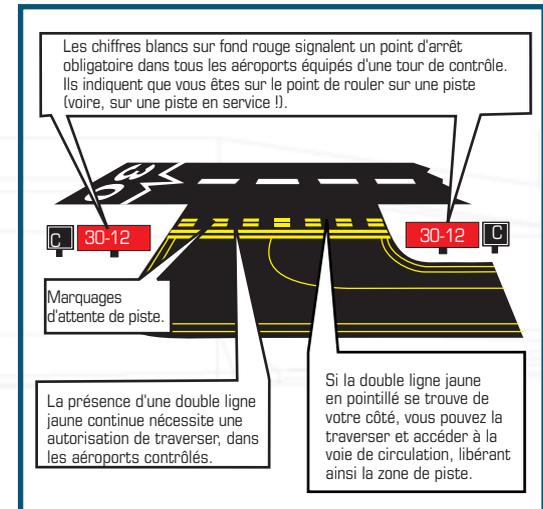


Figure 7-7 Marquage de voie de circulation.

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

Dans un aéroport doté d'une tour de contrôle, lorsque les deux lignes continues se trouvent de votre côté, vous devez demander une autorisation pour accéder à la piste. Si les deux lignes en pointillé se trouvent de votre côté, vous devez les traverser pour quitter la piste et vous engager sur la voie de circulation. (Dorénavant, nous appellerons « aéroport contrôlé » tout aéroport doté d'une tour de contrôle.)

En supposant que venez juste d'atterrir et que vous roulez pour quitter la piste, vous devez traverser la double ligne en pointillé afin de quitter la piste. La FAA considère que votre appareil n'a pas quitté la piste tant que la totalité de celui-ci (jusqu'au dernier rivet) n'a pas complètement franchi cette double ligne jaune en pointillé. Il s'agit d'empêcher que la queue des longs avions (tels que le DC-8 allongé) n'empiète pas sur la piste. Cela pourrait compliquer la manœuvre d'atterrissage d'un autre pilote et lui causer une montée de tension inutile.

Dans les aéroports qui n'ont pas de tour de contrôle (soit qu'ils n'ont pas de tour de contrôle du tout, soit que la tour de contrôle n'est pas en service la nuit), c'est au pilote qu'incombe la décision d'accéder à une piste en service. (Désormais nous

appellerons « aéroport non contrôlé » tout aéroport qui n'est pas doté d'une tour de contrôle ou dont la tour de contrôle n'est pas en service.) Dans ce cas, vous devez vous tenir un peu avant la piste, derrière les lignes continues du circuit d'attente. Accédez à la piste lorsqu'elle est dégagée de tout trafic et qu'aucun avion n'est en approche final courte (c'est-à-dire, prêt à atterrir). En d'autres termes, « observez attentivement avant de vous engager sur la piste ». La dernière chose que vous souhaitez est qu'un autre pilote effectue un posé-décollé sur vous. Et vous ne gagnerez pas en sympathie à l'aéroport en obligeant un autre pilote à remettre les gaz. Il est également judicieux de rendre compte de vos manœuvres sur les CTAF lorsqu'il n'y a pas de tour de contrôle en service. Cela renseigne les autres pilotes présents sur le circuit d'aéroport sur vos propres manœuvres. Vous en saurez bientôt plus à ce sujet.

Il existe un autre moyen de signaler le début de la piste ; il s'agit d'un panneau blanc sur fond rouge situé à proximité des doubles lignes jaunes continues et en pointillé (voir Figure 7-7). Ces panneaux d'information sont appelés panneaux de circuit d'attente, bien qu'ils ne mettent rien en attente. Leur présence vous indique que vous êtes sur le

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

point d'accéder à une piste en service. Ils indiquent également le sens de la piste. Dans la figure 7-7, l'indication 30-12 signale que la piste 30 se trouve à gauche et que la piste 12 est sur la droite (en d'autres termes, tournez à gauche pour atteindre le début de la piste 30, etc.). Dans les aéroports contrôlés, ces panneaux vous signalent de maintenir votre position, sauf si l'autorisation d'accéder à la piste, ou de la croiser, vous a été délivrée. La figure 7-8 représente un panneau simple de circuit d'attente, indiquant que la voie de circulation va croiser le début de la piste de décollage.

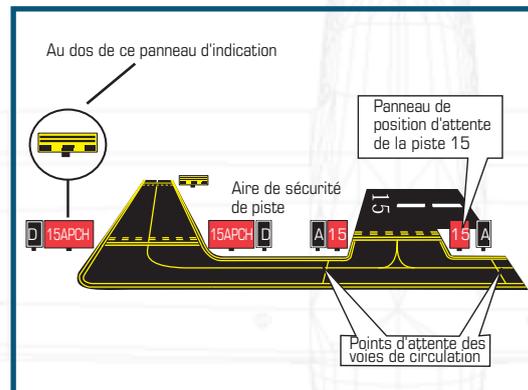


Figure 7-8 Éclairage de voie de circulation.

Dans les aéroports non contrôlés, les panneaux de circuit d'attente indiquent que vous pouvez traverser ou vous engager sur la piste, après vous être assuré qu'il n'y a aucun trafic (un appareil en phase de décollage ou d'atterrissage empêchera votre manœuvre). Dans les aéroports dotés d'une tour de contrôle, ces panneaux vont de paire avec les doubles lignes continues et en pointillé du circuit d'attente.

Dans certains aéroports, il est possible que les voies de circulation empiètent sur les aires de sécurité des pistes, comme indiqué à la figure 7-8. La voie de circulation Delta se situe juste avant le début de la piste 15. Il est possible que les appareils atterrissant sur la piste 15 soient en approche assez lente pour poser problème, à la fois aux appareils en approche et aux appareils roulant au sol. Et ce risque est d'autant plus probable que les avions sont de grande taille ; cependant, les pires scénarios sont envisagés par les règlements. Les panneaux de position d'attente pour cette piste périphérique sont représentés par des caractères blancs sur fond rouge. L'inscription 15APCH située à côté de la double ligne jaune continue indique un point d'attente obligatoire dans les aéroports dotés d'une tour de contrôle (cela signifie

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

que tout appareil sur la voie de circulation suivante pourrait gêner un appareil en approche). Sur le bord opposé de la piste, sur la voie de circulation Delta, sur la face arrière du panneau de position d'attente, se trouve un indicateur d'aire de sécurité de piste (que l'on rencontre normalement dans les aéroports contrôlés). Cet indicateur présente des marquages identiques à ceux des voies de circulation (doubles lignes continues et en pointillé). Ils peuvent être utilisés au moment de votre décision de communiquer à un contrôleur aérien que vous n'êtes plus sur la piste. Souvenez-vous toutefois que dans les aéroports non contrôlés, ce sont les pilotes eux-mêmes qui prennent la décision de s'engager sur une piste ou d'en traverser une.

Il est peu probable, mais pas impossible, qu'un pilote roule accidentellement sur une piste en service dans un aéroport contrôlé. Un jour qu'il se trouvait sur un aéroport encombré, un pilote a roulé jusqu'au milieu d'une piste en service et s'est simplement arrêté à cet endroit (probablement en espérant tomber sur un de ces camionnettes jaunes qui ravitaillent en sandwiches). Totalement désorienté par les directives de la tour et n'osant pas demander d'éclaircissement sur celles-ci,

il a stoppé son appareil alors qu'un jet était en approche finale. La tour de contrôle lui a demandé : « 32 Bravo, savez-vous où vous vous trouvez ? » Le pilote a répondu : « Sur l'aéroport de Burbank ? » Le contrôleur a continué : « Oui, c'est bien cela, mais voyez-vous le gros Boeing 707 en approche finale, qui fonce sur vous ? » « Oui », a répondu le pilote. « Voulez-vous vraiment qu'il fasse un touché-décollé sur vous ? » « Non », a rétorqué le pilote. Le contrôleur lui a dit : « Dans ce cas, vous feriez mieux de déguerpir de cette piste. » Ce que le pilote a fait sans demander son reste.

Balisages de piste supplémentaires

Ce n'est pas parce qu'il y a du béton dans la configuration d'une piste qu'il est possible d'y atterrir. Sur certaines pistes, des chevrons jaunes sont peints (Figure 7-9, position A). Ces indicateurs signalent que la surface est impropre au roulage, au décollage et à l'atterrissage. C'est un peu un no man's land pour avions. N'utilisez aucune partie de ces zones. Elles sont hors-limites car le terrain ne supporterait pas le poids d'un avion même pour le roulage, et à plus forte raison pour l'atter-

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

risage, ou encore il est tout simplement inapproprié. Les avions qui s'aventureraient sur les chevrons pourraient voir leurs axes de train d'atterrissage se planter dans l'asphalte, et se retrouver comme des mouches géantes prises au piège sur du papier tue-mouches.

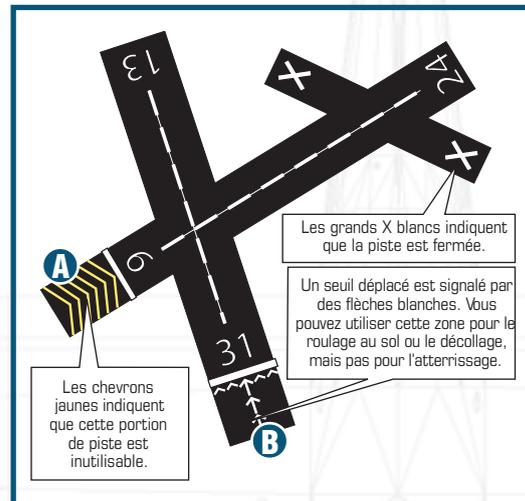


Figure 7-9 Marquages au sol de piste.

Les flèches blanches orientées dans une direction donnée constituent ce que l'on appelle un « seuil déplacé » (Figure 7-9, position B). Il s'agit d'une zone de piste qui n'est pas destinée à l'atterrissage, mais sur laquelle il est possible de rouler, de décoller ou de sortir en virage après l'atterrissage. Les seuils déplacés entrent souvent dans le cadre des mesures destinées à lutter contre le bruit. En vous obligeant à atterrir plus loin sur la piste, vous devez maintenir une altitude en approche supérieure à celle que vous auriez eue en atterrissant en début de piste. La présence d'un seuil déplacé peut avoir plusieurs causes, notamment la capacité d'un terrain à supporter le poids d'un avion, mais pas l'impact causé par l'atterrissage. (Il y a une grande différence, je peux vous l'assurer, car l'un de mes instructeurs se référerait souvent aux valeurs de l'échelle de Richter pour commenter chacun de mes atterrissages.)

COURS AU SOL 7 : FAIRE CIRCULER L'APPAREIL AU SOL

Je ne citerai aucun nom, mais il est notoire que certains pilotes professionnels ont atterri dans un aéroport différent de celui auquel ils étaient destinés, avec le plein de passagers à bord. Il n'y a rien de tel que de transporter tout son public à un four. C'est exactement ce qu'a fait un pilote dans un aéroport de la Côte Est. Il a accidentellement atterri sur un terrain d'entraînement occupé par de ridicules petits Cessna et Piper s'agitant autour du circuit d'aéroport. Lorsqu'il a atterri et s'est arrêté, ses roues avaient creusé des trous dans la surface de la piste. Il a su qu'il était dans l'embarras lorsqu'il a dû mettre la pleine puissance simplement pour rouler. Quelques usagers de l'aérodrome sont accourus et ont lancé : « Hé ! Regardez ce que vous avez fait à notre piste ! Vous l'avez couverte de mottes de gazon. Bon sang ! » Il a fallu démonter l'appareil pièce par pièce jusqu'à ce qu'il soit assez léger pour ne pas endommager la piste plus avant. Il n'en a pas été de même pour la carrière du pilote.

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

Commençons par un peu de théorie

Pendant le cours sur le vol lent, je vous ai montré comment l'angle d'attaque des ailes augmentait pendant que la vitesse diminuait afin de maintenir suffisamment de portance pour le vol. Peut-être vous êtes-vous demandé s'il existait une limite supérieure à l'angle d'attaque ? Après tout, le bon sens veut qu'il y ait une limite à toute chose. Les anciens égyptiens fixaient des limites que leur dictait leur bon sens, spécialement en ce qui concerne la taille de leurs pyramides (c'est ce qu'on appelle, je crois, le *Toutankhabon* sens). Les ailes ont également leur limite.

L'air commence à tourbillonner au-dessus des ailes lorsque celles-ci atteignent un fort angle d'attaque (environ 18 degrés pour la plupart des avions). L'angle auquel l'air commence à tourbillonner et au-delà duquel se déclenche le décrochage s'appelle l'« angle d'attaque critique ».

Voici une idée aussi capitale que le plus gros poisson que vous ayez jamais attrapé - un vrai trophée. Étant donné que les ailes décrochent inmanquablement après avoir dépassé l'angle d'attaque critique, il est possible de rétablir en diminuant l'angle d'attaque jusqu'à une valeur inférieure à l'angle critique. Tout le monde a suivi ? Répétez-vous cela 10 fois de suite rapidement.

Décrochage, angle d'attaque et nez de l'appareil

Le travail du pilote consiste à gérer les quatre forces, à maintenir la portance, et éviter les tourbillons d'air qui entraînent le décrochage.

Considérez les molécules d'air comme de minuscules voitures de course circulant sur l'avion (Figure 8-1). Chaque voiture et chaque molécule n'a qu'un seul objectif : suivre la courbe de la surface supérieure incurvée de l'aile. Bien sûr, si l'aile a un angle d'attaque faible, la courbe n'est pas très prononcée, et le parcours est assez aisé (Figure 8-1A).

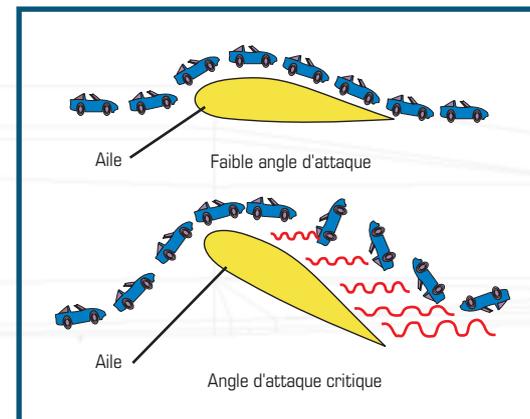


Figure 8-1 Angle d'attaque.

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

Mais observez la courbe empruntée par ces voitures et ces molécules d'air lorsque l'aile a un fort angle d'attaque. Lorsque l'angle d'attaque dépasse 18 degrés environ (valeur de l'angle critique, pour des raisons que nous verrons plus tard) ces molécules d'air « bolides » ne parviennent pas à négocier le virage (Figure 8-1B).

Lorsque cela se produit, elles commencent à tomber en vrille ou à tourbillonner dans l'atmosphère libre, n'assurant plus un écoulement d'air laminaire uniforme et suffisamment rapide (Figure 8-2). Les ailes décrochent.

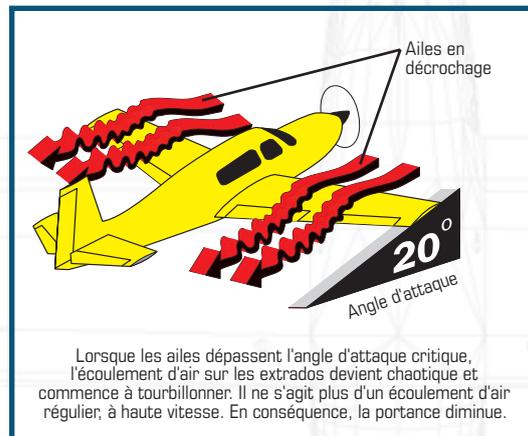


Figure 8-2 Aile décrochée contre aile non décrochée.

Souvenez-vous que, selon Bernoulli, un écoulement d'air plus lent sur la surface de l'aile entraîne une diminution de la portance. La portance dynamique causée par le choc des molécules d'air sur la face inférieure de l'aile est toujours présente, mais nous savons déjà qu'elle ne fournit pas la portance nécessaire pour maintenir l'avion. Quand la portance est inférieure au poids, les pires ennemis se produisent sur les meilleurs avions. L'aile n'assure plus et décroche. Abandonné par Bernoulli, l'appareil est inexorablement rappelé sur terre par la gravité, selon ses propres conditions.

Toutes les ailes ont un angle d'attaque critique (cet angle varie légèrement selon les types d'avions). Au-delà de cet angle, l'aile et le vent ne s'accordent plus du tout. Toutes les théories que vous invoquerez ne viendront pas à bout des lois de la physique et de la dynamique. La police des ailes veille en permanence. Dépassez l'angle d'attaque critique, et les molécules d'air ne vous fourniront plus de portance. Si cela vous semble sérieux, ça l'est. Fort heureusement, il existe une solution simple, qui ne consiste certainement pas à crier à l'instructeur : « Tenez, prenez les commandes ! ». J'aimerais que vous vous bouchiez une oreille parce que je m'appête à vous annoncer un point très important et que je ne veux en aucun cas qu'il entre dans une oreille pour en ressortir immédiatement par

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

l'autre. Voici donc ce point important : Il est possible de rattraper le décrochage en réduisant l'angle d'attaque. Il suffit pour cela d'abaisser le nez de l'appareil avec douceur à l'aide de la gouverne de profondeur (Figure 8-3A et 8-3B).

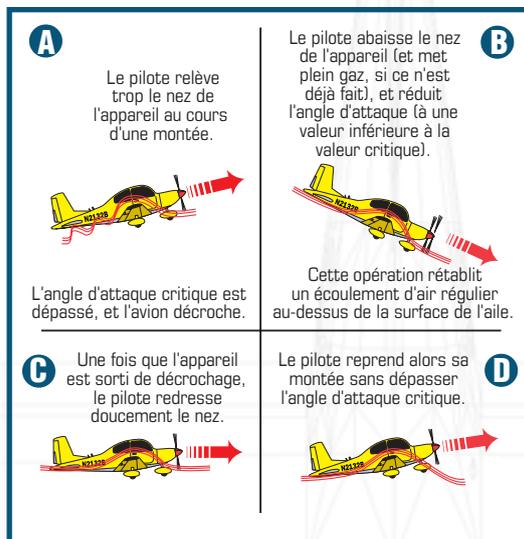


Figure 8-3 Décrochage et dépassement de l'angle d'attaque critique.

Doucement, as des as ! Une fois que l'angle d'attaque est inférieur à l'angle critique, les molécules d'air circulent sans heurt à la surface de l'aile et la portance est de nouveau rétablie. C'est aussi simple que cela. L'appareil est à présent en mesure de voler et d'effectuer tout ce qu'un avion est supposé faire (Figure 8-3C et 8-3D). Si vous êtes sûr de retenir ce point important, vous pouvez retirer vos doigts de votre oreille.

Pourquoi faire une telle affaire de tout cela ? Parce que dans un moment de stress (se trouver avec des ailes qui ne portent plus cause un grand stress chez de nombreux pilotes), vous aurez tendance à faire exactement le contraire de ce qui est recommandé. Les pilotes ont une tendance naturelle à tirer ou pousser sur la gouverne de profondeur pour modifier l'inclinaison longitudinale de l'avion. En cas de décrochage, l'appareil se met à piquer, et votre instinct inexpérimenté vous pousse à tirer sur la gouverne de profondeur. Vous aurez beau tirer sur ce manche comme un forcené jusqu'à vos genoux, vous n'en tirerez rien de valable. L'aile continuera à décrocher, et vous, vous aurez le regard d'un bœuf fraîchement castré.

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

Si l'aile décroche, il y a une chose que vous devez faire impérativement : réduire l'angle d'attaque à une valeur inférieure à l'angle critique. C'est seulement après avoir effectué cela que l'aile se remet à porter. Le fait de mettre pleins gaz facilite également la procédure de rétablissement en accélérant l'appareil. L'augmentation de la vitesse d'avancement obtenue par l'ouverture des gaz aide également à réduire l'angle d'attaque.

Ne restez pas assis sans agir, avec vos ailes qui décrochent. On ne vous appelle pas le commandant de bord pour rien. Réagissez, et à bon escient.

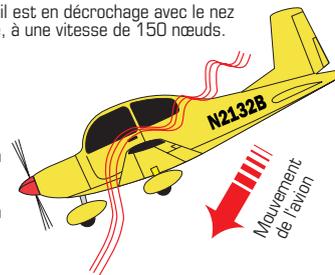
Décrochage à n'importe quelle assiette et n'importe quelle vitesse

Vous devez comprendre que le décrochage est possible à n'importe quelle assiette et n'importe quelle vitesse. Remettez-vous un doigt dans l'oreille. Cela ne fait aucune différence si le nez de l'appareil pointe vers le haut ou vers le bas, et si vous volez à 60 ou 160 nœuds. Le fait qu'un avion dépasse son angle d'attaque critique est indépendant de son assiette ou de sa vitesse. La figure 8-4A montre un exemple de ce phénomène.

A

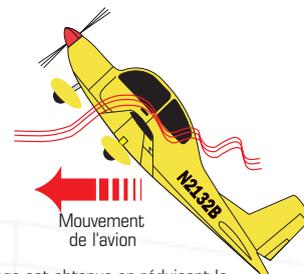
L'appareil est en décrochage avec le nez en piqué, à une vitesse de 150 nœuds.

La seule façon pour le pilote de rétablir est de relâcher la contre-pression qu'il exerce sur la commande de la gouverne de profondeur (qui a été la cause du décrochage en premier lieu)



B

L'avion se déplace horizontalement à 100 nœuds, et décroche car le pilote a tiré trop brusquement sur la commande de la gouverne de profondeur.



La sortie de décrochage est obtenue en réduisant la contre-pression sur la commande de la gouverne de profondeur et en diminuant l'angle d'attaque à une valeur inférieure à la valeur critique.

Figure 8-4 Sortie de décrochage lorsque l'angle d'attaque critique a été dépassé.

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

Les avions ont une certaine inertie, ce qui signifie qu'ils ont tendance à continuer à se déplacer dans le sens où ils naviguent. L'avion A pointe vers le bas et plonge à une vitesse de 150 nœuds (n'essayez pas cela chez vous !). Le pilote a trop brusquement tiré sur le manche, obligeant les ailes à dépasser leur angle d'attaque critique, et l'appareil a décroché. Hou la ! Imaginez cela. Il décroche en piquant à 150 nœuds ! La figure 8-4B illustre un exemple d'appareil décrochant à 100 nœuds, en vol rectiligne en palier après que le pilote ait tiré trop brusquement sur la gouverne de profondeur.

Que doit faire le pilote pour rétablir ? La première chose est de réduire l'angle d'attaque en poussant la gouverne de profondeur, ou en relâchant la pression sur le manche ou le volant de commande (souvenez-vous que le fait d'avoir tiré sur la gouverne de profondeur est probablement à l'origine du trop fort angle d'attaque qui a entraîné le décrochage en premier lieu.) Cela a pour effet de rétablir un écoulement d'air rapide et régulier sur l'aile. L'avion vole à nouveau.

La deuxième étape consiste à fournir toute la puissance disponible (si nécessaire) afin d'accélérer l'appareil et de faciliter la réduction de l'angle d'attaque.

Une fois que l'appareil n'est plus en phase de décrochage, il doit être rétabli dans la position désirée, et vous devez vous

assurer de ne plus décrocher. Le fait de décrocher immédiatement après un premier décrochage est appelé « décrochage secondaire ». À la différence de l'école secondaire, ce décrochage n'est pas considéré comme un progrès, particulièrement par l'instructeur qui y assiste. (Vous saurez que votre instructrice n'est pas très contente si elle glisse des propos du style : « Hum, en comparaison, un accouchement c'est pas grand chose ».)

Faire décrocher un avion intentionnellement, à une altitude de sécurité, est une opération amusante ou du moins instructive. Les décrochages sont des manœuvres réalisées sans trop de heurts dans la plupart des avions. En revanche, faire décrocher un avion à proximité du sol est une affaire plus sérieuse, car ce n'est généralement pas un acte intentionnel. Au cours de votre formation au vol, vous serez amené à pratiquer très souvent la sortie du décrochage (le rétablissement).

Maîtriser un avion qui décroche est une chose ; maîtriser son propre instinct naturel en est une autre. Par exemple, un des pièges classiques du décrochage, dans lequel vous pourriez littéralement « tomber », implique une grande vitesse descendionnelle au cours de l'atterrissage. En phase d'approche, il est possible que vous ayez à tirer sur la gouverne de profondeur pour tenter de réduire la pente de la descente. Si vous dépassez l'angle

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

d'attaque critique, l'appareil décrochera. La piste apparaîtra alors sur votre pare-brise telle une supernova vue en orbite basse.

Si vous suivez votre instinct inexpérimenté et vous acharnez à tirer sur la gouverne de profondeur, le décrochage s'accroît. Les pilotes expérimentés s'y connaissent mieux. Conscients des risques de décrochage, ils appliquent une combinaison appropriée de contre-pression sur la gouverne de profondeur et de puissance au cours de l'atterrissage afin de corriger leur trajectoire de descente sans pour autant dépasser l'angle d'attaque critique. (Votre instructeur vous enseignera le dosage correct entre la gouverne de profondeur et la puissance, pour l'atterrissage.) Comment les pilotes connaissent-ils la contre-pression adéquate à appliquer sur la gouverne de profondeur ? Comment peuvent-ils être sûrs qu'ils ne feront pas décrocher l'appareil ?

Si votre appareil était équipé d'un indicateur d'angle d'attaque, il serait aisé d'identifier les décrochages. Vous auriez simplement à maintenir l'angle d'attaque à une valeur inférieure à l'angle critique des ailes. Bien qu'ils soient d'une aide très précieuse, les indicateurs d'angle d'attaque sont rares à bord des petits avions. Dans Flight Simulator, la seule indication que vous ayez sur l'imminence d'un décrochage est l'avertisseur sonore de décrochage. Vous bénéficiez également du luxe de voir apparaître l'inscription « DÉCROCHAGE »

sur votre écran. Bien entendu, vous ne trouverez pas cela à bord d'un vrai appareil. Vous pouvez cependant trouver des lumières rouges d'avertissement qui se déclenchent en cas de décrochage, ce qui revient à peu près au même.

À présent que vous possédez de solides bases sur la perte de vitesse aérodynamique, passons aux explications sur la sortie de décrochage.

Ne volez plus, décrochez

Le fait de tirer sur le manche a amené les ailes à dépasser l'angle d'attaque critique et à décrocher. Au cours du décrochage, l'écoulement d'air tourbillonne au lieu de circuler régulièrement à la surface des ailes. Il en résulte une portance insuffisante, obligeant l'avion à piquer en avant (il penche en avant si les passagers et les bagages ont été bien répartis dans l'appareil). On pourrait comparer ce piqué systématique à la manœuvre de Heimlich appliquée sur soi-même ; l'appareil réduit son angle d'attaque à une valeur inférieure à celle de l'angle critique et rétablit sa capacité à voler.

Si les avions sont conçus de manière à sortir du décrochage par eux-mêmes, pourquoi devez-vous apprendre tout cela ? Le problème est que les pilotes empêchent souvent par leurs manœuvres, la sortie de décrochage. Vous devez connaître ces

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

manœuvres. En outre, un décrochage accidentel à basse altitude exige que vous puissiez immédiatement rétablir afin d'éviter une trop grande perte d'altitude. Tentons un autre décrochage, mais cette fois, observons ce qui se produit si vous empêchez l'appareil de piquer en avant de lui-même.

Ce qu'il ne faut pas faire en cas de décrochage

Qu'arrive-t-il si nous provoquons le décrochage et si nous empêchons l'appareil de sortir de ce décrochage ?

La réponse est que l'appareil continuera de décrocher, le manche étant tiré complètement en arrière. Vous aurez beau tirer sur le manche, l'appareil ne remontera pas pour autant. Pensez-y attentivement. Vous pourriez rester en décrochage jusqu'à atteindre le sol, le manche étant en position complètement en arrière, ce qui ne vous amuserait pas forcément, n'est-ce pas ? Le fait de maintenir le manche en position arrière-toute maintient l'angle d'attaque à une valeur égale voire supérieure à l'angle critique. C'est malheureusement ce que font certains pilotes après avoir fait décrocher leur appareil.

Ce qui est recommandé de faire en cas de décrochage

C'est la raison pour laquelle nous avons appris à relâcher la contre-pression sur ce satané manche, et à le pousser en avant jusqu'à ce que l'angle d'attaque des ailes soit revenu à une valeur inférieure à l'angle d'attaque critique. L'assiette correcte à adopter pour la sortie de décrochage dépend de plusieurs facteurs, c'est pourquoi nous utiliserons un piqué avant de 5 à 10 degrés pour les simulations de sortie de décrochage. Il n'est pas nécessaire d'effectuer un piqué excessivement raide, car il en résulte une perte d'altitude et une augmentation de la vitesse trop importantes.

Comment pouvez-vous savoir si vous avez suffisamment diminué l'angle d'attaque ? Dans un simulateur, l'avertisseur sonore de décrochage cesse de beugler, l'inscription « DÉCROCHAGE » disparaît de l'écran, l'appareil se remet à voler, la vitesse commence à augmenter et les commandes de vol répondent beaucoup mieux. Si votre instructeur ou instructrice était à bord, sa voix baisserait également en tonalité, et les baleines perdraient l'envie de venir s'échouer sur les plages.

À quelques rares exceptions près, voilà donc la technique qui a toujours été utilisée par les pilotes pour identifier et sortir des décrochages. Il vous faudra également mettre les pleins gaz immédiatement après avoir réduit l'angle d'attaque. Cela facilite le

COURS AU SOL 8 : DÉCROCHAGES

processus de sortie de décrochage. Veillez à ce que le nez de l'appareil ne cabre pas après avoir donné de la puissance. Cela pourrait à nouveau accroître suffisamment l'angle d'attaque pour causer un nouveau décrochage. Lorsque l'appareil n'est plus en phase de décrochage (c'est-à-dire, une fois que l'avertisseur sonore a cessé de sonner), relevez le nez afin d'obtenir une assiette de montée et d'établir une vitesse ascensionnelle.

Décrochages au départ

Qu'arrive-t-il si vous décrochez alors que vous êtes déjà pleins gaz ? Disons que vous venez juste de décoller d'un aéroport et que vous êtes pleine puissance en phase d'ascension (ce qui est la procédure habituelle à bord de cet appareil). Vous tombez soudainement nez à nez avec un bourdon qui s'est invité dans le cockpit. Vous êtes distrait et oubliez de piloter l'appareil pendant que vous chassez la bestiole des deux mains. Bien sûr, tous les moulinets que vous décrivez dans l'air avec vos bras font ressembler le cockpit à un plateau de film de Kung-fu pendant que l'appareil décroche. Que faire ?

En bref, tous les mouvements de kung-fu du monde ne vous aideront pas si vous ne faites pas une chose : réduire l'angle d'attaque à une valeur inférieure à celle de l'angle critique. Une fois que l'avion ne sera

plus en décrochage, vous pourrez rétablir votre assiette de montée. Ne vous occupez pas de la manette des gaz puisque vous êtes déjà pleins gaz.

Vous y voilà : Voici terminé votre premier tour dans le parc d'attractions aérien connu sous le nom de « Décrochage Land ». Le seul problème c'est que vous n'avez pas encore visité le moindre recoin du « Réalité Land ». Voilà ce que vous avez raté.

Il est aisé de se souvenir que les avions décrochent parce que la valeur de l'angle d'attaque critique a été franchie. Mais n'oubliez pas que cela peut se produire à n'importe quelle assiette, à n'importe quelle vitesse, et à n'importe quel réglage de puissance. À présent, place à plus de vérité.

En réalité, si l'appareil pointait directement vers le bas et si vous tiriez sur les commandes assez brusquement, l'avion décrocherait. Bien sûr, nous ne ferions pas cela dans un vrai avion (même s'il s'agissait d'un avion de location). Souvenez-vous qu'il s'agit d'un simulateur. Il est possible de réaliser des choses dont vous n'oseriez même pas rêver à bord d'un vrai appareil. C'est comme de visiter « le Monde Enchanté », en ce sens que nous ne courons que très peu de risques dans cette démonstration. Nous pouvons donc profiter de notre technologie et constater ce dont tout le monde parle, sans jamais l'avoir vraiment fait. Et maintenant, que diriez-vous d'aller vous exercer au décrochage dans la Leçon 1 pour pilotes privés ? Amusez-vous bien !

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

J'apprécie les virages serrés ! Il est amusant et stimulant de les aborder, et ils constituent un test pertinent pour éprouver l'habileté d'un pilote à situer les limites des performances de son appareil. Et si vous jouez à Microsoft® Combat Flight Simulator, ils vous seront utiles pour échapper à un ennemi qui tente de vous descendre par l'arrière !

On a recours aux virages serrés (généralement ceux dont l'angle d'inclinaison latérale se situe entre 45 et 55 degrés) pour développer les aptitudes de vol. Si vous vous y exercez souvent, vous constaterez que vous parviendrez à contrôler les commandes de vol avec une souplesse accrue. Les virages serrés vous apprendront également à partager votre attention entre les différents points que requièrent ces manœuvres de haute performance.

Ils présentent un autre avantage dont vous n'êtes pas forcément conscient. Les virages serrés vous montrent que les avions ont leurs limites, et que les repousser ne se fait pas impunément. Prendre un virage trop serré peut entraîner un décrochage. Cela n'est pas foncièrement périlleux si vous vous trouvez à plusieurs milliers de pieds au-dessus du sol. En revanche, n'essayez pas d'exécuter un virage serré lorsque vous vous alignez sur la piste à faible altitude et avec une vitesse insuffisante. C'est le plus sûr moyen de vous engager dans une

nouvelle carrière, telle que la géologie. Et vous vous y engagerez à fond - à deux mètres de profondeur.

Aérodynamique des virages serrés

Un petit rappel pour commencer. Dans un cours précédent, vous avez appris que le fait d'incliner latéralement les ailes permettait à la portance de tirer l'avion latéralement. L'avion tourne car certaines de ses forces de sustentation agissent horizontalement.

Bien entendu, lorsqu'un objet est mis en mouvement, il a tendance à vouloir conserver ce mouvement. C'est un certain monsieur Newton qui l'a affirmé (Isaac, pas Wayne). Lorsqu'un avion tourne, sa masse entière a tendance à vouloir conserver sa direction initiale. C'est la raison pour laquelle vous avez l'impression de vous enfoncer dans votre siège sur une montagne russe lorsque les rails changent de direction. La montagne russe change de direction, mais votre corps a toujours tendance à vouloir continuer son déplacement en ligne droite. Subissant également la force d'attraction de la terre, vous avez l'impression que vous allez traverser votre siège.

Bien que les avions ne volent pas sur des rails, vous ressentirez la même force vous attirant vers le bas dans votre siège lorsque vous exécuterez un virage serré coordonné. Plus le virage est serré, plus la force vous

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

enfonce dans votre siège. Cette force est parfois appelée force G (ou facteur de charge). Le « g » de force G provient du mot « gravité » et n'a aucun rapport avec le son émis par les passagers lorsqu'ils se sentent s'enfoncer dans leur siège au cours d'un virage serré : « Gloups ! »

La force G est une force inhérente à tous les avions. Le graphique de la figure 9-1 représente l'augmentation de la force G pour une inclinaison donnée. L'exemple montre qu'avec une inclinaison de 60 degrés, l'avion et vous-même subissez une force G de 2 (2g). En d'autres termes, l'avion et vous-même vous sentez deux fois plus lourd que d'habitude. Imaginez cela ! Vous ressentez une apparente surcharge pondérale, sans pour autant avoir laissé passé entre vos dents sélectives l'un de ces paquets de frites si grasses. Bien entendu, vous perdrez cet excès pondéral en sortant du virage et en revenant à un vol rectiligne en palier; position à laquelle vous êtes soumis à une force G de 1 - la même que vous subissez actuellement (et qui est déterminée par le nombre de frites que vous avez ingurgitées depuis votre naissance).

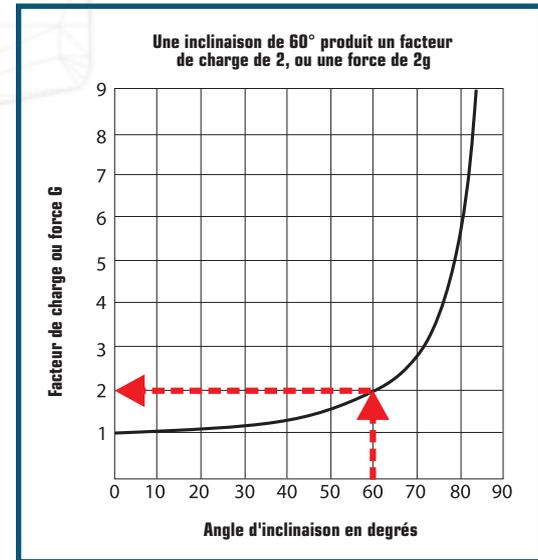


Figure 9-1 Graphique sur le facteur de charge.

Voilà le piège : si vous-même et l'avion vous sentez plus lourd du fait de l'augmentation de la force G, vous, le pilote, devez alors compenser l'augmentation artificielle du poids. Vous devez accroître la portance de l'appareil afin qu'il continue à voler. Si vous n'effectuez pas cette compensation, l'avion

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

sera incapable de maintenir de l'altitude en virages serrés. En fait, il pourra même décrocher. Et vous ne souhaitez pas être pris pour le ou la pilote qui décroche à chaque virage serré. Imaginez le type de sobriquet dont on vous affublerait : Sophie Gamelle, Alberto Tombé, ou Bruno Cratère.

Augmenter la portance dans un virage serré signifie que vous devez augmenter l'angle d'attaque en appliquant une contre-pression sur le manche. La portance doit compenser le poids - réel ou apparent - afin de maintenir l'appareil en vol. C'est pourquoi une forte inclinaison exige de grands angles d'attaque afin de produire la portance nécessaire au vol. Vous avez deviné ce qui va suivre, n'est-ce pas ?

Si vous exécutez un virage trop serré, il est possible que l'appareil atteigne son angle d'attaque critique avant d'être en mesure de fournir une portance suffisante pour le vol, et l'avion décrochera. Vous serez alors obligé de sortir du décrochage pour pouvoir continuer à voler.

Vous venez juste d'apprendre que la vitesse de décrochage d'un avion augmente dans un virage serré. Alors que vous décrochez à 50 nœuds en vol rectiligne en palier, il vous faudra au minimum 70 nœuds pour éviter de décrocher en virage serré. Le graphique de la figure 9-2 vous permet de prévoir l'augmentation de la vitesse de décrochage par rapport à l'augmentation de la force G.

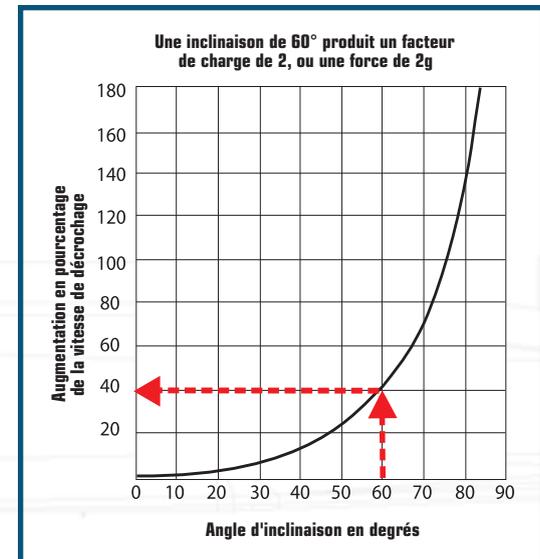


Figure 9-2 Graphique représentant la vitesse de décrochage par rapport à l'angle d'inclinaison.

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

Par exemple, pour une inclinaison de 60 degrés, l'appareil et ce qui se trouve à bord sont soumis à 2 g (c'est-à-dire à une force G de 2). La figure 9-2 montre qu'une force de 2 g accroît la vitesse de décrochage de 40 %. Par conséquent, un appareil décrochant à 50 nœuds en vol rectiligne en palier décrochera à une vitesse de 70 nœuds pour une inclinaison de 60 degrés (40 % de 50 ajoutés à 50).

Voilà ce que cela signifie pour vous. Si vous avez l'intention d'effectuer un virage serré à une inclinaison de 60 degrés, il est préférable que vous disposiez d'une vitesse d'au moins 70 nœuds si vous voulez éviter le décrochage. N'est-ce pas surprenant ? Vous venez de faire une prédiction sans consulter de boule de cristal, sans jeter d'os et sans lire dans les feuilles de thé (vous pouvez réserver cela aux prévisions météorologiques).

C'est la raison pour laquelle vous devez ajouter de la puissance en virages serrés. Dans la plupart des cas, cette opération procure l'augmentation nécessaire de vitesse qui aide à éviter le décrochage. Il est évident que si votre appareil n'est pas équipé d'un moteur puissant, il ne sera pas capable de fournir la poussée nécessaire afin de maintenir une vitesse assez importante pour éviter de décrocher

en virage serré. Je me souviens de m'être rendu chez le docteur et de lui avoir dit : « J'ai mal lorsque je fais cela ! » Son conseil a été le suivant : « Eh bien, ne faites pas cela ! »

Si vous n'avez pas la puissance nécessaire, vous ne pouvez pas effectuer de virage serré. Et l'opinion de l'auteur est définitive sur ce point.

Ne vous préoccupez pas de la technique pour le moment. Nous devons commencer par étudier l'aérodynamique ; nous reparlerons ensuite de l'art de faire des virages.

À quoi tout cela sert-il ?

Il s'avère qu'une assiette à cabrer de 6 degrés est requise pour maintenir votre altitude dans ce virage. Puisque votre angle d'attaque a augmenté, une plus grande surface de la face inférieure des ailes est à présent exposée au filet d'air. Cela vous donne plus de portance - mais accentue aussi la traînée. De cette manière, l'appareil ralentit légèrement, comme vous pouvez le constater sur l'anémomètre.

Vous voilà donc confronté à un problème :

- Un virage serré qui conserve une altitude constante s'accompagne d'une diminution de la vitesse propre.

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

- Si vous ajoutez à cela une augmentation de la vitesse de décrochage, il se peut que vous vous retrouviez entre le marteau et l'enclume si vous n'y prenez pas garde.
- Tandis que la vitesse de décrochage augmente, la vitesse propre diminue, pour finalement atteindre les mêmes valeurs.

Qu'arrive-t-il alors ? Eh bien oui, l'appareil décroche. Comment pouvez-vous empêcher que cela ne se produise en virage serré ? Essayez d'augmenter la puissance afin d'éviter la perte de vitesse propre. Une fois de plus, ne vous occupez pas de l'esthétique de vos virages pour le moment ; nous tolérons encore les vilains petits canards Taillez-vous un chemin tant bien que mal, et je vous apprendrai les règles de l'art du ballet aérien en temps voulu.

2g ou pas de g

Supposons que vous vous engagiez dans un virage à 45 degrés d'inclinaison et que vous mettiez pleins gaz. Qu'arrivera-t-il ? Vous remarquerez que l'apport de puissance vous aide à conserver votre vitesse propre. Voilà, vous avez compris. Un beau virage serré sans perte de vitesse est possible tant que vous avez la puissance suffisante.

Imaginez à présent que le virage soit très serré. Disons un virage à 60 degrés d'inclinaison. À un tel angle d'inclinaison latérale, votre vitesse de décrochage passe de 50 à 70 nœuds. La question est : « Avez-vous assez de puissance pour maintenir votre vitesse propre au-dessus de 70 nœuds dans un virage à 60 degrés d'inclinaison ? » La seule façon de le savoir est de s'y exercer à une altitude de sécurité. Au cours de vos essais, vous constaterez une diminution de votre vitesse propre, même si vous êtes pleins gaz. Quelle en est la raison ? Cela tient au fait que les petits avions ne possèdent pas la puissance supplémentaire nécessaire pour compenser l'augmentation de la traînée résultant de l'augmentation de l'angle d'attaque.

La partie la plus délicate

Nous voilà à présent arrivés au point qui donne souvent des problèmes aux pilotes. Au moment de la manœuvre d'atterrissage, alors que la puissance est coupée, ils s'engagent dans des virages serrés pour s'aligner sur la piste. Étant donné leur faible vitesse et leur forte inclinaison, leur vitesse propre et leur vitesse de décrochage convergent. En d'autres termes, en virage serré, la vitesse de décrochage augmente

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

du fait de l'augmentation de la force G, et la vitesse propre diminue du fait de l'augmentation de la traînée. Lorsque la vitesse propre et la vitesse de décrochage atteignent les mêmes valeurs, l'avion décroche. Ce n'est pas une bonne chose du tout si cela se produit près du sol. Vous entendrez souvent parler de « décrochage accéléré » pour désigner ce type de décrochage. On dit qu'il est accéléré à cause de l'importante force G générée par un virage serré.

Assez de science, monsieur Spock, place à l'art. Abordons l'art et la manière d'exécuter des virages serrés de grande classe.

Une pointe de style avant que vous ne soyez à sec

Pour réaliser un beau virage serré, un des points-clés consiste à se faire une idée à l'avance de l'assiette à adopter afin de maintenir de l'altitude dans un tel virage. Bien que beaucoup de facteurs entrent en jeu, vous pouvez néanmoins faire une évaluation à peu près précise. Il est également conseillé d'utiliser des références visuelles extérieures en virage serré.

Cela vous permet de garder un œil sur les autres appareils en vol, ainsi que de repérer l'assiette de votre avion. Il est

évident que trouver des références extérieures en virages serrés dans un simulateur relève de l'exploit, et vous devrez donc vous concentrer sur l'horizon artificiel pour y pallier.

Observez la figure 9-3. Voilà, à peu de choses près, l'assiette correcte à adopter pour un virage à 45 degrés d'inclinaison. Lorsque vous vous engagerez dans le virage, il vous faudra augmenter progressivement le tangage, jusqu'à obtenir une assiette à cabrer de 6 degrés. Vous devrez ensuite utiliser l'altimètre afin d'appliquer les petites corrections au tangage, nécessaires au maintien de l'altitude. Vous pouvez également choisir d'utiliser le variomètre en complément. Le secret consiste à effectuer de petites corrections, et à toujours garder un œil sur votre assiette.

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS



Figure 9-3

Une rectification trop importante vous enverra balader dans le ciel alors que vous tenterez de retrouver l'altitude désirée. Les normes des pilotes privés considèrent qu'un virage est acceptable si les points suivants sont vérifiés :

- Votre altitude ne varie pas de plus de 100 pieds.
- Le cap en sortie de virage se trouve à 10 degrés maximum de l'orientation initiale.

- L'inclinaison ne varie pas de plus de 5 degrés.
- La vitesse ne varie pas de plus de 10 nœuds par rapport à la vitesse d'entrée en virage.

Il y a un autre point important à savoir lorsque vous effectuez des virages serrés. Le fait de tirer sur le manche a tendance à augmenter l'inclinaison légèrement. C'est pourquoi vous devez prendre soin de ne pas laisser l'inclinaison s'accroître dans un virage serré. Cela se produit assez couramment lorsque vous appliquez une contre-pression sur le manche à balai. En outre, pour de forts angles d'inclinaison, l'avion a une tendance naturelle à accentuer son inclinaison sans aucune intervention volontaire du pilote. Une fois de plus, soyez prêt à compenser ce phénomène en agissant sur la pression des ailerons, si nécessaire. Par conséquent, en virage serré, et particulièrement lorsque vous appliquez une contre-pression sur le manche pour maintenir l'altitude, il vous sera nécessaire de compenser sur les ailerons afin d'éviter d'incliner l'avion trop fortement.

Peut-être vous demandez-vous pourquoi je n'ai pas mentionné le maintien de l'assiette pendant les virages serrés ? La raison est

COURS AU SOL 9 : VIRAGES SERRÉS

que nous utilisons le maintien de l'assiette pour maintenir les commandes dans une position donnée sur la durée. Étant donné que les virages serrés ne sont que des phases transitoires, le maintien de l'assiette n'est pas utilisé en règle générale. En outre, les virages serrés vous aident à identifier le moment où commence un décrochage accéléré. À bord d'un vrai appareil, vous sentez que vous vous enfoncez dans votre siège du fait de l'augmentation de la force G. Il est impossible de ressentir cela dans un simulateur. Par conséquent, vous devez compter sur la contre-pression que vous appliquez sur la manche pour vous prévenir de l'éventualité d'un décrochage, à des vitesses supérieures. Cela constitue une raison supplémentaire pour ne pas maintenir l'assiette en virages serrés.

Vous avez à présent les compétences suffisantes pour vous exercer à l'exécution de virages serrés avec de plus fortes inclinaisons. Lorsque vous vous exercerez à leur pratique au cours de la leçon interactive, poussez jusqu'à 55 degrés d'inclinaison, qui est l'angle requis pour l'homologation de votre licence de pilote professionnel. Effectuez vos virages en ne modifiant pas l'altitude de sortie de plus de 100 pieds par rapport à l'altitude d'entrée, et en conservant le cap de sortie à plus ou moins 10 degrés par rapport au cap d'entrée. Amusez-vous autant que vous le pourrez ! Il est temps pour vous de vous exercer aux virages serrés dans les leçons pour pilotes privés.

Lors du prochain cours de formation au sol, je vous montrerai comment éviter que votre circuit d'aéroport ne tourne au scénario catastrophe.

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

Les avions sont comme les pigeons voyageurs Les uns comme les autres sont tenus de se rendre en un endroit particulier. Pour les avions, il s'agit de l'aéroport ; pour les pigeons, c'est plutôt... leur pigeonnier. Étant donné le nombre d'avions qui convergent vers les aéroports (dans certains cas, vers le même aéroport), il est étonnant qu'ils ne se percutent pas plus souvent. Si l'on continue le parallèle avec les pigeons voyageurs, je suppose qu'on pourrait dire que les pilotes réussissent leur coup en « roucoulant » cette manœuvre en toute sécurité. En fait, les pilotes sont très organisés lorsqu'il s'agit de manœuvrer à l'approche d'un aéroport. Ils ne le survolent pas de manière anarchique, tels des papillons de nuit autour d'une source de lumière. Ils empruntent un circuit rectangulaire au-dessus de la piste à une altitude bien définie. Ce circuit est appelé « circuit d'aéroport », et il permet aux pilotes de repérer les autres appareils en manœuvre sur l'aéroport, afin de ne pas être surpris par l'un d'entre eux. C'est également le circuit que vous emprunterez lorsque vous vous exercerez au décollage et à l'atterrissage. Observons de plus près la manière d'opérer dans ce circuit d'aéroport.

Contourner un aéroport s'effectue de manière précise et minutieuse, afin d'éviter les collisions entre avions et de préparer l'atterrissage dans de bonnes conditions, en parfait alignement sur la piste. C'est cette approche de la piste et l'alignement sur celle-ci que l'on appelle circuit d'aéroport - un circuit rectangulaire tel qu'illustré à la figure 10-1. Il se compose de 5 étapes ou segments :

- L'étape de départ
- L'étape par vent de travers
- L'étape vent arrière
- L'étape de base
- L'approche finale

Passons en revue chaque segment et examinons la fonction de chacun d'entre eux. Et puisqu'il est possible de se représenter cela en n'importe quel lieu, que diriez-vous de l'aéroport d'Honolulu ?

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

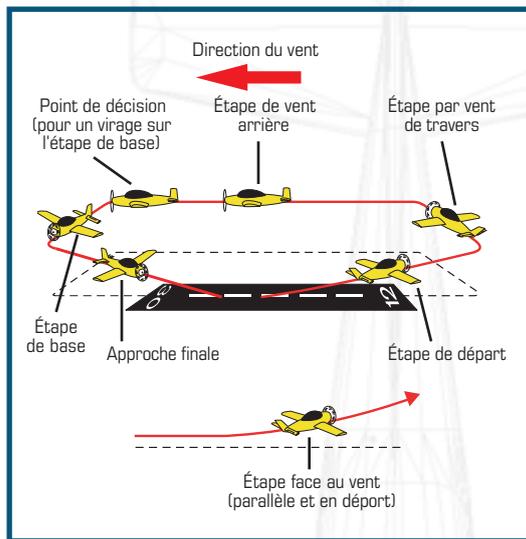


Figure 10-1 Circuit de circulation.

L'étape de départ

La branche de départ correspond au décollage, point que nous avons déjà abordé. Je suppose que vous vous dites qu'on est sur la bonne piste, puisqu'on a déjà franchi une étape.

L'étape par vent de travers

Puisque vous resterez dans le circuit d'aéroport pour votre entraînement, vous aurez à effectuer un virage à gauche de 90 degrés en direction de l'étape par vent de travers (la plupart des circuits d'aéroport utilisent des virages à gauche). Cette partie du circuit d'aéroport est appelée étape par vent de travers car la trajectoire de vol est perpendiculaire à la piste, transversalement à la direction du vent en général. Effectuez ce virage lorsque votre appareil est situé au-delà de l'extrémité de la piste de décollage, et dans la limite de plus ou moins 300 pieds de l'altitude du circuit d'aéroport (TPA, Traffic Pattern Altitude). (La TPA est l'altitude maximum à laquelle vous parcourrez le circuit.) Pour cette session de formation au sol, fixons un circuit à 1000 pieds au-dessus du niveau de la mer, ce qui signifie que vous évoluerez à une altitude de 1000 pieds au-dessus du sol (et de l'eau également ; alors gare aux poissons volants).

Au cours de l'étape de départ et de l'étape par vent de travers (mais aussi parfois au cours de l'étape de vent arrière), il est possible que l'appareil doive continuer son ascension jusqu'à atteindre l'altitude du circuit d'aéroport. Cela dépend de la façon dont vous respectez la trajectoire du circuit, mais également des performances de l'appareil, de la longueur de la piste et du nombre de danseurs de Hula que vous

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

avez à bord. Si vous atteignez l'altitude du circuit d'aéroport au cours de l'étape par vent arrière, maintenez l'appareil à 1000 pieds, accélérez à 90-95 nœuds, réduisez le régime moteur à 2000 tours par minute et maintenez l'assiette. Il est également recommandé de ne pas effectuer de virage à plus de 30 degrés d'inclinaison une fois que vous serez engagé dans le circuit d'aéroport. Ce n'est pas le moment d'utiliser vos techniques de virages de combat ; de plus, la guerre est finie depuis longtemps.

L'étape de vent arrière

Au cours de l'étape par vent de travers, un nouveau virage à 90 degrés intervient. Vous vous trouvez donc, à ce moment précis, parallèle à la piste mais dans le sens opposé. On appelle cette phase l'étape de vent arrière, car vous évoluez à présent dans le sens du vent.

Effectuez cette étape de vent arrière à une distance de la piste d'atterrissage comprise entre 800 et 1600 mètres. Plusieurs raisons à cela. Tout d'abord, cette position vous permet de rester à une distance relativement proche de la piste. De cette manière, en cas de problème moteur, vous pourrez atterrir en vol plané et en sécurité sur la piste, et non pas sur les casiers à homards d'un malheureux pêcheur. Ensuite, cela vous maintient assez proche de la piste pour que vous puissiez aisément la

distinguer. Il ne rime à rien de voler à une distance si éloignée de la piste qu'elle vous paraîtra aussi grosse qu'une boîte d'allumettes. En vous tenant plus près, vous pourrez mieux estimer les dérives latérales dues au vent et apporter ainsi les corrections vent qui s'imposent.

Le problème est de savoir estimer le moment pour effectuer le virage sous le vent. Il existe plusieurs moyens à cela. À bord d'un vrai avion, vous pouvez regarder par la fenêtre de gauche afin d'estimer la distance. Vous avez également cette possibilité dans Flight Simulator en sélectionnant la vue de la fenêtre latérale assez longtemps pour distinguer la piste, puis en revenant à la vue avant. (Vous pouvez aussi utiliser la fonction cockpit virtuel qui est très pratique et que nous avons déjà abordée. Brillant, non ?) Vous pouvez également évaluer la distance en effectuant un petit calcul mathématique. À une vitesse sol de 60 nœuds, un avion parcourt un mile nautique (1852 mètres) par minute. Par conséquent, il vous faut effectuer votre virage sous le vent entre 30 et 60 secondes après avoir viré par vent de travers. Puisque votre appareil a une vitesse ascensionnelle de 75 nœuds (vitesse sol), vous devrez l'amorcer plus tôt, vraisemblablement entre 24 et 48 secondes après avoir viré par vent de travers. Mais le moyen le plus facile est vraisemblablement d'utiliser la vue descendante pour déterminer le point de virage.

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

Enfin, comment pouvez-vous déterminer la direction adéquate pour parcourir l'étape de vent arrière ? La réponse est simple. Empruntez le sens directement opposé à celui du décollage. Sans faire aucun calcul, jetez simplement un œil sur les valeurs indiquées sur l'indicateur de cap, dès que vous serez aligné sur la piste. C'est exactement le cap que vous aurez à tenir au cours de l'étape de vent arrière.

Préparer l'étape de base

Vous continuerez à voler sous le vent jusqu'à un point situé par le travers du seuil de la piste d'atterrissage. À ce point précis, il vous faudra commencer votre préparation à l'atterrissage en sortant les volets de 10 degrés. (Assurez-vous que votre vitesse est inférieure à 95 nœuds lorsque vous sortirez les volets. Le sommet de l'arc blanc sur l'anémomètre indique la vitesse maximale de l'avion, volets sortis.) Voici la séquence que vous devez suivre dans ce cas précis :

1. Lorsque vous vous situerez par le travers de l'extrémité de la piste, sortez les volets de 10 degrés.
2. Corrigez le tangage à l'aide du manche, afin de maintenir votre altitude.

3. Maintenez l'assiette de l'appareil. (N'utilisez pas le compensateur pour modifier l'inclinaison ; c'est le manche qui a cette fonction. Utilisez le compensateur afin de relâcher la pression sur le manche, une fois que l'assiette désirée est atteinte.)

Il est important de maintenir votre altitude au cours de l'étape de vent arrière. Après tout, les avions entrent dans le circuit au cours de l'étape de vent arrière, et une descente trop prématurée par rapport à l'altitude du circuit d'aéroport pourrait se solder par un atterrissage sur un autre appareil (c'est d'ailleurs peut-être ce qui a abouti à l'invention du biplan).

L'étape de base

Il est à présent temps d'effectuer un nouveau virage à 90 degrés. C'est ce que nous appelons l'étape de base, et à ce stade, il ne vous reste plus qu'un virage à 90 degrés à effectuer pour vous retrouver en approche finale. Mais où doit débiter votre virage pour l'étape de base ?

Si l'on ne prend pas en compte le trafic autour de l'aéroport, il est commode et pratique d'amorcer votre virage pour l'étape de base lorsque le seuil d'atterrissage apparaît à 45 degrés entre l'aile (l'aile gauche dans notre cas) et la queue de l'appareil. En d'autres termes, lorsque vous regardez par la fenêtre de gauche, le seuil

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

de la piste apparaît à 45 degrés sur la gauche de l'aile (ou à mi-chemin entre l'aile et la queue), comme le montre la figure 10-2. C'est pour cette raison que le circuit d'aéroport, rectangulaire et symétrique, n'a pas la forme d'une grosse amibe. En outre, vous bénéficiez d'une distance par rapport à la piste assez longue pour effectuer votre approche dans des conditions satisfaisantes.

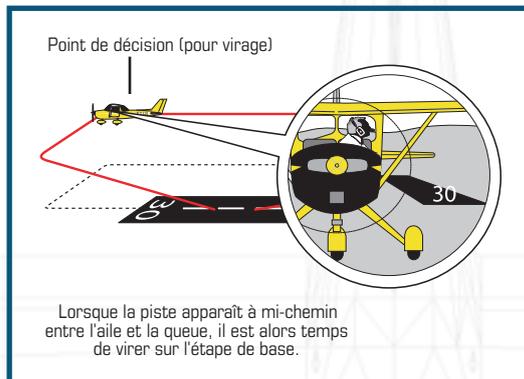


Figure 10-2 Circuit de circulation.

Si vous en ressentez un besoin impérieux, vous pouvez jeter un coup d'œil par la fenêtre gauche afin d'évaluer le moment où vous serez en position d'effectuer votre virage pour l'étape de base. Cependant, il serait plus judicieux d'utiliser la vue

aérienne de Flight Simulator afin d'évaluer le point de virage, comme vous le montre la figure 10-3.



Figure 10-3

L'étape de base est une étape de transition pour l'atterrissage. C'est la phase où interviennent de nombreux réglages dans la vitesse et la configuration d'atterrissage de l'appareil. Voilà pourquoi vous devez éviter de virer trop tôt pour l'étape de base, même si vous ne suivez pas d'autres appareils dans le circuit. Les opérations se succèdent très rapidement à l'approche de la piste. Vous devez compter assez de temps pour ajuster votre vitesse, les volets et la trajectoire de descente. C'est pourquoi je vous conseille de vous réserver une

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

distance d'approche d'au moins un mile (1500 mètres). Il est parfois préférable de modifier le circuit et de rallonger l'étape de vent arrière, de manière à obtenir une distance d'approche finale de deux miles (trois kilomètres). Si vous ne suivez pas d'autres appareils dans le circuit (ou si vous n'êtes pas suivi vous-même), une approche finale plus longue vous laisse le temps nécessaire de configurer l'appareil pour l'atterrissage. Lorsque je présente un nouvel avion, peut-être plus rapide, à un pilote, je préconise en général d'effectuer une approche finale plus longue.

La descente pour l'atterrissage est normalement amorcée au cours de l'étape de base et se poursuit tout au long de l'approche finale. En voici les phases successives :

1. Lorsque l'appareil se trouve dans la position désirée pour amorcer le virage de l'étape de base (et que vous utilisez la vue aérienne qui vous donne une vue plongeante), effectuez un virage à 90 degrés sur la gauche. Afin d'identifier facilement le cap à tenir, notez le cap qui se trouve à 90 degrés sur la gauche du cap de l'étape de vent arrière. Vous obtenez ainsi le cap à suivre pour l'étape de base.

2. Sortez du virage en suivant ce cap.
3. Réduisez les gaz jusqu'au régime de ralenti de vol.
4. Établissez une vitesse de descente de 70 nœuds (dans la mesure du possible, j'établis personnellement une vitesse supérieure de 40 % à la vitesse de décrochage sans les volets).
5. Assurez-vous maintenir votre assiette pour une vitesse de 70 nœuds.

Vous êtes maintenant prêt à intercepter la trajectoire d'approche finale.

L'approche finale

L'approche finale (parfois appelée « la finale ») constitue la phase critique de la séquence d'atterrissage. En règle générale, il est préférable d'effectuer un virage à angle droit pour virer de l'étape de base à l'approche finale. Cela vous laisse assez de temps pour observer et modifier la trajectoire de descente, ainsi que l'alignement sur la piste de votre appareil. C'est au cours de l'approche finale que l'appareil est configuré pour l'atterrissage et que la vitesse est réglée sur la vitesse d'approche finale (généralement de 30 % supérieure à la vitesse effective de décrochage de l'appareil). Une fois que l'appareil est établi et stabilisé dans la descente d'approche finale, vous êtes alors en mesure d'évaluer

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

si votre trajectoire de descente est trop haute, trop basse ou parfaite pour atterrir sur la portion de piste voulue.

En virant de l'étape de base sur l'approche finale, vous pouvez rectifier votre trajectoire de descente s'il vous apparaît que vous êtes trop haut ou trop bas.

Supposons que vous effectuez une approche moteur arrêté, en venant de l'étape de base. Après avoir viré sur l'étape de base, vous avez réduit les gaz et amorcé la descente. Supposons encore que votre objectif soit d'atterrir sur un point spécifique de la piste. Si vous êtes trop bas, vous avez la possibilité de couper le virage de l'étape de base à l'approche finale, ainsi que vous le propose la figure 10-4.

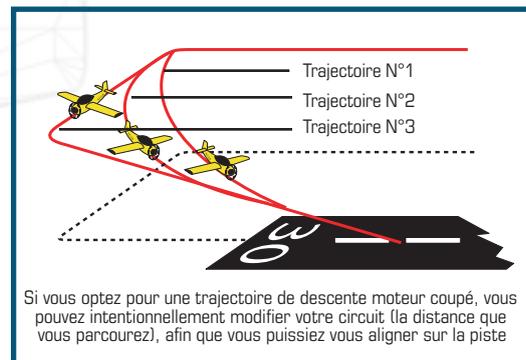


Figure 10-4 Ajustements du circuit.

La trajectoire de vol 1 vous permet de parcourir une distance moindre au cours de la descente, ce qui accroît vos chances d'atterrir au point désiré ; la trajectoire 2 est plus longue ; la trajectoire 3 représente un superbe virage à angle droit sur l'approche finale.

Si vous êtes trop haut, vous pouvez dépasser le virage de manière délibérée, ce qui vous donne une plus grande distance à couvrir au cours de votre descente, comme illustré à la figure 10-5, option B.

COURS AU SOL 10 : LE CIRCUIT D'AÉROPORT

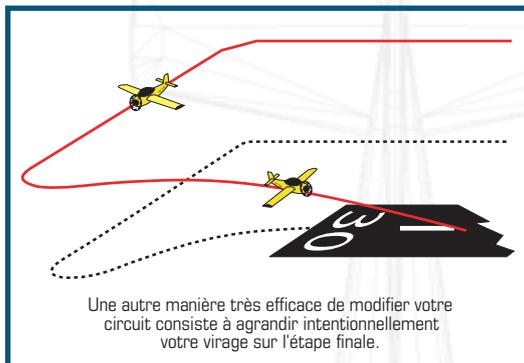


Figure 10-5 Ajustements du circuit

Une autre option montre le virage en S sur l'approche finale (figure 10-6). Les virages en S sont composés d'une succession de virages sur la gauche et sur la droite par rapport à la trajectoire directe. (C'est un peu le style de trajectoire que vous suivriez si vous aviez bu trop de punch à l'ananas !) Puisque la plus courte distance entre deux points est la ligne droite, tout ce que vous ferez pour ne pas suivre cette ligne droite aura pour effet de rallonger votre parcours. Pour un taux de descente constant, un parcours plus long vous fera perdre plus d'altitude.

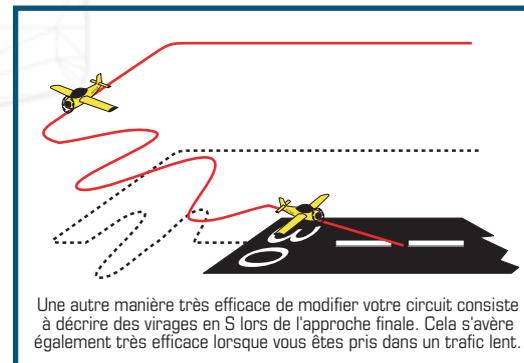


Figure 10-6. Ajustements du circuit

Une fois que vous êtes aligné sur l'approche finale, établissez une vitesse de 65 nœuds (si vous décidez d'utiliser 20 ou 30 degrés d'angle de volets, je vous recommande une vitesse de 60 nœuds). N'oubliez pas de maintenir votre assiette.

Vous devriez maintenant être en mesure d'exécuter l'atterrissage ! Exercez-vous au circuit d'aéroport dans la leçon pour pilotes privés.

Je pense que vous êtes prêt pour l'atterrissage par vent de travers. Si vous pensiez jusque là que l'atterrissage était amusant, attendez d'essayer de poser un appareil quand le vent ne souffle pas directement dans la direction de la piste.

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

Quel est le point commun entre une girouette et une piste ? La réponse est : « Aucun ». Alors que la girouette tourne selon le vent, la piste reste rivée au sol, définitivement immuable, et rien ne peut y changer. Le problème est que les pilotes préfèrent se poser face au vent, ce qui leur permet d'atterrir à une vitesse plus faible, rendant l'appareil plus facile à contrôler. Les pilotes préfèrent également atterrir sur les pistes. Par conséquent, lorsque le vent souffle transversalement à la piste, vous n'avez pas d'autre choix que d'atterrir dans ces conditions (à moins que vous ne vouliez rechercher une piste qui présente des conditions de vent plus favorables), bien que cela ne soit pas chose aisée. Nous appelons cela atterrissage par vent de travers, et vous êtes sur le point de recevoir quelques conseils et techniques à cet effet.

Tout d'abord, je vais supposer que votre simulateur est équipé d'un palonnier; ou que votre manette de jeu est dotée de la fonction palonnier parce que ces équipements sont nécessaires aux atterrissages par vent de travers. Si ce n'est pas le cas, je supposerai que vous utilisez la commande palonnier du clavier de votre ordinateur pour opérer le palonnier. Il est moins aisé d'utiliser ses pieds que ses mains, mais cela fera l'affaire. Pour simplifier, j'utiliserai le terme de palonnier dans ce cours au sol.

Le problème du vent de travers

Apprendre à atterrir par vent de travers nécessite quelques techniques supplémentaires à celles que vous maîtrisez déjà. Il est entendu que tous les éléments essentiels à l'atterrissage sont d'ores et déjà profondément ancrés dans votre esprit. Nous allons simplement jeter quelques ancres supplémentaires pour faire de vous un pilote complet. Nous commencerons par apprendre comment corriger la dérive par vent de travers.

Il existe deux méthodes de base pour parvenir à rectifier la dérive au cours d'une approche et d'un atterrissage par vent de travers. La première est la méthode du crabe et la seconde est la méthode de l'aile basse (ou méthode du dérapage). Voyons d'abord comment faire voler un appareil en crabe afin de corriger la dérive par vent de travers, et nous aborderons ensuite la méthode de l'aile basse qui a la même fonction.

Vol en crabe

Je suppose que le terme de vol en crabe provient de l'observation du mode de déplacement des crabes. Les crabes semblent se diriger dans une direction, alors qu'ils marchent en fait vers une direction différente. On pourrait penser que les déchets toxiques présents sur les plages hautement polluées sont à l'origine

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

de ce comportement (je ne sais pas ce qu'il en est pour vous, mais pour ma part, un petit coup de DDT me fait toujours marcher bizarrement). Fort heureusement, la démarche des crabes est étrange pour une toute autre raison. Je pense simplement qu'ils ont du mal à gérer toutes ces pattes simultanément. On dit d'un avion qu'il vole en crabe lorsque son nez pointe dans une direction, et qu'il se dirige en fait dans une autre direction. C'est pourquoi la trajectoire que parcourt l'avion au-dessus du sol est appelée la trace au sol.

Si vous restez là à végéter bêtement, et que vous vous contentez du fait que votre compas indique un cap de 165 degrés, vous suivrez un cap de 165 degrés au-dessus du sol à partir de n'importe quel point donné si, et seulement si, il n'y a pas de vent (ou si le vent souffle directement en face du nez ou de la queue de l'appareil). Cependant, la moindre petite pointe de vent changera tout cela. Imaginez le vent comme une main gigantesque. Comme l'avion n'a pas les pieds sur terre, il est ballotté dans tous les sens par le vent. Selon la force du vent et l'angle avec lequel la main vous pousse, l'éventail des répercussions est compris entre « légères » et « considérables ».

La seule façon d'obtenir une trace au sol rectiligne est de compenser le vent qui oblige le nez de l'avion à s'orienter (plus ou moins, selon les conditions) dans sa propre

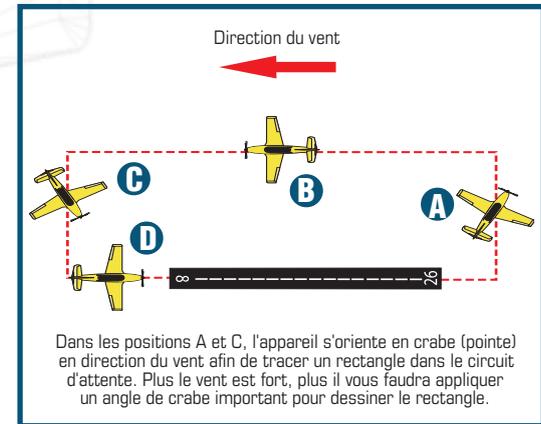


Figure 11-1 Correction de la dérive du vent sur circuit de circulation.

direction (voir Figure 11-1). Si vous orientez l'appareil légèrement sur la droite et que le vent vous pousse légèrement sur la gauche, les deux mouvements s'équilibrent et vous parvenez à décrire la ligne droite que vous espériez au-dessus du sol.

Comment définir l'angle de crabe exact ? Effectuez un léger virage coordonné (disons de 5 à 10 degrés pour commencer), face au vent, et constatez le résultat. Notez que j'ai parlé d'un virage coordonné. On ne passe pas au vol en crabe en actionnant le palonnier. On utilise, en coordination, le palonnier et l'aileron pour tourner face au vent. N'oubliez pas cela. C'est capital.

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

Si l'appareil est mis en position de crabe correctement, vous décrivez une trace au sol rectangulaire par rapport à la piste, ainsi que le montre l'avion A. De la même manière, L'avion C se positionne en crabe sur la gauche - face au vent - afin de maintenir la trace au sol désirée alors qu'il se trouve sur l'étape de base. Il est évident que si le vent ne souffle pas parallèlement à la piste, vous devrez voler en crabe sur les cinq segments du circuit d'aéroport afin de maintenir une trace au sol rectangulaire (Figure 11-2).

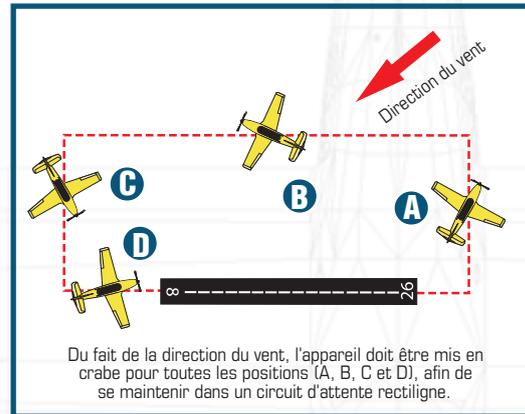


Figure 11-2 Correction par vent de travers sur circuit de circulation.

Si vous vous laissez balloter par le vent, vous ne vous trouverez pas dans la position que vous désirez. Cela constitue un

problème particulier dans le circuit d'aéroport. Les autres pilotes et la tour de contrôle attendent de vous que vous ayez une trace rectiligne sur chaque étape du circuit, et appliquer la méthode du crabe est la seule façon d'y parvenir.

C'est lorsque vous êtes aligné sur la piste au moment de l'approche finale, que le vol en crabe s'avère particulièrement important. C'est la raison pour laquelle vous devez tourner face au vent et établir l'angle de crabe adéquat dès que possible, de manière à ce que votre trace au sol soit alignée sur le prolongement de l'axe de la piste. Il vous faudra peut-être plusieurs virages avant de trouver l'angle de crabe correct. Peu importe. Entraînez-vous.

Une fois l'angle de crabe établi, conservez-le jusqu'à atteindre la piste. En fait, vous devrez arrondir pendant le vol en crabe. C'est immédiatement avant le moment précis où les roues toucheront le sol que vous devrez effectuer la manœuvre appelée « sortie du mouvement de crabe ».

Sortie du mouvement de crabe

Non, cela n'a rien à voir avec l'éjection à coups de pied, hors de l'avion, d'un instructeur grincheux. Cela consiste plutôt à utiliser suffisamment de palonnier afin d'aligner l'axe longitudinal de l'appareil sur la ligne centrale de la piste avant le point d'impact des roues, comme le montre la

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

figure 11-3A. Eh oui, il suffit d'actionner suffisamment la gouverne de direction pour redresser l'avion avant le point d'impact. Et c'est tout, ou enfin presque. Il y a encore une petite chose à faire.

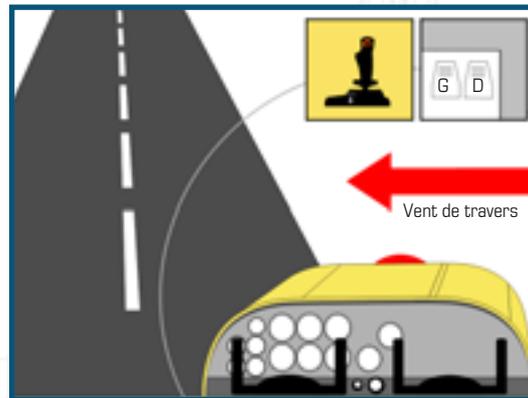


Figure 11-3A

Si nous supposons que vous volez en crabe sur la droite, vous actionnerez la gouverne de direction gauche pour redresser l'appareil avant le point d'impact. En actionnant la gouverne de direction gauche, l'appareil aura tendance à s'incliner sur la gauche. Vous devez alors ajouter un peu de pression sur l'aileron droit afin de maintenir les ailes horizontales en sortie de mouvement de crabe, ainsi que vous le montre la figure 11-3B.

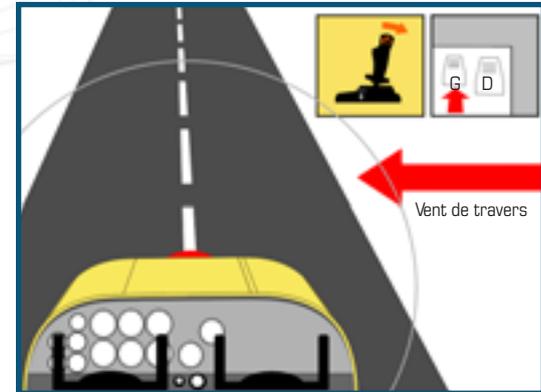


Figure 11-3B

La méthode du crabe n'est pas ma méthode préférée pour gérer les atterrissages par vent de travers. Son exécution nécessite un bon timing. Et pour compliquer les choses, comme l'avion décélère lorsque vous arrondissez, vous devez souvent augmenter l'angle de crabe afin de conserver l'alignement sur la ligne centrale de la piste. Cela est dû au fait que l'avion perd de la vitesse au moment de l'arrondi, et un avion plus lent requiert un angle de crabe plus important pour compenser la dérive latérale du vent. Donc, au moment de l'arrondi, il vous faut souvent augmenter l'angle de crabe et, juste avant que les roues ne touchent le sol, vous devez redresser l'appareil à

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

nouveau. Hou la ! Cela fait beaucoup de travail. Voici une autre méthode beaucoup plus douce pour tout le monde, c'est-à-dire pour vous, pour l'appareil et pour les passagers.

La méthode de l'aile basse

Non, ce n'est pas une manière pour l'appareil de vous saluer, comme on pourra le faire chapeau bas lorsque vous serez un pilote chevronné ! Afin de réaliser cette méthode de l'aile basse, qui a pour fonction de corriger la dérive par vent de travers, il suffit simplement d'incliner l'avion dans la direction du vent de travers. Pour cela, utilisez les ailerons. Si le vent vient de la droite, ajoutez alors un peu de pression sur l'aileron droit. Cela force l'appareil à déraper latéralement contre le vent, comme le montre la figure 11-4. C'est pour cela qu'on appelle également cette méthode d'atterrissage par vent de travers la « méthode du dérapage ». Si vous inclinez suffisamment, le dérapage latéral de l'appareil annulera la dérive causée par le vent. Le résultat est que l'appareil conserve son alignement sur la ligne centrale de la piste. Il y a cependant encore une chose que vous devez faire pour réussir cette manœuvre.

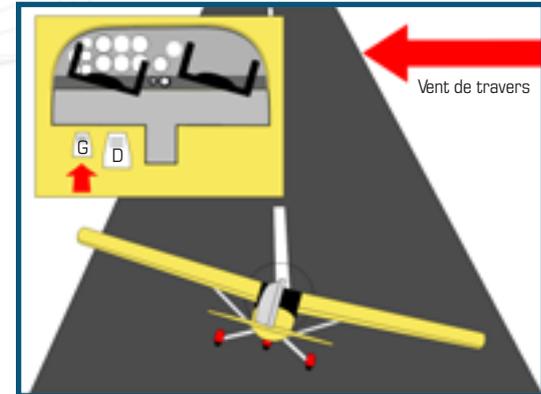


Figure 11-4

Alors que vous ajoutez suffisamment de pression sur l'aileron pour compenser la dérive causée par le vent, l'avion aura tendance à tourner dans la direction de l'inclinaison. Vous devez empêcher que cela ne se produise. Ajoutez assez de pression sur le palonnier opposé afin de conserver l'axe longitudinal de l'avion dans l'alignement de la ligne centrale de la piste. En d'autres termes, si vous ajoutez de la pression sur l'aileron droit afin d'abaisser l'aile droite et de corriger la dérive par vent de travers venant de la droite, vous devez également ajouter un peu de pression sur le palonnier

COURS AU SOL 11 : ATERRISSAGES PAR VENT DE TRAVERS

gauche pour empêcher l'avion de virer sur la droite. Quelle pression devez-vous appliquer au palonnier gauche (opposé) ? Juste assez pour que le nez de l'appareil pointe à nouveau en direction de la piste. C'est tout.

En conservant cette position, emmenez l'appareil jusqu'à la piste et commencez à arrondir normalement. Tenez-vous en à cela. Lorsque vous amorcerez votre arrondi, l'aile droite sera en position basse (on a supposé un vent de travers par la droite dans notre cas), et vous toucherez le sol sur la droite, ou face au vent, la roue en premier. Cela n'est pas seulement normal, mais c'est voulu. La conception des appareils inclut cette possibilité lorsque vous corrigez la dérive par vent de travers. Il est évident que lorsque vous aurez posé la roue qui se trouve contre le vent, vous devrez abaisser l'autre roue jusqu'à toucher le sol, car elle s'abaissera d'elle-même tôt ou tard. Vous ne voulez pas que votre appareil roule au sol sur une seule roue. Si tel est le cas, prenez une photo et envoyez-la moi. Je veux voir cela.

Au menu, composé de crabe et d'aile basse

Parvenez-vous à saisir la différence fondamentale entre les méthodes du crabe et de l'aile basse pour corriger les dérives par vent de travers ? La méthode de l'aile basse est beaucoup plus facile à réaliser et sollicite moins de compétences. Elle s'avère être également, dans l'ensemble, une méthode plus efficace lorsqu'il s'agit de corriger la dérive par vent de travers. Cependant, j'ai pour habitude de combiner les deux méthodes pour les atterrissages par vent de travers.

J'utilise la méthode du crabe en approche finale. Puis, lorsque je suis à environ 100 pieds au-dessus de la piste, je passe à la méthode de l'aile basse. Cela évite à mes passagers de se sentir ratatinés sur le côté de l'appareil au cours d'un long dérapage.

Voilà, vous savez tout. Les atterrissages par vent de travers ne sont pas si ardues. Il est vrai qu'ils requièrent de la pratique, et je tiens à ce que vous fassiez votre part de travail. Exercez-vous le temps que vous jugerez utile, et revenez me voir pour le prochain cours de formation au sol.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

Vous êtes vous déjà senti perdu dans votre voiture, au point de contempler l'idée de vous arrêter chez un concessionnaire de véhicules d'occasion, de vendre votre voiture et d'utiliser l'argent pour vous acheter une nouvelle identité ? Si tel a été le cas, c'est que vous étiez vraiment perdu. En effet, retrouver son chemin est chose facile, plus particulièrement au volant d'une automobile. Il suffit de rouler jusqu'à une station service et de demander son chemin. Cela est impossible avec un avion. Cela attirerait beaucoup trop l'attention, même si vous achetiez de l'essence et faisiez contrôler le niveau d'huile. Heureusement, il est inutile de vous inquiéter, car vous ne vous égarerez pas à bord d'un avion si vous possédez quelques connaissances de cet équipement de navigation que l'on appelle « VOR », et qui signifie « radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence » (Very high frequency Omnidirectional Range).

Vue d'ensemble

La navigation VOR requiert deux conditions : un équipement VOR embarqué, comme celui que vous pouvez voir sur la figure 12-1, et une station de transmission au sol qui, observée à plusieurs milliers de pieds d'altitude, ressemble à un minuscule stand à tacos.

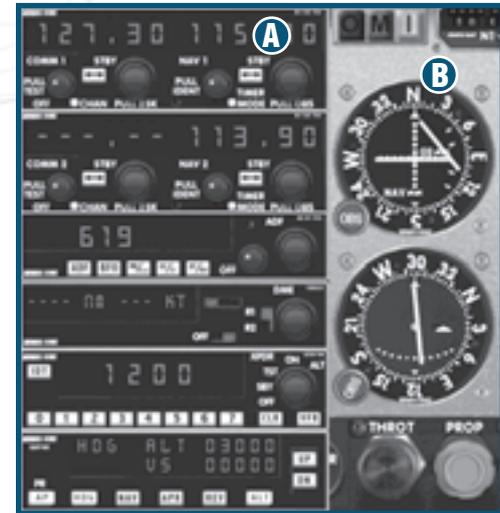


Figure 12-1 Récepteur VOR (A), Affichage du VOR (B).

Le transmetteur au sol offre 360 routes électroniques, chacune passant par le centre de la station, comme le montre la figure 12-2. Chaque route est alignée sur une graduation spécifique du compas, 0 degré indiquant le Nord, 90 degrés l'Est, 270 degrés l'Ouest, et ainsi de suite. Grâce à votre équipement VOR embarqué, vous avez la possibilité de parcourir chacune des 360 routes en direction ou à partir d'une station VOR.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

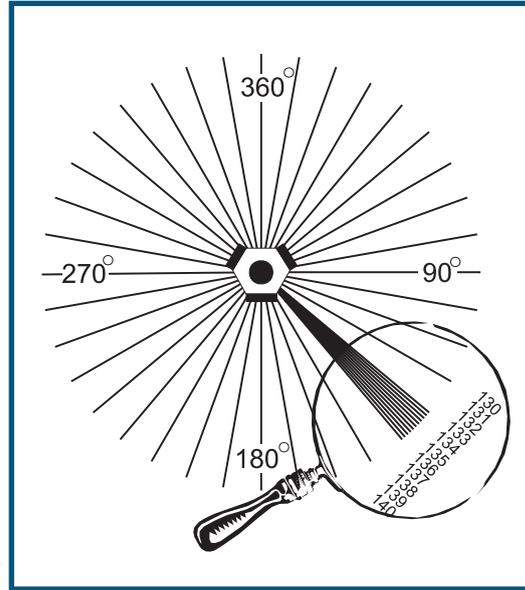


Figure 12-2 Radiales VOR.

Il est évident que naviguer en direction ou à partir d'une station VOR ne sert à rien si vous ne savez pas où se situe cette station. Fort heureusement, les pilotes disposent en permanence de cartes sectorielles aéronautiques (voir Figure 12-3), sur lesquelles sont répertoriées les positions des stations VOR. La station VOR (position 1) se situe au centre de la rosace de compas, qui est graduée par des petits repères tous

les 5 degrés, par des repères plus grands tous les 10 degrés, et par des chiffres tous les 30 degrés.

Sur un cadran situé à proximité de la rosace de compas sont inscrits les noms, l'identification code Morse et la fréquence de chaque station VOR au sol (position 2). Dans la figure 12-3, la fréquence VOR est de 114,8. Ne vous préoccupez pas du « CH 95 » ; il s'agit de la fréquence utilisée par les pilotes militaires, et n'a rien à voir avec la télévision par câble.

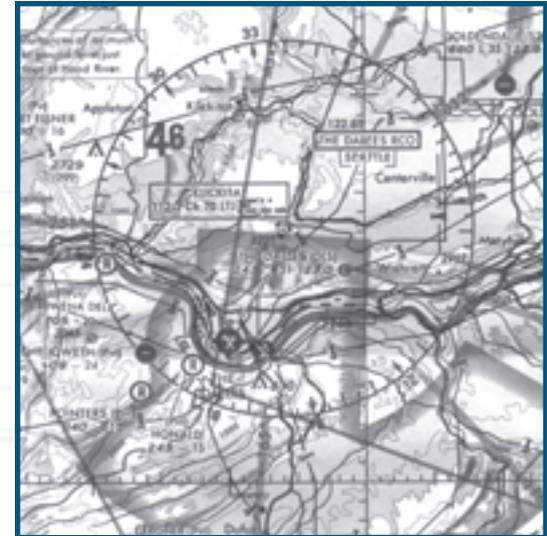


Figure 12-3

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

Votre équipement VOR

La plupart des appareils sont équipés d'un ou plusieurs récepteurs VOR, chacun d'entre eux étant connecté à un affichage VOR semblable à celui illustré à la figure 12-4. Lorsque les pilotes mentionnent « le VOR de l'appareil », ils parlent en général de l'affichage VOR, qui se compose de cinq éléments principaux :

- Un index situé en haut, qui pointe sur la route sélectionnée.
- Une aiguille verticale (appelée aussi indicateur d'écart de route - Course Deviation Indicator, CDI) qui se déplace sur la droite et sur la gauche.
- Un indicateur (indicateur de levée de doute) en forme de triangle pointant vers le haut ou vers le bas, ou en forme de drapeau rayé rouge et blanc. (Un triangle pointant vers le haut correspond à l'indication « TO » ; un triangle pointant vers le bas correspond à l'indication « FROM », et un drapeau rayé rouge et blanc correspond à l'indication « OFF ». Au cours de notre session de formation, j'utiliserai les termes TO, FROM et OFF lorsque je parlerai de ces trois indications.)

- Un sélecteur omnidirectionnel, ou sélecteur d'azimut (OBS en anglais). Il s'agit du bouton que vous devez tourner pour sélectionner une route.
- Une rosace de compas circulaire amovible, qui se règle en tournant l'OBS. (Actionner l'OBS fait varier la valeur de la course à reporter sur l'index.)

Navigation à l'aide du VOR

Afin de naviguer à l'aide du VOR, vous devez identifier et sélectionner la station VOR sur laquelle vous voulez naviguer. Une fois que vous avez sélectionné la fréquence appropriée sur le récepteur de radionavigation, vous êtes prêt à sélectionner votre route (une autoroute dans le ciel).

Actionner l'OBS et positionner un chiffre spécifique au-dessus de l'index (Figure 12-4) vous permet de sélectionner l'une des 360 routes navigables proposées par les stations VOR.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

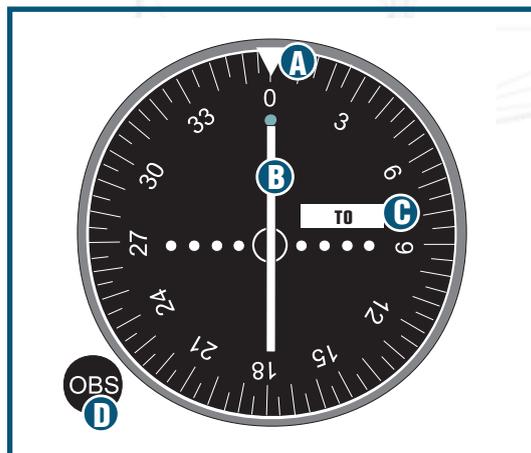


Figure 12-4 Index (A), CDI (B), drapeau (C), bouton de l'OBS (D).

Supposons que vous avez sélectionné 360 degrés (ou 0 degré, qui revient au même) en utilisant l'OBS. Votre affichage VOR s'oriente automatiquement pour vous indiquer la position de la route à 360 degrés par rapport à votre avion. Comme vous pouvez le constater, la route à 360 degrés traverse le VOR de part en part suivant une orientation de 360 degrés. Si vous aviez sélectionné une route à 270 degrés, votre affichage du VOR se serait automatiquement orienté sur la course à 270 degrés, comme le montre

la figure 12-5B. Sélectionner 030 degrés sur l'OBS oriente l'affichage du VOR sur la route que nous proposons la figure 12-5C. Sélectionner 240 degrés oriente l'affichage sur la route indiquée par la figure 12-5D.

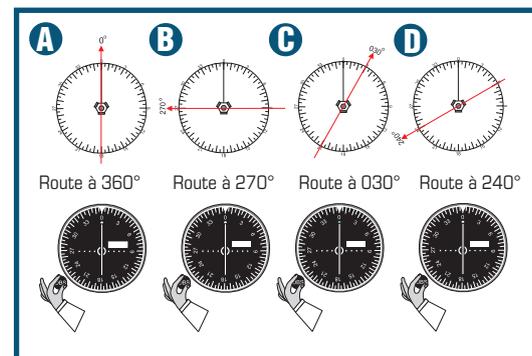


Figure 12-5

Lorsque vous jouez à Flight Simulator, assurez-vous que le bouton sélecteur de route VOR pivote bien. Placez votre curseur à proximité de ce bouton, et lorsqu'un signe plus (+) ou moins (-) apparaît, sélectionnez la route désirée en cliquant à l'aide de la souris.

Supposons que vous avez sélectionné la route à 360 degrés (360 est affiché au-dessus de l'index). Afin de suivre cette route, vous devez virer à 360 degrés

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

par rapport à la direction indiquée sur l'indicateur de cap. Une fois cette manœuvre accomplie, l'indicateur VOR doit afficher une indication TO (triangle pointant vers le haut), comme le montre la figure 12-6A.

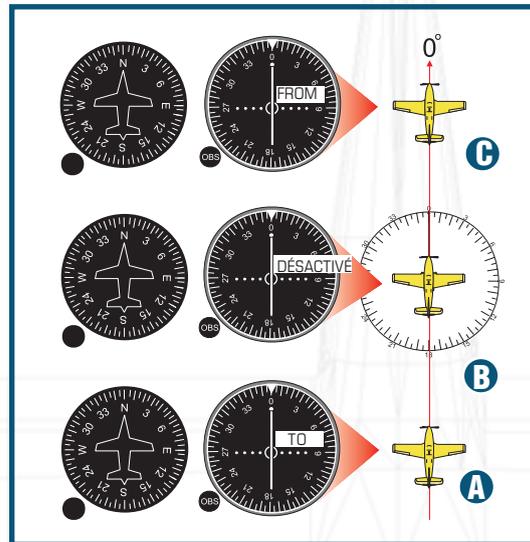


Figure 12-6

Lorsque vous vous trouvez exactement au-dessus de la station (Figure 12-6B), vous pouvez lire l'indication OFF (drapeau rayé rouge et blanc), qui signifie que vous ne vous dirigez pas vers la station VOR

et que vous ne l'avez pas dépassée. Pour simplifier, si l'appareil fait cap en suivant la direction de la route et si l'aiguille se trouve en position centrale, les indications TO et FROM vous signalent si vous volez en direction ou à partir de la station VOR.

Lorsque vous parcourez la route sélectionnée, l'indication TO passe automatiquement à l'indication FROM (triangle pointant vers le bas), dès que vous avez dépassé la station VOR (voir Figure 12-6C).

Que se passe-t-il si vous suivez le bon cap et que l'aiguille n'est pas parfaitement centrée ? Cela signifie que vous n'êtes pas parfaitement aligné sur la route sélectionnée. La figure 12-7 montre plusieurs avions et leurs indications VOR respectives. L'avion A fait cap sur 360 degrés (c'est-à-dire sur la direction de la route sélectionnée). Son affichage VOR montre une aiguille positionnée sur la droite et l'indication TO. Cela signifie que la route sélectionnée se trouve sur la droite, et que si l'avion A se trouvait sur cette route, il se dirigerait directement sur la station. L'avion A doit virer à droite pour intercepter la route sélectionnée. Il en est de même pour les avions C et E. Quant aux avions B, D et F, ils doivent virer sur la gauche pour intercepter la route. Notez que lorsque vous êtes de travers à 90 degrés par rapport à la station, l'indication OFF

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

apparaît. Non, cela ne signifie pas que vous êtes vous-même « OFF », bien sûr. Cela signifie simplement que, momentanément, vous ne vous dirigez ni en direction ni à partir de la station. Souvenez-vous que vous devez tourner dans la direction vers laquelle pointe l'aiguille.

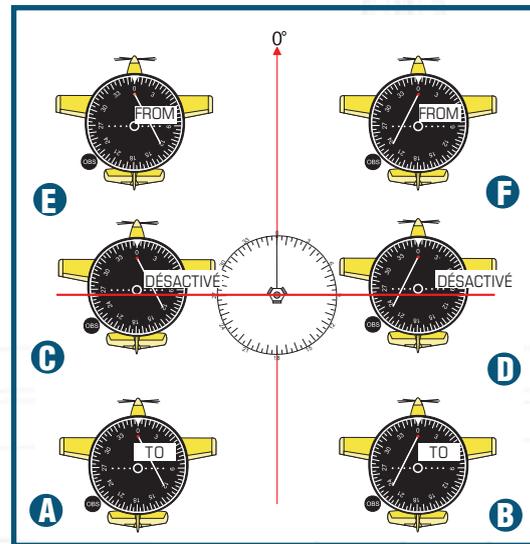


Figure 12-7

Intercepter et suivre une route VOR

Supposons que vous souhaitez décoller de l'aéroport Whatziz (et suivre une route à 030 degrés en direction, et au-delà, de la station VOR, comme indiqué sur la figure 12-8). (Pour être précises, les notations des valeurs exprimées en degrés inférieures à 100 commencent par un 0. Cela évite aux pilotes de confondre une valeur de 30 degrés avec une valeur de 300 degrés. La valeur 030 sera énoncée « zéro - trois - zéro ». Adoptez cette énonciation et vous passerez pour un commandant de bord chevronné.) Votre destination est l'aéroport de Yazoo, situé sur la route à 030 degrés au-delà de la station VOR de Rodster.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

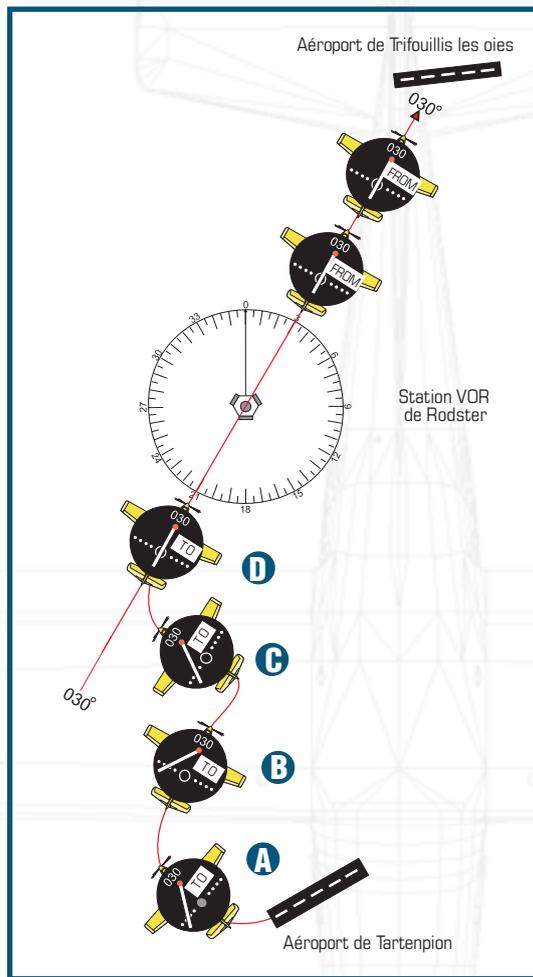


Figure 12-8

Une fois votre OBS réglé sur 030, décollez de l'aéroport de Whatziz. Sur l'affichage VOR, l'aiguille pointe à gauche et une indication TO s'inscrit. La position droite ou gauche de l'aiguille ne vous indique pas sur quel côté de la route se trouve l'appareil. Pour déterminer la position de l'appareil, vous devez réellement orienter l'appareil dans la direction de la route sélectionnée (ou du moins imaginer que vous êtes orienté dans cette direction). Pour quelle raison ? L'aiguille et l'indicateur du VOR sont totalement indépendants du cap de l'appareil.

je ne le répéterai jamais assez : le VOR n'est absolument pas au courant du cap de votre appareil. C'est pourquoi l'affichage du VOR à bord est programmé pour réagir de lui-même, en pointant toujours dans la direction de la route sélectionnée. L'affichage reconnaît seulement si vous êtes à gauche ou à droite de la route sélectionnée, et si vous volez en direction ou à partir de la station.

Il paraît évident que la route à 030 degrés ne se trouve pas sur la gauche de l'appareil. Mais si vous positionnez l'appareil dans la direction de la route sélectionnée (030 degrés), l'aiguille et l'indicateur pointeront alors exactement dans cette direction. C'est seulement dans cette

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

configuration que l'on peut affirmer que l'aiguille indique que la route se trouve réellement à gauche de l'appareil. L'indicateur TO/FROM vous indique que dès que vous vous trouverez sur la route, avec un cap de 030 degrés, vous vous dirigerez directement sur la station VOR (nous supposons, pour cet exemple, qu'il n'y a aucun vent susceptible de vous dérouter).

Je sais qu'il y a une question qui vous brûle les lèvres : Si vous devez tourner pour intercepter la route à 030 degrés, de combien de degrés à gauche devez-vous virer ? La réponse est : « de plus de 0 degrés et de moins de 90 degrés ». Tout dépend de la vitesse à laquelle vous voulez intercepter la route. Pour citer un exemple concret, si l'aiguille est complètement déviée, vous ne pouvez pas forcément savoir si la route se trouve à une distance de 1 ou 100 miles. Dans ce genre de situation, rejoindre la route au plus vite est ce que vous avez de mieux à faire. Vous devez donc l'intercepter avec un angle de 90 degrés. Posez-vous la question suivante : « Quelle direction donne 90 degrés sur la gauche d'un cap de 030 degrés ? » Regardez simplement sur le compas et comptez 90 degrés à gauche de la valeur de la route sélectionnée (voir Figure 12-9). Prendre un cap de 300 degrés (c'est-à-dire perpendiculairement à la route sélectionnée) est le moyen le plus rapide pour intercepter cette route.

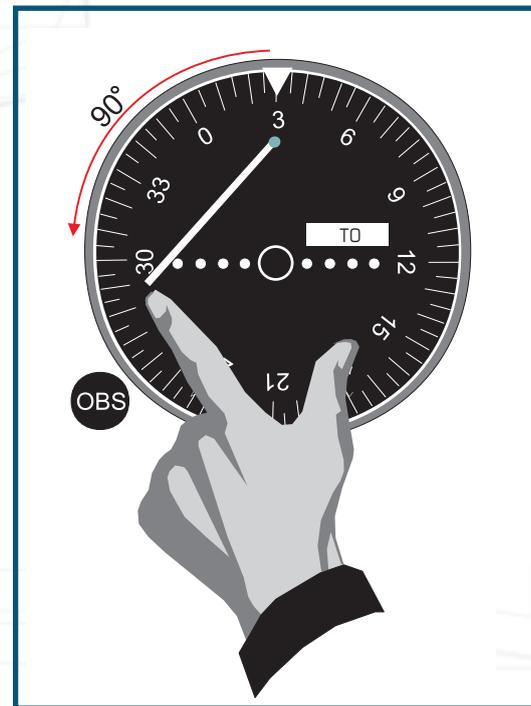


Figure 12-9

Si nous revenons à la figure 12-8, nous voyons que l'avion B doit tourner sur la gauche pour intercepter la route à 030 degrés. De combien de degrés à gauche doit-il virer ? La réponse est : « de plus de 0 degrés et de moins de 90 degrés ». Si nous voulons intercepter

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

la route le plus rapidement possible, nous devons virer sur un cap de 300 degrés (c'est-à-dire perpendiculairement à la direction de la route sélectionnée), comme le montre l'avion C de la figure 12-8.

Ne vous inquiétez pas si vous ne parvenez pas à faire cela de façon très précise au début. Le temps que prend l'aiguille pour revenir en position centrale dépend de la distance qui vous sépare de la station. Un peu de pratique vous enseignera à évaluer le temps nécessaire à l'aiguille pour se rapprocher de la position centrale, et à quel moment amorcer votre virage pour retrouver le cap de la route.

Navigation sur route sélectionnée à partir de la station VOR

Je vous propose de rendre l'utilisation du VOR plus fonctionnelle. Supposons que vous naviguez à proximité de l'aéroport de Ulost (avion A sur la figure 12-10), et que vous désirez vous rendre à l'aéroport de Wongway. Puisque nous sommes en pleine leçon sur le VOR, utilisons donc le VOR pour localiser Wongway. Demandez-vous quel est le meilleur trajet pour se rendre à la station VOR de Bigfoot ? Il est raisonnable de supposer que vous vous trouvez sur une route qui mène à une station VOR. Mais comment savoir sur quelle route vous vous trouvez ? Nous allons le découvrir.

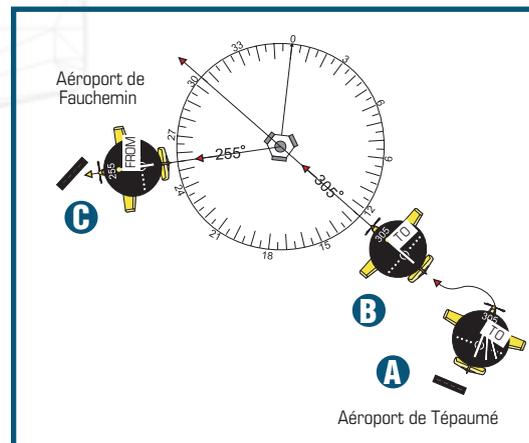


Figure 12-10

Réglez votre radio de navigation sur la fréquence de la station VOR de Bigfoot, et tournez le bouton de l'OBS jusqu'à obtenir une indication TO avec l'aiguille en position centrale, comme indiqué par l'avion B de la figure 12-10. Jetez un coup d'œil sur l'index afin d'identifier la route qui a été sélectionnée. Dans notre exemple, vous vous trouvez sur la route à 305 degrés en direction de la station VOR de Bigfoot. Virez jusqu'à atteindre un cap de 305 degrés sur votre indicateur de cap, et suivez cette route jusqu'à la station VOR, en suivant l'exemple de l'avion B. C'est facile, non ?

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

Alors que vous vous rapprochez de la station VOR, demandez-vous quelle route passe par le centre de la station jusqu'à l'aéroport de Wongway. Tracez une ligne (ou visionnez la valeur) afin de déterminer cette route. Il semble que la route à 255 degrés passe par le centre de la station et l'aéroport de Wongway. Par conséquent, lorsque vous vous trouvez au-dessus de la station, faites virer l'appareil sur le cap à 255 degrés, puis modifiez l'OBS sur 255 degrés. Votre affichage VOR est à présent réglé pour suivre la route à 255 degrés de l'aéroport à l'aéroport de Wongway, comme le montre l'avion C.

Correction vent sur une route VOR

J'espère que vous n'êtes pas soufflé par tout cela. D'un autre côté, comment pourriez-vous être soufflé puisque je n'ai pas encore parlé du vent ? Jusqu'à présent, j'ai supposé un environnement sans vent, mais cela ne se produit que très rarement dans la réalité. Abordons la façon de corriger la dérive du vent en vol assisté par VOR.

La correction vent comporte trois opérations :

- Identifier les effets du vent sur l'appareil

- Réintercepter la route
- Effectuer une correction vent

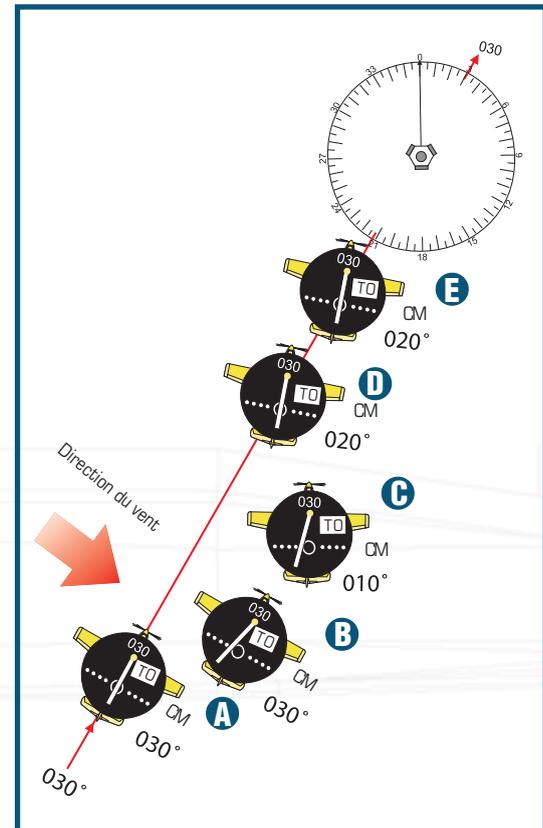


Figure 12-11

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

Voici comment on procède :

1. Identifier les effets du vent. L'avion A de la figure 12-11 vient d'intercepter la route à 030 degrés en direction de la station VOR. Dans des conditions sans vent, l'avion A pourrait maintenir un cap à 030 degrés et voler jusqu'à la station VOR, avec une aiguille en position centrale. Cependant, avec un peu de vent, il est certain que l'avion A va dériver hors de la route. Déterminer la correction vent et y apporter une correction appropriée constituent les premiers pas d'une navigation réussie.

Afin d'évaluer l'effet du vent sur l'appareil, dirigez l'avion dans la direction de la route sélectionnée (030 degrés dans notre exemple). Vous devez maintenant patienter un instant. S'il n'y a pas de vent, l'aiguille doit rester en position centrale (à peu de chose près). S'il y a du vent de travers, l'aiguille finira par indiquer une déviation, ainsi que vous l'indique l'avion B. Quelle déviation de l'aiguille pouvez-vous vous autoriser avant d'intercepter à nouveau la route ? Le meilleur conseil est sans doute de laisser l'aiguille dévier légèrement (peut-être moins d'un point sur l'affichage VOR), et d'apporter ensuite votre correction.

2. Réintercepter la route. Si l'aiguille se déplace sur la gauche, la route sélectionnée se trouve sur la gauche, comme le montre l'avion B. L'appareil a été dévié sur la droite de la route par le vent (ce qui signifie que le vent de travers vient de votre gauche). Une fois que vous avez identifié la direction du vent, vous devez retourner sur votre route avant d'effectuer votre correction vent. Vous pouvez retourner sur votre route en l'interceptant à un angle de 20 degrés, comme le montre l'avion C de la figure 12-11 (certains vents forts vous obligent parfois à intercepter à des angles de 30 à 40 degrés).
3. Effectuer une correction vent. Une fois que vous êtes à nouveau sur la route, la troisième étape consiste à appliquer une correction vent. Vous devez compenser la poussée du vent en vous orientant face au vent. Dans quelle mesure ? Cela dépend de plusieurs facteurs, dont la vitesse et la direction du vent. En fait, ces paramètres ne jouent pas un si grand rôle. Commencez avec un angle de correction vent de 10 degrés et constatez le résultat. C'est comme pour les films. Vous ne savez jamais si le film sera bon ou mauvais, alors vous allez voir de vous-même (encore que le dernier film que

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

j'ai vu était un tel navet que j'ai dû quitter les lieux. Malheureusement, il s'agissait d'un téléfilm et j'ai dû sortir de chez moi). Une fois que vous êtes sur la route, faites virer l'appareil de manière à ce qu'il pointe à 10 degrés face au vent (ce qui implique à présent un cap de 020 degrés, comme le montre l'avion D de la figure 12-11). Patience ! Attendez de voir ce qui se produit.

Comme vous pouvez le constater, l'avion E fait directement route sur la station VOR, en suivant la route à 030 degrés. L'aiguille n'a pas dévié. Félicitations ! Vous avez réussi votre correction vent. Et vous êtes un sacré veinard si vous, ou n'importe quel pilote expérimenté, êtes capable de trouver l'angle de correction vent approprié du premier coup. Pour être réaliste, vous devrez effectuer au moins deux essais avant de parvenir à déterminer la valeur appropriée de l'angle de correction vent. Vous appliquerez les mêmes principes pour la correction vent lorsque vous suivrez une route à partir d'une station VOR.

Vous avez fait du bon travail ! Vous êtes en passe de devenir un grand manitou dans l'art de suivre les routes VOR, un grand maître des forces météorologiques et le souverain du radiobalisateur. Vous allez devoir parader dans les aéroports en tige blanche. Les pilotes du monde entier accourront pour recevoir vos conseils éclairés. À vous les émissions de télé et les apparitions en public ! Pensez à toutes les opportunités qui se présenteront à vous. Ou tout au moins serez-vous capable d'atteindre votre destination aisément.

Il est temps à présent de pratiquer la navigation VOR dans la leçon pour pilotes privés. Lisez ensuite votre manuel ATC et passez à la leçon interactive sur l'ATC. Effectuez enfin le vol de contrôle pour pilotes privés.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

VOR et autoroutes aériennes

Jusqu'à présent, j'ai désigné toutes les voies VOR par le terme « route », et cela pour une bonne raison. Cela aide à la compréhension du procédé dans sa globalité. Afin de passer à des étapes plus avancées, telles que les approches aux instruments de vol, il est nécessaire que vous conceviez les voies en direction et à partir de stations VOR en termes de « radiales » et non plus en termes de simples routes spécifiques. Bien que les pilotes parlent des trajets en direction et à partir de stations VOR en termes de routes spécifiques, il leur arrive également de les désigner en employant l'une des 360 radiales.

Commençons notre argumentation en faisant un parallèle avec votre dernier trajet en voiture, au cours duquel vous auriez traversé une petite ville. Admettons également que l'autoroute était orientée plein nord au passage de cette petite ville comme le montre la figure 12-12A. En entrant et en sortant de cette ville, votre véhicule était orienté au nord (à 360 degrés), dans la même direction que l'autoroute. Si la portion d'autoroute en sortie de la ville portait un nom différent de la portion en entrée de ville, cela modifierait-il la direction vers laquelle votre véhicule était orienté alors qu'il traversait la ville ? Non, bien évidemment. Désignons alors la portion d'autoroute en sortie de ville vers le sud, « autoroute 180 », et la portion en sortie de ville vers le nord, « autoroute 360 », ainsi que le montre la figure 12-12B. Nous pouvons à présent affirmer que nous sommes entrés dans la ville par l'autoroute 180 et que nous en sommes sortis par l'autoroute 360. Votre direction n'a pas changé bien que nous ayons donné à l'autoroute deux noms différents.

COURS AU SOL 12 : NAVIGATION VOR

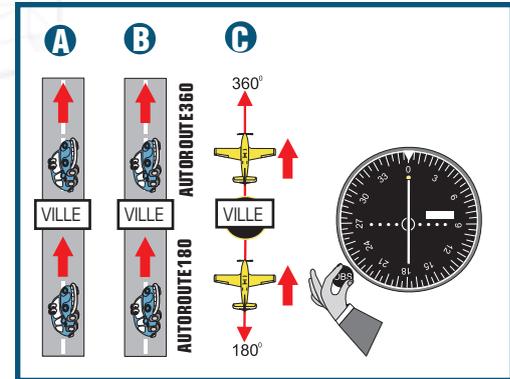


Figure 12-12

Dans son ensemble, la navigation assistée par VOR est assez similaire à cela, comme le montre la figure 12-12C. Si vous faites cap au nord sur la ville de VOR, vous vous approchez du VOR sur la radiale 180 et vous vous en éloignerez sur la radiale 360 après l'avoir dépassé. Dans les deux cas, votre appareil pointe sur la direction de 360 degrés, de la même manière que sur votre autoroute au sol. Désigner des autoroutes simples par des radiales qui se dirigent et qui partent de stations VOR est parfois compliqué. C'est cependant en ces termes que l'on demande aux pilotes naviguant aux instruments d'appréhender la navigation VOR. Par conséquent, lorsque l'on vous demande d'intercepter et de suivre la radiale 180 en direction d'une station VOR, vous devez penser à régler votre OBS sur 360 degrés (ou à 180 degrés opposés à la radiale que vous suivrez en direction de la station). Jusqu'à ce que vous abordiez les approches aux instruments de vol, continuez à considérer les voies VOR comme de simples routes.

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

Attitude, puissance appliquée au moteur et assiette

Au cours de la plupart des cours précédents, vous avez pu découvrir ce qu'est la navigation lorsque vous observez l'horizon terrestre à travers le pare-brise. Supposez que je vous le retire. Non, pas le pare-brise. Je parle de la référence visuelle extérieure. Cela se produit notamment lorsque vous traversez un nuage. Au cas où vous l'ignorerez, la vue est très réduite à l'intérieur d'un nuage, ce qui signifie que vous avez peu de chance d'apercevoir l'horizon terrestre. Privé de références visuelles, vous devez vous fier aux instruments à bord de l'avion pour manœuvrer. C'est ce que nous verrons dans les trois prochains cours.

J'ai l'intention de vous faire découvrir un procédé en trois étapes pour la lecture de vos instruments de vol. C'est le même procédé que j'utilise lorsque je prépare mes stagiaires à leur qualification de vol aux instruments (licence qui leur autorise le vol à travers les nuages). Si vous prenez le temps d'acquérir la maîtrise de chaque étape, vous acquerez des compétences similaires à celles des pilotes de ligne. À la différence près que vous n'aurez pas à votre bord 150 à 400 personnes assises

derrière vous, observant le moindre de vos mouvements. Tout d'abord, assurons-nous que vous comprenez bien ce que l'analyse des instruments signifie.

Plan de lecture

Lorsque les pilotes parlent de lecture, ils ne font référence ni à la lecture de leur journal quotidien, ni à celle de Shakespeare. Ils parlent en fait de la lecture des six instruments de vol sur le tableau de bord de l'appareil, illustrés à la figure 13-1. La lecture des instruments ne se résume pas seulement à secouer la tête assez rapidement pour que vos yeux s'entrechoquent dans leur orbite, comme on secouerait une pastille de menthe dans sa boîte de plastique. C'est un procédé stratégique pour apprendre à définir l'instrument qu'il est nécessaire de consulter, à quel moment le consulter, et les opérations à effectuer après l'avoir consulté. Voilà pourquoi j'ai divisé le procédé de lecture en trois étapes aisées. Ces trois étapes sont présentées ci-dessous, mais il est nécessaire que vous maîtrisiez chacune des étapes individuellement avant d'être en mesure de les combiner dans un procédé fluide et continu.

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS



Figure 13-1

Les trois étapes

Voici les étapes dans l'ordre où elles doivent être effectuées

ÉTAPE 1 : Choix de l'attitude, de la puissance appliquée au moteur et de l'assiette.

ÉTAPE 2 : Lecture radiale des instruments primaires

ÉTAPE 3 : Maintien de l'assiette à l'aide du variomètre et lecture de surveillance des 6 instruments principaux

Ces trois étapes sont exécutées dans l'ordre à chaque changement majeur d'assiette.

Par exemple, lorsque vous êtes en vol rectiligne en palier et que vous désirez amorcer une montée, vous effectuez un changement majeur d'assiette. Passer d'une montée rectiligne à un virage en montée constitue également un changement majeur d'assiette. En gros, toutes les combinaisons entre les manœuvres de base en vol impliquent des changements majeurs d'assiette. Ces trois étapes exécutées dans l'ordre doivent prendre approximativement 15 à 20 secondes. Au cours de ce cours, vous aborderez l'étape 1. Les étapes 2 et 3 feront l'objet des deux prochains cours. Apprenez à maîtriser chaque étape, et vous maîtriserez la navigation aux instruments.

L'instrument le plus important

L'étape 1 pour la lecture des instruments fait intervenir l'instrument le plus important à bord de l'appareil - l'indicateur d'assiette (que nous appellerons AI à partir de maintenant). Au moment de choisir l'assiette au cours de l'étape 1, vous ne devez rien observer d'autre que l'AI. Vous pouvez vous le permettre car l'AI vous renseigne simultanément sur le tangage et sur l'inclinaison. D'autres instruments du groupe peuvent vous renseigner soit sur le tangage, soit sur l'inclinaison, mais jamais sur les deux à la fois. C'est pour cette raison que l'AI est si précieux. Avant d'aborder l'étape 1, il est nécessaire que vous compreniez ce que l'on appelle le

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

réflexe de remise à niveau des ailes et de correction du tangage.

Le réflexe de remise à niveau des ailes et de correction du tangage renvoie aux compétences nécessaires au maintien de l'assiette désirée. Maintenir une assiette spécifique n'est pas chose aisée. Les pilotes sont souvent détournés de leur lecture et les turbulences perturbent souvent l'appareil ; ces deux actions conjuguées entraînent souvent une inclinaison qui résulte en un virage involontaire. Les pilotes expérimentés ont le réflexe de corriger ce tangage et cette inclinaison non désirés. Sans y penser, ils agissent sur le manche de manière automatique et reprennent l'assiette désirée. À moins de vous être déjà entraîné, il vous faudra un temps de réflexion avant de pouvoir réagir. Bien qu'un réflexe lent suffise à bord d'un petit dirigeable de reconnaissance, il sera inefficace à bord d'un avion.

Vous avez la possibilité d'exercer votre réflexe de remise à niveau des ailes et de correction du tangage dans la leçon interactive. Ne bâclez pas cet exercice. Je ne pourrai jamais assez répéter combien il est important. Je passe plusieurs heures à bord avec mes stagiaires afin d'être sûr qu'ils actionnent le manche de manière correcte pour remettre les ailes à niveau et pour corriger le tangage. Lorsque vous sentez que vous maîtrisez ces réflexes (et que vous avez encore des sensations dans

les bras), passez à l'étape 1, la première des trois étapes de la lecture d'instruments.

Étape 1 de la lecture

L'étape 1 nécessite que vous sélectionniez les paramètres d'attitude, de puissance appliquée au moteur et d'assiette. Si vous vous trouvez, par exemple, en vol rectiligne en palier (voir Figure 13-2) et que vous voulez amorcer une montée (il s'agit là d'un changement majeur d'assiette), vous devez sélectionner une attitude de montée, appliquer la puissance nominale de montée et équilibrer ces paramètres. Exécutez ces opérations en vous concentrant uniquement sur l'AI.

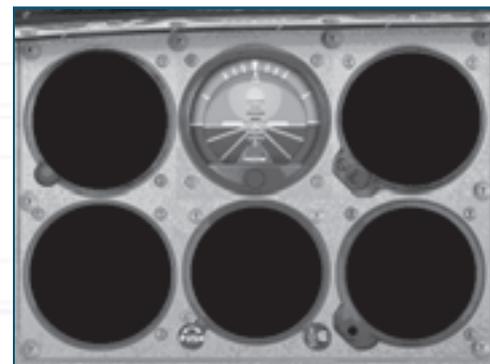


Figure 13-2

Sélectionnez l'assiette qui produira les conditions de vol désirées. Vous vous

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

souvenez de ces attitudes abordées dans les cours précédents, n'est-ce pas ? Si tel n'est pas le cas, c'est peut-être le moment opportun de vous les remettre en mémoire. La figure 13-3 montre la valeur à peu près exacte du tangage requis pour amorcer une montée à une vitesse de 80 nœuds, en pleine puissance (cabre de 13 degrés).

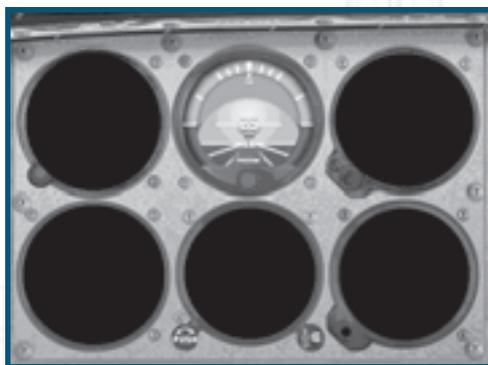


Figure 13-3

Voici de quelle manière il faut accomplir la séquence en utilisant l'étape 1 lorsque vous amorcez une montée à partir d'un vol rectiligne en palier :

1. Cabrez l'appareil à 13 degrés. Il n'est pas certain que cela vous donnera une vitesse de 80 nœuds précisément, mais on se contentera de cela pour le moment. Il vous faut juste placer

l'appareil dans l'attitude désirée. Nous nous occuperons des détails plus tard.

2. Après avoir cabré, appliquez la puissance de montée (2550 tours par minute). (N'appliquez pas la puissance de montée tant que l'avion n'a pas commencé à cabrer. L'assiette à cabrer applique une contrainte aérodynamique sur l'hélice et évite le sur-régime moteur lorsque vous délivrez la puissance.)
3. Compensez afin de conserver l'assiette de montée. (Recherchez, pour l'heure, une assiette approximative. L'assiette finale sera appliquée au cours de l'étape 3 de la lecture à trois étapes.)

Excellent ! Muy bien ! Voyons à présent la manière d'effectuer l'étape 1 si nous appliquons un changement majeur d'assiette pour passer d'une montée à un vol rectiligne en palier.

Passer d'une montée à en vol rectiligne en palier

Si vous êtes en montée, voici comment retourner en vol rectiligne en palier en utilisant l'étape 1 de la lecture d'instruments.

1. Inclinez l'appareil vers l'avant jusqu'à atteindre l'assiette de vol rectiligne en palier (Figure 13-2). Vous ne pouvez pas

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

- être certain de vous trouver exactement en vol rectiligne en palier, mais on se contentera de cela pour l'instant.
2. Comptez approximativement 10 secondes, et réduisez la puissance au régime de croisière de 2300 tours par minute. (Pourquoi attendre 10 secondes ? Parce qu'il faut que l'appareil atteigne rapidement sa vitesse de croisière avant de pouvoir réduire les gaz. Dans le prochain cours, vous attendrez d'atteindre une vitesse de plus de 100 nœuds avant de réduire la puissance. Puisque vous n'êtes pas renseigné sur la vitesse, respectez ces 10 secondes pour le moment.)
 3. Une fois que vous avez réduit la puissance, compensez afin de maintenir l'assiette de vol rectiligne en palier.

Examinons à présent la manière de passer d'un vol rectiligne à une descente en utilisant l'étape 1. Le paramètre important à connaître ici est l'assiette de descente requise. En général, on exécute les descentes à une vitesse supérieure à celles des montées. Appliquons une assiette de piqué d'un demi degré comme indiqué à la figure 13-4. Souvenez-vous de cette séquence : attitude, puissance appliquée au moteur et assiette C'est ainsi que cela doit se dérouler.



Figure 13-4

Passer du vol rectiligne en palier à une descente

1. Choisissez l'assiette appropriée pour la descente (Figure 13-4).
2. Réduisez immédiatement la puissance au régime de ralenti de vol. Il est même recommandé de modifier l'assiette et la puissance simultanément. Le fait de réduire la puissance entraîne automatiquement l'appareil à piquer vers l'avant, ce qui facilite l'obtention de l'assiette de piqué. Abaisser le nez tout en maintenant la puissance moteur entraîne une augmentation de la vitesse, souvent au-delà de celle que vous désirez obtenir.
3. Compensez afin de maintenir l'assiette de piqué désirée.

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

À présent, examinons la façon de passer d'une descente à un vol rectiligne en palier. Souvenez-vous de cette séquence : attitude, puissance appliquée au moteur et assiette

Passer d'une descente à un vol rectiligne en palier

1. Sélectionnez l'assiette de vol rectiligne en palier (Figure 13-2).
2. Augmentez la puissance jusqu'au régime de croisière (2300 tours par minute). Si vous n'agissez pas assez tôt, votre vitesse diminuera. C'est la raison pour laquelle il est généralement recommandé de commencer à augmenter la puissance dès que l'appareil est sur le point d'atteindre l'assiette de vol rectiligne en palier.
3. Compensez afin de maintenir l'assiette désirée.

Ce cours de formation au sol est capital. Ce sont souvent les petits détails qui compliquent l'existence des pilotes naviguant aux instruments. Je vous accorde que ce n'est pas très excitant, mais cela vaut la peine d'être compris. Voyons à présent la manière d'amorcer un virage à partir d'un vol rectiligne en palier (encore un changement majeur d'assiette) en utilisant l'étape 1 de notre lecture d'instruments.

Amorcer des virages en montée et en descente

Lors des cours précédents, vous avez appris que les virages se prennent à une inclinaison de 20 à 30 degrés, et cela vaut aussi pour la navigation aux instruments. Vous devez éviter les virages à plus de 30 degrés d'inclinaison. Pourquoi ? Parce que les virages trop serrés augmentent la charge de travail du pilote naviguant aux instruments. Le vol aux instruments est une tâche ardue, et un pilote préfère éviter de se débattre avec les forces aérodynamiques engendrées par des virages trop serrés. Disons que nous adopterons une inclinaison de 20 degrés pour tous les virages réalisés au cours de vols aux instruments. Plus tard, vous apprendrez des concepts plus avancés pour les virages, tels que les virages conventionnels.

Comme je sais que vous êtes expérimenté en matière de virages, voyons comment utiliser l'étape 1 de notre lecture d'instruments pour combiner une entrée de virage et une entrée de montée au cours de ce changement majeur d'assiette. Cela revient à exécuter un pas de danse sophistiqué, à cette différence près que les orteils ne courent pas un grand risque. Le secret consiste à entrer dans un virage à 20 degrés d'inclinaison en cabrant simultanément pour atteindre l'assiette de montée. Voilà comment cela se passe.

COURS AU SOL 13 : PREMIÈRE ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

Entrer dans un virage en montée

1. Entrez dans un virage à 20 degrés d'inclinaison sur la droite, et cabrez simultanément pour atteindre l'assiette de montée (Figure 13-5).
2. Après avoir cabré, augmentez la puissance (Pleins gaz).
3. Compensez afin de maintenir l'assiette désirée.

Voyons à présent comment entrer dans un virage descendant à gauche en utilisant l'étape 1.

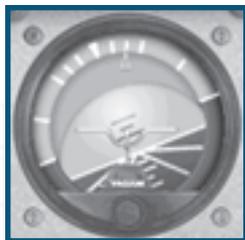


Figure 13-5

Entrer dans un virage descendant à gauche

1. Sélectionnez l'assiette pour un virage descendant à gauche (Figure 13-6).
2. Réduisez simultanément la puissance au régime de ralenti de vol.

3. Compensez afin de maintenir l'assiette désirée.



Figure 13-6

Vous venez d'apprendre l'étape 1 de la lecture d'instruments à trois étapes. Une fois que les paramètres d'attitude, de puissance appliquée au moteur et d'assiette ont été établis, vous êtes prêt à passer à l'étape 2, qui vous permet d'affiner la sélection d'assiette que vous avez opérée au cours de l'étape 1. Mais avant cela, rendez-vous à la leçon interactive et exercez-vous à ces opérations avant de commencer le prochain cours.

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

Lecture radiale des instruments primaires

Étapes 1, 2, 3. 1, 2, 3, 4 ! Ça vous fait penser au tempo donné aux musiciens avant d'attaquer un rock bien rythmé ? Eh bien, la lecture d'instruments s'enseigne et s'apprend facilement par étapes à un rythme bien cadencé. Si nous comparons ces étapes à un morceau de musique, le tableau de bord est votre partition, et vos yeux passent d'un instrument à l'autre comme si vous lisiez des notes. Vous venez d'apprendre l'étape 1 de la lecture d'instruments à trois étapes. Abordons à présent l'étape 2.

L'étape 1 vous a permis de placer votre appareil à l'assiette désirée en vous référant uniquement à l'indicateur d'assiette (AI). Cependant, utiliser l'AI comme unique moyen de contrôler votre assiette reviendrait à utiliser une arme thermonucléaire pour éliminer des puces dans votre appartement. C'est efficace, mais cela n'a pas la précision de la bombe insecticide que vos voisins affectionnent tant. En tant que pilote naviguant aux instruments, il vous faut contrôler avec précision votre cap, votre altitude et votre vitesse. Une fois que vous avez sélectionné votre assiette à l'étape 1, passez à l'étape 2 au cours de laquelle vous effectuerez une lecture radiale des

instruments primaires et vous affinerez le réglage de l'assiette choisie à l'étape 1.

Voici à nouveau les trois étapes pour mémoire. N'oubliez pas que ces trois étapes doivent être exécutées dans l'ordre à chaque changement majeur d'assiette. L'exécution complète des trois étapes doit durer de 15 à 20 secondes.

ÉTAPE 1: Choix de l'attitude, la puissance appliquée au moteur et l'assiette.

ÉTAPE 2: Lecture radiale des instruments primaires

ÉTAPE 3: Maintien de l'assiette à l'aide du variomètre et lecture de surveillance des 6 instruments principaux

L'objectif de l'étape 2 est d'observer un ou plusieurs instruments de vol, puis d'effectuer les changements de tangage, d'inclinaison ou de puissance nécessaires pour obtenir l'assiette de vol désirée. Cela vous permet, tour à tour, d'obtenir précisément le cap, la vitesse et l'altitude désirés. Le terme de « lecture radiale » implique que votre lecture commence par l'AI, se porte ensuite sur un instrument primaire présent sur le tableau de bord, puis revient sur l'AI. Le schéma de lecture part d'un point précis et revient à ce point. Comparez-le au chemin que parcourent vos yeux lorsque vous observez

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

le centre d'une roue de bicyclette et suivez un rayon qui part vers l'extérieur; puis revient vers l'intérieur comme le montre la figure 14-1.

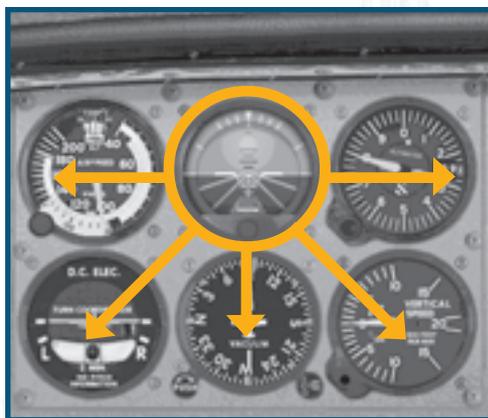


Figure 14-1

Tout ce qui est primaire est important. Et les instruments vous fournissent les informations les plus capitales pour le contrôle fin du tangage, de l'inclinaison et de la puissance. Chaque attitude que vous sélectionnez met en œuvre trois instruments primaires : un pour le tangage, un autre pour l'inclinaison et un dernier pour la puissance. Mais comment savoir quels sont ces trois instruments ? Après tout, vous devez les choisir parmi plusieurs

autres. Avant de répondre à cette question, que diriez-vous d'un bon hamburger ?

Noms des instruments

Lorsque vous passez votre commande au restaurant de fast-food, le serveur presse un bouton sur lequel se trouve l'image du produit que vous avez commandé. Commandez un soda et il appuiera sur le bouton où se trouve la représentation du soda. Cette astucieuse méthode visuelle évite que le serveur ne se perde dans des réflexions plus importantes, notamment dans des sujets tels que la philosophie, l'éthique et autre démonstration du dernier théorème de Fermat. Bien entendu, si vous dites : « beau temps », le serveur vous répondra : « désolé, je n'ai pas ce bouton ». Je vous propose d'utiliser le même système d'étiquetage afin d'identifier chacun des instruments primaires de votre tableau de bord.

J'aimerais que vous placiez les étiquettes représentées à la figure 14-2 directement sur l'écran de votre ordinateur; sous chacun des instruments représentés (nous ne nous occuperons pas du variomètre pour l'instant). Utilisez un demi-centimètre de la bande adhésive de l'un de ces bloc-notes jaunes. N'utilisez pas d'étiquettes avec un adhésif permanent (sinon il y a toujours une place vacante pour vous dans ce restaurant de fast-food !).

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS



Figure 14-2

Identifier les instruments primaires

La figure 14-2 identifie les instruments pour toutes les conditions de vol données. Supposons que vous venez de choisir votre assiette pour un vol rectiligne en palier. Sur quels instruments primaires va porter votre lecture radiale ? Observez le tableau de bord et identifiez les instruments dont l'étiquette porte l'inscription « rectiligne » (indicateur de cap) et « palier » (altimètre). L'indicateur de cap vous assiste pour le vol rectiligne, l'altimètre pour le palier et le tachymètre vous renseigne sur le régime moteur choisi. En d'autres termes, vous avez la possibilité d'affiner le réglage de l'assiette pour le vol rectiligne en palier, en effectuant la lecture de ces trois seuls instruments. C'est facile, non ?

Supposons que vous avez placé votre appareil à l'assiette de montée rectiligne (ou de descente rectiligne). Sur quels instruments primaires devez-vous effectuer votre lecture radiale ? Identifiez les instruments dont les étiquettes portent l'inscription « rectiligne » (indicateur de cap) et « montée » (anémomètre). L'indicateur de cap vous assiste au vol rectiligne, l'anémomètre vous aide à définir le tangage correct pour la montée (ou la descente) et le tachymètre vous montre le régime moteur choisi.

Supposons, pour finir, que vous avez placé l'appareil à l'assiette pour un virage en palier. Sur quels instruments devez-vous effectuer votre lecture radiale ? Identifiez les instruments dont les étiquettes portent l'inscription « palier » (altimètre) et « virage » (coordonateur de virage). L'altimètre vous assiste pour le palier; le coordonateur de virage vous aide à déterminer le taux d'inclinaison pour le virage désiré (nous verrons bientôt de quelle manière) et le tachymètre vous montre le régime moteur choisi.

Vous savez à présent déterminer chacun des instruments sur lesquels vous devez effectuer votre lecture radiale dans n'importe quel paramètre de vol. Il vous faut ensuite faire votre lecture radiale sur ces instruments et interpréter leurs

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

indications ou le mouvement de leurs aiguilles. Reportez-vous ensuite à l'AI et corrigez l'assiette (si nécessaire) de manière à stabiliser cet instrument principal. Voyons comment réaliser cela dans un vol rectiligne en palier. Nous supposons que nous venons juste de passer à l'assiette du vol rectiligne en palier.

Principes fondamentaux de la lecture radiale

Seuls les instruments primaires destinés au vol rectiligne en palier n'ont pas été noircis sur la figure 14-3, de la même manière qu'ils apparaîtraient au cours d'un entraînement aux instruments réel. Nous supposons que vous venez d'accomplir l'étape 1 entièrement et que vous avez placé l'appareil sur l'assiette de vol rectiligne en palier. Procédez à l'étape 2 par la lecture radiale des instruments primaires et en ajustant l'AI à l'assiette exacte de vol rectiligne en palier (si nécessaire). Avant de continuer, discutons plus avant de la lecture radiale.

DÉMARRAGE



Figure 14-3

L'inscription « start » (départ) est écrite sous l'AI, puisque c'est à cet endroit que commence la lecture radiale. Tout comme le moyeu de cette roue de bicyclette, votre lecture commencera à cet endroit précis et se poursuivra vers l'extérieur sur un instrument primaire. Il vous faudra 1 à 2 secondes pour détecter toute déviation ou mouvement de l'aiguille sur cet instrument primaire. Puis vous retournerez sur l'AI et appliquerez les corrections (si nécessaire) afin de stabiliser les instruments primaires.

Vous pouvez, bien sûr, lire plus d'un instrument. Vous devez, à cet effet, partir de l'AI, vous diriger sur l'instrument primaire, puis retourner sur l'AI. De là,

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

vous pouvez repartir sur un instrument primaire puis retourner sur l'Al, en répétant le procédé avec n'importe lequel des instruments, mais en revenant toujours sur l'Al.

Par exemple, pour le vol rectiligne en palier, vous effectuerez votre lecture radiale sur l'indicateur de cap (rectiligne), l'altimètre (palier) et le tachymètre (régime moteur). En partant de l'Al, descendez sur l'indicateur de cap. Observez la moindre déviation par rapport au cap désiré. Retournez sur l'Al et appliquez les petites rectifications sur l'inclinaison qui vous permettront de stopper la déviation de cap ou de retourner au cap approprié (si nécessaire). À partir de là, dirigez-vous sur l'altimètre et observez la moindre modification de l'altitude désirée. Retournez sur l'Al, effectuez les petites corrections de tangage (si nécessaire) qui stopperont la déviation de l'aiguille ou la replaceront dans la position appropriée. Effectuez la lecture du tachymètre en dernier lieu. Observez le tachymètre et apportez une dernière correction au réglage (si nécessaire), puis retournez immédiatement sur l'Al. Il n'est, en général, pas nécessaire de lire le tachymètre plus d'une fois au cours d'un changement majeur d'assiette. À présent, recommencez l'opération avec l'indicateur de cap, en répétant la lecture radiale jusqu'à ce que les deux instruments

(l'indicateur de cap et l'altimètre) indiquent les paramètres de vol rectiligne en palier. Voilà comment doit se dérouler la séquence.

Vol rectiligne en palier

1. En commençant par l'Al, faites une lecture radiale de l'indicateur de cap.
2. Retournez sur l'Al et ajustez l'inclinaison (si nécessaire) afin de maintenir 270 degrés d'inclinaison.
3. Effectuez une lecture radiale de l'altimètre.
4. Retournez sur l'Al et rectifiez le tangage (si nécessaire) afin de maintenir une altitude de 4000 pieds.
5. Effectuez la lecture radiale du tachymètre et ajustez la position de la manette des gaz (si nécessaire) afin de conserver le régime de vol de croisière à 2300 tours par minute (en général, il ne sera pas nécessaire de lire le tachymètre une nouvelle fois).
6. Continuez votre lecture radiale de l'indicateur de cap et de l'altimètre, en appliquant de petites corrections d'assiette, jusqu'à ce que l'appareil soit positionné en vol rectiligne en palier.

Le secret de la lecture radiale consiste à lire rapidement chacun des instruments primaires au moins une fois avant de

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

passer du temps supplémentaire à la lecture de tout autre instrument en particulier. Ceci vous permet de déterminer l'attitude effective de l'appareil relativement à l'assiette désirée, ainsi que d'évaluer le travail que vous aurez à produire avant que l'avion ne soit stabilisé. Examinons à présent la lecture des instruments primaires au cours d'une montée rectiligne.

Montée rectiligne

À nouveau, seuls les instruments primaires destinés à la montée rectiligne n'ont pas été noircis (Figure 14-4). Supposons que vous venez juste d'amorcer votre montée rectiligne et que vous commencez l'étape 2 de la lecture à trois étapes. Ajustez votre assiette sur l'AI pour une montée à 80 nœuds et un cap de 270 degrés précisément.

EN PALIER

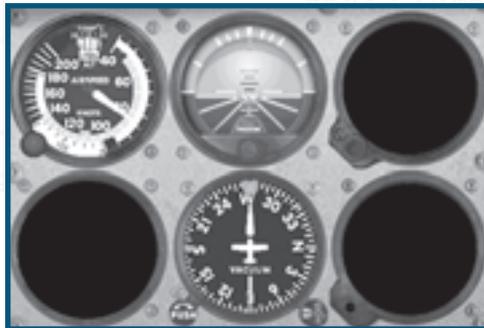


Figure 14-4

RECTILIGNE

Voici la séquence que vous devez suivre afin d'effectuer la lecture radiale des instruments primaires.

1. En commençant par l'AI, effectuez la lecture radiale de l'indicateur de cap.
2. Retournez sur l'AI et ajustez l'inclinaison (si nécessaire) afin de maintenir un cap de 270 degrés.
3. Effectuez la lecture radiale de l'anémomètre.
4. Retournez sur l'AI et ajustez le tangage (si nécessaire) afin de maintenir une vitesse de 80 nœuds.
5. Effectuez la lecture radiale du tachymètre (si nécessaire) et ajustez le régime moteur à la valeur de montée, 2400 tours par minute (il ne sera pas nécessaire de lire le tachymètre une nouvelle fois).
6. Continuez la lecture radiale de l'indicateur de cap et de l'anémomètre en appliquant de petites corrections jusqu'à ce que l'appareil soit positionné en montée rectiligne à 80 nœuds sur un cap de 270 degrés.

Voilà, vous y êtes. Savoir à l'avance quels instruments vous devez observer afin de

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

contrôler exactement votre assiette permet de lever le voile mystérieux qui entoure le vol aux instruments.

Essayons à présent notre lecture sur un virage en vol horizontal.

Virage en palier (en vol horizontal)

Seuls les instruments destinés au virage en palier n'ont pas été noircis (Figure 14-5).

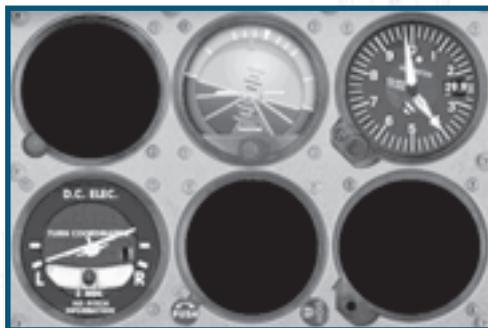


Figure 14-5

Supposons que vous venez juste d'amorcer un virage en palier sur la gauche à 4000 pieds et que vous commencez l'étape 2. Vous devez débiter la lecture radiale des instruments primaires et ajuster l'assiette sur l'AI pour obtenir précisément une altitude de 4000 pieds et un virage au taux standard.

Hein ? Qu'est-ce qu'un virage au taux standard ?

Les virages au taux standard permettent à l'appareil de changer de cap à une cadence de 3 degrés par seconde. Au cours des leçons précédentes, je vous avais suggéré d'effectuer vos virages à une inclinaison de 20 degrés. C'est tout à fait correct, mais je vous demande de les effectuer au taux standard pour une plus grande précision. À cet effet, ajustez l'inclinaison jusqu'à ce que l'aile représentée sur le coordinateur de virage de l'appareil atteigne le second repère blanc, comme indiqué à la figure 14-5.

L'appareil va alors changer de cap de 3 degrés par seconde exactement.

Un virage au taux standard vous permet de vous rendre compte du temps nécessaire pour effectuer un tour complet. À 3 degrés par seconde, il vous faudra deux minutes pour réaliser un virage de 360 degrés, et une minute pour un virage de 180 degrés. Voici la séquence que vous devez suivre pour la lecture radiale des instruments primaires.

1. En commençant par l'AI, effectuez la lecture radiale de l'altimètre.
2. Retournez sur l'AI et ajustez le tangage (si nécessaire) afin de maintenir une altitude de 4000 pieds.

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

3. Effectuez la lecture radiale du coordonateur de virage.
4. Retournez sur l'AI et ajustez l'inclinaison (si nécessaire) afin de maintenir le virage au taux standard.
5. Effectuez la lecture radiale du tachymètre et ajustez le régime moteur (si nécessaire) pour conserver le régime moteur de croisière de 2300 tours par minute (il ne sera pas nécessaire de relire le tachymètre).
6. Continuez la lecture radiale de l'altimètre et du coordonateur de virage en appliquant de petites corrections jusqu'à ce que l'appareil soit positionné en vol en palier à 4000 pieds et en virage au taux standard.

Si vous avez bien suivi jusqu'ici, vous pourrez bientôt vous compter parmi les plus grands pilotes. Dans notre dernier exemple, nous verrons comment utiliser l'étape 2 pour exécuter un virage en descente sur la droite.

Virage en descente à droite, moteur coupé

Seuls les instruments destinés à un virage en descente n'ont pas été noircis (Figure 14-6). Supposons que vous venez juste d'entrer dans un virage en descente sur la droite, moteur coupé, et que vous

commencez l'étape 2 de la lecture à trois étapes. Commencez la lecture radiale des instruments primaires. Ajustez l'assiette sur l'AI pour une descente à 100 nœuds et en virage au taux standard précisément.



Figure 14-6

Voici la séquence que vous devez suivre pour la lecture radiale des instruments primaires.

1. En commençant par l'AI, effectuez la lecture radiale de l'anémomètre.
2. Retournez sur l'AI et ajustez le tangage (si nécessaire) afin de maintenir une vitesse de 100 nœuds.

COURS AU SOL 14 : DEUXIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

3. Effectuez la lecture radiale du coordonateur de virage.
4. Retournez sur l'AI et ajustez l'inclinaison (si nécessaire) afin de maintenir un virage au taux standard. (Il n'est pas nécessaire de lire le tachymètre puisque vous avez réduit la puissance au régime de ralenti de vol.)
5. Continuez la lecture radiale de l'anémomètre et du coordonateur de virage en appliquant de petites corrections jusqu'à ce que l'appareil soit positionné dans un virage en descente sur la droite à une vitesse de 100 nœuds.

Dans notre prochain cours, nous aborderons la dernière étape de la lecture d'instruments. Au terme de ce cours, nous aurons achevé la difficile tâche d'établir un appareil dans une nouvelle assiette. Nous pourrons enfin souffler et profiter de la nouvelle assiette que nous aurons choisie - du moins jusqu'à ce que nous décidions d'effectuer un nouveau changement majeur d'assiette.

COURS AU SOL 15 : TROISIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

Maintien de l'assiette à l'aide du variomètre et lecture de surveillance des 6 instruments principaux

Vous savez, à présent, que les pilotes naviguant aux instruments ne sont pas des personnes qui s'installent à bord des avions pour jouer du pipeau ou de la guitare. Le moment qui s'apparente le plus à la lecture d'une partition de musique est le moment où ils doivent suivre la procédure de lecture d'instruments, étape par étape, lorsqu'ils effectuent un changement majeur d'assiette. Nous avons abordé jusqu'ici deux de ces trois étapes. Je vous propose d'achever notre apprentissage de la procédure de lecture d'instruments par l'étude de la dernière des trois étapes.

Voici à nouveau les trois étapes pour mémoire. Elles sont citées dans l'ordre dans lequel vous devez les effectuer au cours d'un changement majeur d'assiette.

ÉTAPE 1 : Choix de l'attitude, la puissance appliquée au moteur et l'assiette.

ÉTAPE 2 : Lecture radiale des instruments primaires

ÉTAPE 3 : Maintien de l'assiette à l'aide du variomètre et lecture de surveillance des 6 instruments principaux

Au cours de l'étape 1, vous avez effectué un changement majeur d'assiette. Dans

l'étape 2, vous avez affiné le tangage, l'inclinaison et la puissance appliquée au moteur de l'appareil. Dans l'étape 3, vous effectuerez une dernière correction d'assiette afin de stabiliser l'appareil, puis vous pourrez légèrement relâcher votre attention et effectuer la lecture de surveillance des six instruments principaux de votre tableau de bord. La lecture de surveillance des instruments de vol est beaucoup moins contraignante que la lecture radiale abordée dans l'étape 2. Étudions dans le détail cette étape 3 de la lecture d'instruments.

Étape 3 de la lecture d'instruments

Votre objectif principal consiste à appliquer une dernière correction d'assiette en vous référant au variomètre (VSI). Le VSI est sensible aux moindres variations de tangage et vous indique rapidement toute déviation par rapport à l'assiette désirée. En outre, la longueur de l'aiguille du VSI facilite la détection du moindre mouvement vertical.

Le secret pour obtenir l'assiette finale consiste à maintenir une indication constante sur le VSI. Lorsque vous redressez, compensez de manière à ce que l'aiguille du VSI indique un taux de montée nul. Ne vous acharnez pas sur le volant (ou bouton) de compensation, comme vous feriez tourner un manège à en rendre votre petit frère malade. Manœuvrez légèrement le volant de compensation, et soyez doux sur les pressions de commande que vous

COURS AU SOL 15 : TROISIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

appliquez. Observez l'aiguille du VSI. Si elle se déplace vers le haut ou vers le bas, appliquez respectivement une assiette de piqué ou une assiette à cabrer afin de stopper le déplacement de l'aiguille.

Il n'y a aucun intérêt à relâcher complètement les commandes pour constater la direction d'un appareil hors assiette. Cela cause encore plus de problèmes aux pilotes. Aie ! Si vous relâchez complètement les commandes au lieu de corriger en actionnant les commandes avec douceur, votre appareil, alors hors compensation, pourrait s'écarter plus ou moins rapidement de l'assiette de vol prévue, selon l'écart d'assiette initial. Il vous faudra alors rétablir votre appareil dans les conditions de vol qu'il a perdu, avant de pouvoir compenser à nouveau. Il est beaucoup plus facile cependant de relâcher la pression de commande, d'observer le moindre mouvement de l'aiguille du VSI et d'appliquer les corrections d'assiette nécessaires. Vous pouvez ainsi appliquer les petits réglages d'assiette sans avoir à rétablir un appareil qui se serait emballé.

Le maintien d'assiette pour une montée ou pour une descente s'effectue d'une manière similaire au maintien d'assiette pour un vol rectiligne en palier. Relâchez la pression de commande et essayez d'obtenir une indication de l'aiguille du VSI constante.

Supposons que l'aiguille indique un quelconque taux de montée. Si vous relâchez la pression de commande et que l'aiguille se déplace, l'appareil demande alors une compensation d'assiette. Appliquez une assiette à cabrer ou une assiette de piqué afin de stabiliser l'appareil au taux de montée (ou au taux de descente) précédent. Il est possible que vous ayez à effectuer deux ou trois corrections avant d'obtenir le bon réglage, mais cela n'est pas grave. Vous avez le temps. C'est pas comme si vous aviez des courses à faire, n'est-ce pas ?

Sachez également qu'il est très difficile d'équilibrer parfaitement un appareil. Même si vous êtes un grand maître (ou une grande maîtresse) dans l'art d'équilibrer, il est possible que l'appareil dévie de quelques centaines de pieds vers le haut ou vers le bas. Il n'y a pas grand chose à faire à cela, si ce n'est d'appliquer quelques corrections manuelles de tangage. Tous les appareils ne sont pas conçus de la même façon. Une petite encoche ici, une surcharge de poids là peut avoir des effets très subtils sur les performances aérodynamiques, et vous empêcher d'équilibrer parfaitement l'avion.

Lecture de surveillance

Une fois que les dernières corrections d'assiette ont été apportées, il vous faut effectuer la lecture de surveillance des six instruments principaux sur le tableau de bord (Figure 15-1). Cette lecture est réalisée dans le sens des aiguilles d'une

COURS AU SOL 15 : TROISIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

montre, en partant de la rangée supérieure d'instruments jusqu'à la rangée inférieure. En fait, vous avez la possibilité de choisir le sens de lecture qui vous convient le mieux. Le but est de surveiller les moindres variations de l'assiette établie. Si vous constatez une déviation, appliquez une petite correction sur l'indicateur d'assiette afin de maintenir les conditions de vol désirées.



Figure 15-1

La lecture de surveillance est celle qui occupera la plus grande partie du temps que vous passerez sur les instruments. Par conséquent, l'étape 3 est réalisée en permanence entre deux changements volontaires d'assiettes (qui impliquent des changements majeurs d'assiette). Les trois

étapes du procédé de lecture sont à nouveau répétées à chaque changement majeur d'assiette.

Les deux premières étapes de la lecture d'instruments requièrent, en général, un temps d'exécution de 5 à 15 secondes. Il vous arrivera d'accomplir l'étape 2 de la lecture et de ne pas être en mesure de passer à l'étape 3. Par exemple, lorsque vous vous trouvez dans une zone de turbulences ou exécutez une approche aux instruments, il est possible que vous ayez à effectuer une lecture radiale des instruments rapidement afin de conserver un contrôle précis sur l'appareil. Souvenez-vous que la lecture radiale est une tâche difficile, physiquement, intellectuellement et émotionnellement. Il est possible d'effectuer une lecture radiale de tous les instruments présents sur le tableau de bord, mais cela est le plus souvent inutile et peut s'avérer très fatigant. Effectuez uniquement la lecture radiale des instruments nécessaires au contrôle de l'appareil.

Astuce de professionnels

Au fil des années, certains professionnels ont développé une méthode inhabituelle pour détecter toute variation sur les instruments, une fois que l'assiette de l'appareil a été établie et qu'il a été équilibré. Les pilotes concentrent leur vision sur le centre du tableau de bord, juste au-dessous de l'indicateur d'assiette. Ils sont alors capables d'observer les variations des instruments en

COURS AU SOL 15 : TROISIÈME ÉTAPE DE LA LECTURE D'INSTRUMENTS

utilisant leur vision périphérique. De la même manière que la lecture rapide apprend à saisir trois à quatre mots en un coup d'œil, les pilotes naviguant aux instruments sont capables de saisir les informations provenant de groupes de plusieurs instruments, d'un seul coup d'œil. Développer la vision périphérique exige de la pratique, mais il semble qu'elle représente le degré ultime dans l'art de maîtriser le vol aux instruments. Pour le moment, lorsque l'étape 3 de la lecture est accomplie, balayez du regard votre tableau de bord afin de détecter la moindre déviation d'assiette.

Un secret bien gardé

Le VSI, une fois qu'il est parfaitement maîtrisé, peut fournir certaines informations supplémentaires, utiles au contrôle d'un appareil. La plupart des pilotes utilisent également le VSI afin de maintenir le vol rectiligne en palier dans un niveau compris entre 10 et 20 pieds d'amplitude. Il est parfois plus facile d'utiliser le VSI afin de repérer les variations de niveau du vol rectiligne en palier, et cela grâce à son important arc de lecture et à la plus grande sensibilité de son aiguille. Passer du temps à apprendre à piloter au VSI avec précision peut s'avérer très payant.

Il existe beaucoup de choses ennuyeuses dans la vie, mais le vol aux instruments n'en fait pas partie. L'art de voler aux instruments est un test qui met à rude épreuve votre perspicacité et votre opiniâtreté. Le vol aux instruments vous offre la possibilité de maîtriser l'appareil, mais également de vous maîtriser vous-même. C'est probablement la raison pour laquelle la plupart des pilotes naviguant aux instruments sont si heureux. Ils sont conscients de la portée de ce qu'ils ont accompli. Je dois néanmoins vous prévenir que paraître heureux dans un aéroport est souvent considéré comme inopportun. Vous pourriez attirer des soupçons et être obligé de subir un test de dépistage de substances illicites. Prenez garde !

Vous êtes prêt à passer aux choses sérieuses. Il est temps à présent d'aborder la technique d'approche aux instruments. Nous verrons tout d'abord les approches VOR, puis nous étudierons en détail la manière d'effectuer une approche ILS (système d'atterrissage aux instruments - Instrument Landing System). Vous avez déjà parcouru une longue distance dans l'acquisition de vos aptitudes au pilotage. Soyez fier de ce que vous avez accompli, mais préparez-vous à être impressionné par ce qui va suivre.

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

Voilà venue l'heure de vous installer confortablement dans votre fauteuil, soda en main, et de vous préparer à boire et apprendre. C'est bien ça, mettez-vous à l'aise, car ce cours se bornera à une petite discussion amicale sur les principes de la navigation aux instruments. Non, aucune information ultra-secrète ne va vous être révélée. Pas de prise de contact spéciale. Pas de mots de passe. Plus précisément, nous allons vous expliquer ce qu'est une approche aux instruments et pourquoi, quand, où et comment l'utiliser.

VFR vs. IFR Flying

Dans nos cours précédents, nous nous sommes attardés sur la navigation à vue, navigation qui a lieu par simple observation de l'horizon par la fenêtre du cockpit. Les pilotes la désignent sous l'appellation navigation « VFR », abréviation anglaise de « règles de vol à vue ». Mais que faire lorsque l'horizon est bouché, par des nuages par exemple ? Pouvez-vous toujours naviguer ? Oui, vous pouvez naviguer « IFR », c'est-à-dire selon les règles de vol aux instruments.

La navigation IFR vous permet de voler dans les nuages à l'aide des instruments de l'appareil pour en maintenir le contrôle

et à l'aide de vos instruments de navigation (comme le VOR) pour vous permettre d'atteindre un autre aéroport. Tout ceci est possible dans les nuages, sans visibilité, tout au moins jusqu'à ce que vous soyez prêt à atterrir. Pour l'atterrissage, vous devez toujours voir la piste bien avant d'atterrir (oui, même si vous êtes blindé en matière d'assurance et que vous portez un casque, vous devez voir ce qui se passe à l'extérieur pour pouvoir atterrir).

Pour naviguer aux instruments, les pilotes ont besoin d'une qualification de vol aux instruments, obtenue après l'acquisition de leur licence de pilote privé. Cette qualification exige une formation supplémentaire dans des domaines tels que les manœuvres dans les limites d'utilisation de l'appareil, la navigation programmée dans votre plan de vol, etc. (Une petite chose seulement... promettez de ne pas dire aux autres pilotes à quel point c'est facile, sinon tout le monde voudra le faire). L'essentiel de la formation aux instruments consiste à apprendre à observer rapidement les instruments, tout comme vous vous y êtes entraîné lors des trois leçons de lecture des instruments déjà traitées.

Vous voilà prêt à passer le cap de la lecture des instruments et à aborder le niveau suivant sans que vous ayez, contrairement

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

à certains logiciels, à combattre de créature crachant du feu. Enfin, pas aujourd'hui. Rengainez votre fusil laser et savourez votre soda, car vous allez apprendre à réaliser de A à Z une approche aux instruments.

Navigation aux instruments : Une vue d'ensemble

La navigation aux instruments se résume ainsi. Tout d'abord, un pilote soumet un plan de vol IFR auprès du contrôle de la circulation aérienne (ATC). Ceci revient à faire une réservation dans un restaurant chic dans le sens où vous signalez au personnel du restaurant de vous réserver une place. Idem avec l'ATC. Une fois que vous avez soumis votre plan de vol et que vous êtes prêt à décoller, vous contactez généralement la tour de contrôle de votre point de départ pour leur indiquer que vous avez enregistré un plan de vol.

Leur réponse est généralement « OK, plan de vol accepté ; vous avez l'autorisation de décoller. » C'est plutôt simple et, à la différence d'un restaurant, vous n'êtes pas tenu de laisser un pourboire.

Une fois votre plan de vol et votre autorisation en main, vous décollez, montez dans les nuages (le cas échéant), et mettez le cap sur votre destination. Votre objectif consiste à suivre les voies

aériennes en altitude jusqu'à votre destination. Ces voies aériennes sont construites à partir de routes VOR qui quadrillent le pays. Comment choisir la route à suivre ? Rien de plus simple ! Comme pour préparer un voyage en voiture : avec une carte. À ceci près que les pilotes utilisent une version aérienne des cartes routières qui montrent toutes ces routes VOR et l'altitude minimale associée. Ces altitudes vous empêchent de voler bas au point de percuter des arbres ou des bâtiments.

Dans le même temps, l'ATC et son radar sophistiqué vous suivent à la trace et quiconque navigue IFR à proximité de vous. Si des appareils s'approchent trop du vôtre, le contrôleur radar sépare les appareils par des commandes verbales. Il éloigne simplement les avions en leur fournissant des coordonnées (un cap à suivre) jusqu'à ce que le risque de collision soit dissipé.

Lorsque les pilotes approchent de leur destination, ils sortent de leur sacoche de vol un bout de papier spécial assez fin pour s'apparenter à un Kleenex (mais ne vous en servez pas pour vous moucher ou les passagers penseront que Zamfir, le maître de la flûte de pan, est aux commandes de l'appareil). Le bout de papier auquel je fais allusion s'appelle une carte d'approche aux instruments. Il contient des instructions détaillées sur le vol proprement dit, l'approche de l'aéroport et l'atterrissage,

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

tout en utilisant une méthode de navigation électronique (VOR, généralement). La plupart des grands aéroports possèdent au moins une de ces approches aux instruments (et cartes). La figure 16-1 représente une carte d'approche aux instruments VOR typique.

La carte d'approche

Les cartes d'approche aux instruments ont plusieurs points communs. Tout d'abord, en haut, elles indiquent les fréquences à utiliser pour contacter les contrôleurs aériens locaux (section A). En-dessous se trouve une vue en plan, qui indique les aides électroniques à la navigation que vous utiliserez pour vous rendre jusqu'à l'aéroport (section B). Encore en-dessous se trouve la vue du profil, qui vous donne quelques-unes des altitudes minimales préliminaires que vous utiliserez lors de votre descente jusqu'à l'aéroport (section C). Enfin, en bas, se trouve la section des minima (section D). C'est là qu'on vous indique l'altitude minimale autorisée lors de votre descente jusqu'à l'aéroport.

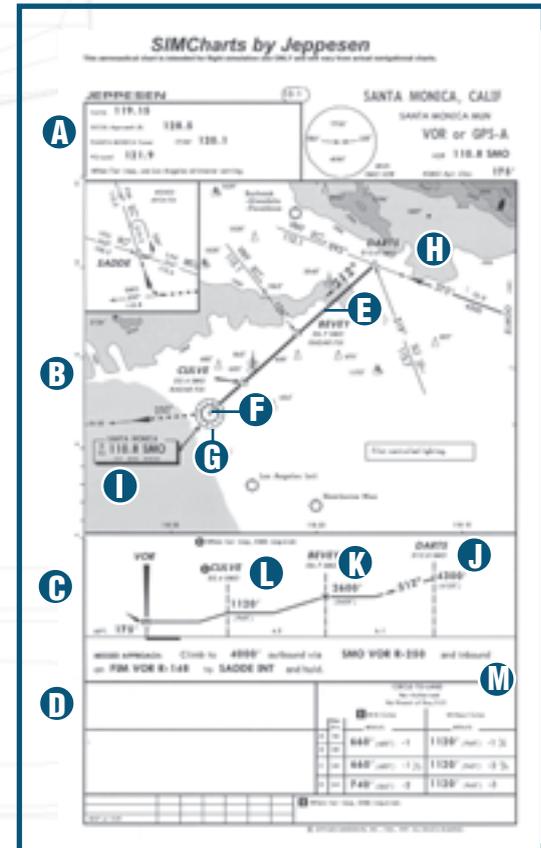


Figure 16-1

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

Le point d'approche interrompue ou « MAP » apparaît également sur toutes les cartes d'approche. Au MAP, le pilote doit voir la piste de manière assez claire pour pouvoir atterrir. Ce point est normalement indiqué par la lettre « M » dans la section du profil (section C). Si vous ne pouvez pas bien voir la piste au niveau du MAP, vous devez effectuer une approche interrompue. Cela signifie que vous mettrez vraisemblablement le cap sur un autre aéroport où le temps est meilleur.

Maintenant que j'ai piqué votre curiosité, je suis sûr que vous êtes impatient d'apprendre à faire une approche aux instruments.

Regardons cela de plus près ! Même s'il existe plusieurs types d'approches aux instruments, examinons la plus courante : l'approche VOR.

L'approche VOR

La figure 16-1 représente la carte d'approche VOR de Santa Monica, Californie. Regardez le trait noir épais sur la vue en plan (position E) qui va de droite à gauche, vers l'aéroport. C'est la route d'approche aux instruments qui vous conduira à

l'aéroport (position F). À l'aéroport, se trouve la station VOR (position G) qui fournit le signal de navigation pour l'approche. Voici comment vous vous y prendrez pour cette approche.

Supposons que votre avion se situe à l'intersection DARTS (position H). Cette intersection correspond au point de départ de la route d'approche VOR. Toutes les routes d'approche aux instruments sont facilement identifiables dans la section de vue en plan par un trait noir épais. Remarquez que la route d'approche VOR est une route VOR de 212 degrés jusqu'au VOR de Santa Monica. Votre tâche consiste à vous placer sur ce trait noir épais et à suivre la route illustrée jusqu'à l'aéroport. Pendant que vous suivez cette route, vous effectuez votre descente jusqu'aux altitudes minimales, comme illustré dans la section de profil de la carte d'approche (position C).

Reste à savoir comment s'engager sur cette route d'approche. L'ATC vous fournit des vecteurs radar qui sont les caps à suivre pour intercepter le trait noir épais, mais vous pouvez aussi suivre une route VOR qui vous y amènera (plus d'informations à ce sujet un peu plus bas).

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

L'approche VOR de Santa Monica

Pour suivre la route de 212 degrés jusqu'au VOR, réglez votre récepteur de navigation sur 110,8 MHz (la fréquence du VOR de Santa Monica, position I), puis réglez votre OBS à 212 degrés. Un cap de 212 degrés vous alignera sur la route d'approche.

À partir de là, vous commencez à suivre la route de 212 degrés jusqu'à l'aéroport.

La section du profil indique qu'une fois que vous avez passé l'intersection DARTS, vous pouvez descendre à 180 m (2 600 pieds ; position J). De nombreux appareils possèdent un équipement de mesure de distance (DME). Si c'est le cas du vôtre, vous pouvez obtenir un relevé DME du VOR de Santa Monica. Lorsque vous vous approchez du VOR, le compteur du DME vous indique votre distance au VOR diminue. Lorsque le DME indique 10,7 km (6,7 miles), vous vous trouvez à l'intersection BEVEY (position K). Vous pouvez maintenant descendre à 336 m (1 120 pieds). Pourquoi les descentes se font-elles par paliers ? Les paliers permettent de vous maintenir au-dessus des obstacles qui jalonnent la route

d'approche. À mesure que vous vous approchez de l'aéroport, les obstacles ne sont généralement pas aussi hauts (a priori, les autres pilotes se seront chargés de les avoir fait tomber). Par conséquent, la route d'approche vous fait faire une descente progressive jusqu'à la piste.

Enfin, lorsque le DME indique 3,8 km (2,4 miles), vous vous trouvez à l'intersection CULVE (position L). Comme aucune altitude inférieure n'est indiquée sur la vue du profil, vous devrez passer à la section des minima (position D) pour y trouver l'altitude finale à laquelle vous pourrez descendre. La section des minima indique 198 m (660 pieds) comme altitude minimale de descente (MDA). Pour descendre plus bas, vous devez pouvoir voir l'aéroport. Vous devez disposer d'une visibilité minimale de 1 600 m (1 mile), indiquée dans la section des minima, à côté de 660 pieds, pour pouvoir franchir ce palier.

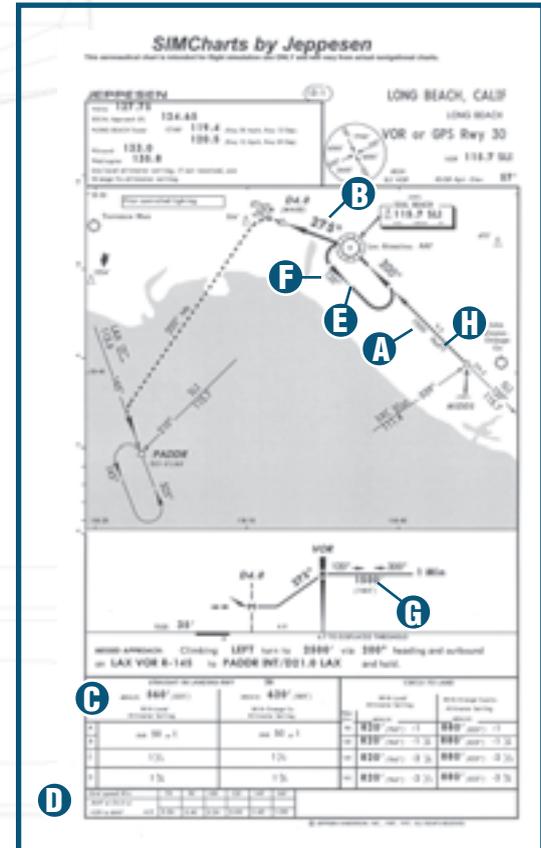
Si vous ne voyez pas l'aéroport lorsque vous passez au-dessus du VOR, vous devez exécuter une approche interrompue. Par conséquent, si l'indicateur d'ambiguïté du

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

VOR passe de TO à FROM et que vous ne voyez toujours pas l'aéroport, vous devez suivre la procédure d'approche interrompue (position M). Cette procédure vous amène à une altitude sûre à partir de laquelle vous pouvez préparer l'approche suivante.

Différent type d'approche VOR

La procédure d'approche aux instruments VOR a plusieurs variantes. Une fois que vous les maîtrisez, vous n'aurez aucun mal à interpréter n'importe quelle carte d'approche. Par exemple, la figure 16-2 est l'approche VOR de Long Beach, Californie (remarquez la légère différence de format entre la carte de la figure 16-1 et celle de la figure 16-2). Dans quelques années, toutes les cartes seront uniformisées et adopteront le format de la figure 16-2). L'approche comprend deux segments principaux. Le premier est la route de 300 degrés jusqu'au VOR SLI (réglez le VOR à 115,7 MHz, puis l'OBS à 300 degrés). L'altitude minimale sur cette route est de 450 m (1 500 pieds), comme l'indique la position A.



COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

Une fois que l'indicateur d'ambiguïté TO/ FROM bascule et indique FROM, vous devez tourner et intercepter la trajectoire d'éloignement sur la route de 275 degrés qui vous mènera à l'aéroport (position B). Comme le profil n'indique pas d'altitude minimale pour cette section de la procédure, reportez-vous à la section minima de la carte (position C). Pour cette approche, vous avez le droit de descendre à 168 m (560 pieds). Où se situe le point d'approche interrompue ? Ce point est fonction du temps écoulé (démarrez votre chronomètre au VOR et minutez la durée correspondant à une vitesse sol donnée) ou d'un relevé DME issu du VOR. Les deux points d'approche interrompue sont indiqués par la position D.

L'inversion de route en forme d'hippodrome

Une dernière remarque sur cette carte d'approche. Remarquez la forme d'hippodrome sur la vue de profil (position E). Il s'agit de l'une des deux méthodes d'inversion de route (aussi appelée virage conventionnel). Si vous mettez le cap sur

le VOR à partir du nord, le virage pour passer à la verticale du VOR et naviguer la route de 275 degrés jusqu'à l'aéroport est trop serré. Par conséquent, vous devez passer à la verticale du VOR et rebrousser chemin. Un cap de 120 degrés (position F) vous permet d'aller à l'opposé de l'axe d'approche. De là, vous tournez pour intercepter l'axe de 300 degrés jusqu'au VOR et suivez l'axe de 275 degrés vers l'aéroport une fois que vous êtes passé à la verticale de la station.

Plus simplement, votre objectif consiste à essayer de rester dans les limites du champ de course lorsque vous inversez votre trajectoire. Hors de ces limites, vous n'êtes pas en terrain protégé. Bien sûr, dans un simulateur, peu importe. Vous pouvez percuter sans risque quelques chèvres de montagne simulées ! Comme nous nous entraînons à développer vos compétences de vol, prétendons pour la forme que nous sommes dans une situation bien réelle. Quelle est donc l'altitude minimale de vol pour le virage conventionnel ? Cette altitude est indiquée sur la vue du profil : 450 m (1 500 pieds ; position G).

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

Par conséquent, si je mets le cap sur le VOR SLI à partir du nord, je vire et me fixe un cap de 120 degrés après être passé à la verticale de la station. Ceci doit me permettre de rester près des limites du virage conventionnel. Au bout d'une minute (la durée indiquée à côté du virage conventionnel dans la vue du profil, position G), je vire à gauche pour intercepter et suivre l'axe de 300 degrés pour retourner au VOR et terminer l'approche aux instruments. Bien sûr, cela suppose également que j'aie préalablement réglé mon OBS à 300 degrés. Mis à part une légère simplification, c'est à peu près ainsi que cela se passe dans la vie réelle.

À titre de remarque supplémentaire, sachez qu'il existe des routes amenant au VOR (appelées « routes d'alimentation » car elles vous mènent à la procédure d'approche aux instruments) qui n'exigent pas de virage conventionnel. La position H indique une route d'alimentation partant de l'intersection MIDDS assortie des lettres NoPT, c'est-à-dire « pas de virage conventionnel ». Sur cette route, vous devez réaliser l'approche aux instruments sans faire de virage conventionnel. En d'autres termes, volez directement jusqu'au VOR, puis jusqu'à l'aéroport.

Virage conventionnel de procédure

Le second de virage conventionnel, le virage conventionnel de procédure, est illustré à la figure 16-3. Supposons que vous effectuez une approche à partir de l'intersection ITMOR (position A). Cette route amenant au VOR RDD consiste à suivre l'axe de 224 degrés (réglez votre VOR à 108,4 MHz et l'OBS à 224). L'altitude minimale le long de cette route est de 1 110 m (3 700 pieds ; position B). Une fois que vous passez à la verticale du VOR, virez et suivez la trajectoire d'éloignement sur l'axe de 175 degrés, comme illustré par la position C (vous devez régler votre OBS à 175). L'objectif consiste ici à s'éloigner, inverser sa direction, avant de suivre l'axe d'approche, puis la route d'approche aux instruments.

La vue du profil indique une altitude minimale de 600 m (2 000 pieds) pour le virage conventionnel, qui doit être opéré à pas plus de 10 milles nautiques (mn) du VOR (position D). Lors de votre descente, vous vous éloignez et, tout en restant dans les 10 milles, vous pouvez virer et tenir un cap de 220 degrés (position E). Maintenez ce cap pendant une minute maximum,

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

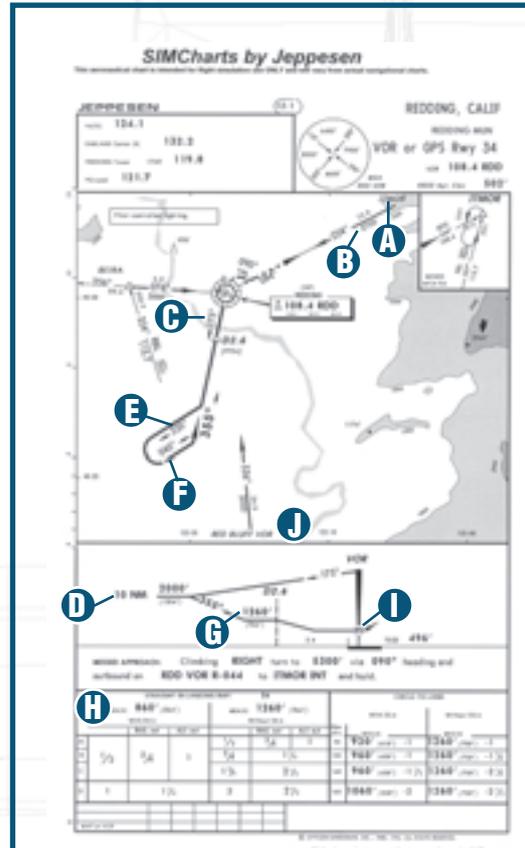


Figure 16-3

puis virez à gauche en adoptant un cap de 040 degrés (position F) et interceptez l'axe d'approche. Cela veut dire que vous devez régler votre OBS sur le cap menant au VOR (tournez l'OBS sur 355 degrés). Une fois sur l'axe d'approche, vous pouvez descendre à 378 m [1 260 pieds] (position G). Lorsque votre DME (à partir du VOR RDD) indique 4,1 km [2,6 miles], vous pouvez descendre à 258 m (860 pieds), l'altitude indiquée dans la section des minima (position J). Le « M » indiqué sur le profil (position H) désigne le VOR comme point d'approche interrompue.

Remarquez les deux routes d'alimentation menant des VOR ITMOR et RED BLUFF au VOR RDD (positions A et I). Les routes d'alimentation apparaissent légèrement plus fines que la route d'approche aux instruments et elles sont toujours accompagnées d'altitudes minimales de vol. Aucune de ces routes ne porte les lettres NoPT. Par conséquent, lorsque vous approchez du VOR RDD en empruntant l'une de ces routes, vous devez réaliser le virage conventionnel pour rebrousser chemin avant d'effectuer la procédure d'approche aux instruments.

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

À partir du VOR Red Bluff (position I), mettez le cap à 336 degrés jusqu'au VOR RDD (réglez l'OBS à 336), puis virez à gauche après être passé à la verticale du VOR et suivez la trajectoire d'éloignement, soit 175 degrés à partir du VOR. Ensuite, reprenez la même procédure d'inversion de route indiquée plus haut.

Vous avez tout compris ? Je viens de vous présenter un cours succinct sur les approches aux instruments VOR, quelque chose que les pilotes professionnels mettent souvent des mois à maîtriser. Si vous avez mal à tête, je comprends. Croyez-le si vous le voulez, mais il n'y a plus qu'une approche à examiner pour vous faire une idée générale du principe de fonctionnement de la plupart des approches aux instruments. Il s'agit du système d'approche aux instruments (ILS). Même si nous avons déjà couvert l'ILS, penchons-nous sur la manière de se préparer à l'approche associée.

L'approche ILS

L'ILS se compose de deux faisceaux électroniques : l'un permet un guidage horizontal ; l'autre, un guidage vertical. Ce qui rend cette approche plus utile qu'une approche VOR est le fait qu'elle

vous amène directement à la piste et vous prépare à un atterrissage à partir d'une altitude confortablement basse. L'approche VOR (et les autres approches) vous font survoler l'aéroport, parfois à quelques centaines de mètres au-dessus de la piste d'atterrissage. Ceci rend bien sûr plus difficile la transition de l'approche aux instruments à l'atterrissage proprement dit. La partie localiseur de l'ILS est bien plus sensible que la trajectoire VOR. Par « sensible », je veux dire que la réponse de l'aiguille à un écartement de la trajectoire est plus rapide que celle d'un VOR. Il faut également un peu plus de doigté pour maintenir l'aiguille au centre de l'affichage (Notez que l'aiguille du glideslope est également très sensible).

La figure 16-4 représente la carte d'approche ILS de la piste 28R de l'Aéroport international de Portland (position A). La fréquence du localiseur est de 111,3 MHz (position B). Le réglage de cette fréquence sur votre récepteur de navigation numéro 1 (NAV 1, celui des deux qui est situé en haut) règle l'affichage du VOR au suivi d'une seule trajectoire spécifique précisément alignée sur la piste. Il s'agit de l'alignement de piste et, dans le cas de Portland, il est de 279 degrés (position C).

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

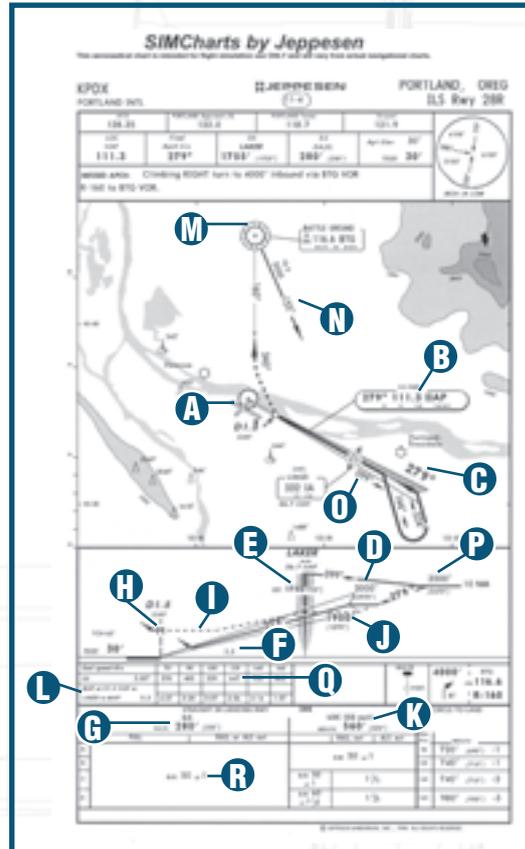


Figure 16-4

Une fois que vous vous êtes réglé sur la fréquence du localiseur, vous pouvez régler l'OBS à l'axe d'approche selon un cap de référence (même si l'OBS n'est pas fonctionnel, dans la mesure où le récepteur VOR est désormais spécialement et exclusivement réglé pour l'alignement de course). Le réglage automatique du localiseur active une fréquence de glideslope spécifique, qui n'apparaît pas sur la carte d'approche.

Supposons que vous vous trouviez à 1 000 m (3 000 pieds) (l'altitude d'interception du glideslope) à la position D. Vous maintenez un cap de 279 degrés et l'aiguille du glideslope située dans l'affichage VOR est au-dessus de la position centrale. Cela veut dire que vous vous trouvez sous le glideslope. Lorsque vous vous maintenez à 1 000 m (3 000 pieds), l'aiguille du glideslope finit par se mettre au centre (ce qui veut dire que vous l'avez intercepté). Maintenant, vous pouvez commencer votre descente à vitesse constante comme nous l'avons décrite précédemment.

Au lieu des descentes par paliers de l'approche VOR, l'ILS vous permet de suivre un faisceau électronique jusqu'au point d'approche interrompue tout en évitant tous les obstacles sur votre trajectoire.

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

Lorsque vous amorcez votre descente sur le glideslope, vous survolez la balise extérieure, indiquée par la zone verticale en drapeau sur le profil (position E). Ce survol active une balise bleue dans le cockpit et déclenche une alarme sonore. La balise extérieure vous indique que vous vous trouvez à un point spécifique de votre descente (8,3 km de la piste, soit 5,2 miles, comme indiqué dans la vue du profil à la position F).

Jusqu'à quelle altitude pouvez-vous descendre avec l'ILS ? Jusqu'à la hauteur de décision (DH), située à 84 m (280 pieds) et indiquée par la position G dans la section des minima. La DH est votre point d'approche interrompue et si vous ne voyez pas la piste à ce stade, vous devrez exécuter une approche interrompue. Oui, vous allez me dire qu'il y a un « M » en début de piste (position H). Parfois les pilotes choisissent cette approche sans utiliser le glideslope. C'est généralement qu'ils n'ont pas de récepteur de glideslope ou que le glideslope ne fonctionne pas à l'aéroport. Par conséquent, le trait en pointillés (position I) sur la vue du profil indique la MDA correspondant à l'alignement de piste, tout comme les altitudes des paliers de l'approche VOR. Si j'ai reçu l'autorisation d'effectuer un alignement de piste, je passe

à la verticale de la balise extérieure à 570 m (1 900 pieds ; position J), je descends à 168 m (560 pieds ; position K), et je vole jusqu'au MAP. Le MAP est identifié par le temps écoulé (en fonction d'une vitesse sol spécifique à partir de la balise extérieure) ou par le DME sur le localiseur, indiqué par la position L.

Rien dans le reste de cette carte d'approche ne doit vous surprendre. Par exemple, supposons que vous vous trouviez au-dessus du VOR Battle Ground (position M) et que l'ATC autorise votre approche. La route d'alimentation de BTG à l'ILS est la radiale de 135 degrés (position N). Réglez votre VOR sur une trajectoire d'éloignement sur cette radiale jusqu'à interception du localiseur. Comment savoir quand le localiseur a été intercepté ? Vous pouvez régler une radio de navigation (celle du bas) pour la navigation à partir du VOR BTG et l'autre radio de navigation (celle du haut) à la réception du localiseur. Lorsque vous suivez la trajectoire à partir du VOR BTG, vous savez que vous avez atteint le localiseur lorsque l'aiguille du localiseur est au centre. L'affichage de la balise extérieure s'active également dans le cockpit à titre d'indice supplémentaire, dans la mesure où cette trajectoire de 135 degrés vous amène à l'intersection LAKER (située sur le localiseur).

COURS AU SOL 16 : APPROCHES AUX INSTRUMENTS

À la position LAKER, volez à 099 degrés (position O), descendez à 1 050 m (3 500 pieds ; position P) et effectuez un virage conventionnel à 10 mn maximum de LAKER. Signalons un point important au sujet des localiseurs. Comme le localiseur est un faisceau électronique unique, le suivi d'une trajectoire opposée à sa direction de rapprochement semble laisser penser que l'aiguille fonctionne à l'envers. En d'autres termes, lorsque vous vous éloignez du localiseur, si l'aiguille du localiseur se déplace dans une direction (droite ou gauche), vous devez voler dans la direction opposée (gauche ou droite, respectivement) pour la centrer. On parle de détection inverse. Par conséquent, lorsque vous vous préparez à effectuer le virage conventionnel en suivant la trajectoire d'éloignement sur le localiseur, vous devez voler dans la direction opposée du basculement de l'aiguille pour la maintenir au centre.

Une fois que vous avez opéré le virage conventionnel et que vous tenez un cap de rapprochement de 279 degrés, l'aiguille refonctionne normalement. Vous pouvez descendre à 900 m (3 000 pieds), l'altitude d'interception du glideslope une fois votre trajectoire de rapprochement établie sur le localiseur et après le virage conventionnel. Suivez le localiseur et suivez le glideslope jusqu'à DA. Nous allons ensuite parler en détail de la navigation ILS.

Nous avons couvert beaucoup de terrain en une leçon si courte, mais vous avez appris les rudiments des approches aux instruments. Vous êtes peut-être encore sous l'effet du choc. Certes, il faut un peu de pratique avant de maîtriser ces techniques. Mais il faut bien admettre que les approches aux instruments sont également très palpitantes. Elles créent même un phénomène d'accoutumance. Ne soyez donc pas surpris si vous vous trouvez en situation de sevrage de navigation aux instruments le jour où votre ordinateur tombe en panne.

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

Êtes-vous prêt pour le rock and roll ? Si vous pensiez que les atterrissages étaient une partie de plaisir, attendez un peu de vous frotter à l'approche ILS (système d'atterrissage aux instruments). Nous l'avons abordée pendant le dernier cours au sol, mais nous allons ici la détailler, puisqu'il s'agit de l'une des activités aériennes aux abords les plus difficiles, qui apporte cependant une très grande satisfaction.



Figure 17-1

Une approche ILS consiste à descendre sur une piste à l'aide du guidage électronique vertical et horizontal. Cette opération s'exécute en se référant aux deux aiguilles (Figure 17-1) présentes sur l'affichage ILS, sur le tableau de bord. À la différence des autres approches aux instruments, l'approche ILS vous fait descendre jusqu'à la hauteur de décision (DH - Decision Height). La DH se situe approximativement à 200 pieds au-dessus de l'altitude de la piste, comme le montre la figure 17-2.



Figure 17-2

C'est de cette hauteur moyenne que vous devez jeter un coup d'œil à l'extérieur afin de décider si vous avez une visibilité suffisante de la piste pour atterrir (d'où l'appellation « hauteur de décision »). Si vous estimez que la visibilité de la piste n'est pas satisfaisante, vous devez remettre les gaz, monter et faire cap vers un autre lieu offrant des conditions météorologiques plus satisfaisantes. Voyons de plus près comment s'articule l'approche ILS.

L'ILS consiste en deux faisceaux électroniques. Un faisceau dirigé vers l'extérieur et un autre dirigé vers la partie supérieure du complexe de la piste, comme illustré à la figure 17-3. Le faisceau dirigé vers l'extérieur (horizontal) est appelé « radiophare d'alignement de piste ». Il vous aide à aligner votre appareil sur la piste. Vous suivez l'axe d'alignement de piste en vous référant à l'aiguille que vous indique la figure 17-1 (position A). Si l'aiguille est placée sur la droite, vous devez vous déplacer vers la droite ; si elle se trouve sur la gauche, vous devez vous déplacer vers la gauche. Une aiguille en position centrale

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

vous indique que vous suivez exactement l'axe d'alignement de piste. Dans des conditions sans vent, il vous suffit de suivre le cap de piste afin de maintenir l'aiguille du radiophare d'alignement de piste en position centrale. S'il y a du vent, vous devez appliquer de petites corrections afin de compenser la dérive du vent. Cela peut paraître facile, mais il est nécessaire de s'entraîner afin de parfaire cette compétence.

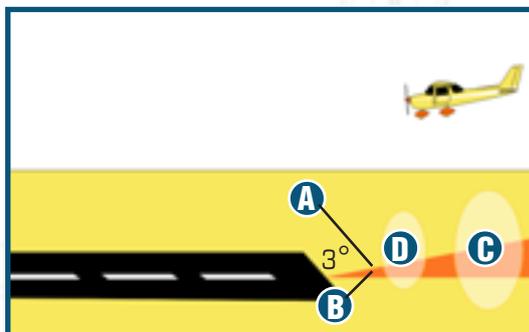


Figure 17-3

Le radioalignement de descente est un faisceau électronique dirigé vers le haut, à un angle de 3 degrés environ (Figure 17-2). Lorsque l'aiguille de radioalignement de descente est en position centrale, comme le montre la figure 17-1 (position B), cela signifie que vous effectuez une descente sur la piste sans obstacle. Comment maintenir l'aiguille de radioalignement de descente en position centrale ? Dirigez-vous dans la

direction indiquée par l'aiguille, comme vous l'avez fait pour le radiophare d'alignement de piste. Si l'aiguille se dirige vers le haut, dirigez-vous vers le haut ; si l'aiguille se dirige vers le bas, dirigez-vous vers le bas. L'objectif est de maintenir le taux de descente spécifique qui vous permet de suivre le radioalignement de descente jusqu'à la DH.

Taux de descente constant

Pour une approche ILS classique à 90 nœuds, il vous faut un taux de descente de 500 pieds par minute (FPM - Feet per minute) afin de rester dans l'alignement de descente. Il est évident que si vous effectuez votre approche à une plus grande vitesse, il vous faudra augmenter votre taux de descente. L'angle d'alignement de descente et le vent sont deux facteurs qui agissent sur le taux de descente précis pour placer l'aiguille du radioalignement de descente en position centrale.

Supposons que vous effectuez votre descente au taux constant de 500 FPM à 90 nœuds (ce sont les paramètres classiques d'une approche ILS, que vous aurez généralement à appliquer). Comment allez-vous vous y prendre ? Vous allez, tout d'abord, réduire votre puissance de sa valeur actuelle jusqu'à 1600 tours par minute, et laisser le nez de l'appareil piquer naturellement. Vous allez ensuite ajuster le tangage afin de maintenir un taux de descente de 500 FPM et ajuster

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

la puissance de manière à maintenir une vitesse de 90 nœuds. Oui, c'est exactement l'inverse des commandes que nous avons utilisées au cours d'une leçon précédente. Le fait d'utiliser les commandes de cette manière vous permet de conserver un contrôle précis sur le taux de descente requis pour une approche ILS.

Voici la séquence que vous devez suivre.

1. Ajustez la puissance afin de maintenir une vitesse de 90 nœuds en vol rectiligne en palier. Une vitesse de 90 nœuds impose une assiette autour de l'axe longitudinal d'environ 6 degrés de cabre pour le vol rectiligne en palier.
2. Réduisez la puissance à 1600 tours par minute, laissez le nez de l'appareil piquer naturellement et ajustez l'assiette afin de maintenir un taux de descente de 500. Cela nécessite une cabre de 3 degrés environ sur l'indicateur d'assiette (AI).
3. Équilibrez afin de maintenir cette assiette au taux de descente indiqué.
4. Appliquez de petites corrections à la puissance afin de maintenir une vitesse de 90 nœuds (les avions ont une certaine inertie, et il faut attendre quelques secondes après avoir actionné la manette des gaz avant que la vitesse ne varie ; soyez patient).

Croyez-moi si vous voulez, mais vous serez forcé de maintenir cette vitesse lorsque

vous tenterez de vous placer sur un alignement de descente. Puisque l'on rejoint généralement un alignement de descente par en-dessous, vous volerez en palier à 90 nœuds jusqu'à ce que l'aiguille s'abaisse en position centrale sur l'affichage ILS (Figure 17-4). Une fois que l'aiguille sera centrée, vous réduirez la puissance à environ 1600 tours par minute, vous ajusterez l'assiette, et équilibrerez l'appareil de manière à maintenir un taux de descente de 500 FPM et une vitesse de 90 nœuds. En supposant que vous êtes en parfaite harmonie avec l'univers, vous maintiendrez alors l'appareil sur l'alignement de descente jusqu'à atteindre la DH. Mais vous savez combien il est facile de faire une entorse à son chakra, et il vous faut alors compter sur un parfait karma. Il vous faudra donc appliquer des légères rectifications du taux de descente afin de maintenir l'aiguille du radioalignement de descente en position centrale. Voyons cela d'un peu plus près.



Figure 17-4

Supposons que vous vous trouvez au-dessus de l'alignement de descente et

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

que vous devez augmenter votre taux de descente pour le rejoindre. Si vous désirez passer d'un taux de descente de 500 FPM à un taux de 700 FPM, il vous faut placer l'appareil dans une assiette de piqué de 3 degrés, comme le montre la figure 17-5. Il vous faut également réduire la puissance afin de maintenir une vitesse de 90 nœuds.



Figure 17-5

Le secret pour maintenir un taux spécifique est de ne pas s'occuper de l'aiguille du VSI. Positionnez simplement l'appareil à l'assiette précise sur l'AI, et agissez ensuite par petites pressions sur le manche afin d'ajuster le taux de descente.

Supposons que vous avez intercepté l'alignement de descente et que vous désirez revenir à un taux de descente

de 500 FPM. Pour ce faire, augmentez l'assiette en appliquant 3 degrés de cabre et en augmentant la puissance à 1600 tours par minute environ.

Supposons à présent que vous vous trouvez en-dessous de l'alignement de descente et que vous devez diminuer votre taux de descente afin de l'intercepter. Passez d'un taux de descente de 500 FPM à un taux de 300 FPM en plaçant l'appareil à une assiette de vol rectiligne en palier, comme le montre la figure 17-6. Augmentez la puissance à environ 1700 tours par minute afin de maintenir une vitesse de 90 nœuds.



Figure 17-6

Rappel : Ne vous occupez pas de l'aiguille du VSI. Effectuez les corrections d'assiette sur l'AI accompagnées de légères pressions sur le manche afin d'affiner l'indication du VSI.

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

Lecture radiale des instruments primaires

Ce n'est certainement pas au cours d'une approche ILS que vous pouvez vous permettre de faire une petite sieste. L'observation des aiguilles de l'affichage ILS est une tâche très exigeante. C'est pourquoi vous devez effectuer en permanence l'étape 2 de la lecture d'instruments à trois étapes. En d'autres termes, vous devez vous consacrer à une lecture radiale des instruments primaires quasiment en permanence afin de maintenir un taux de descente constant. La figure 17-7 montre les instruments primaires destinés aux approches ILS. Le VSI destiné au contrôle de l'assiette, le HI destiné au contrôle de l'inclinaison, et l'AI destiné au contrôle de la puissance. La lecture radiale de ces instruments doit être effectuée en même



Figure 17-7

temps que celle de l'affichage de l'ILS (il n'est pas nécessaire de lire l'anémomètre aussi souvent).

Par conséquent, la lecture radiale de ces trois instruments doit être réalisée en permanence au cours d'une approche ILS, en incluant occasionnellement la lecture d'autres instruments. Vous serez trop occupé pour effectuer la lecture de surveillance constituant l'étape 3 de la lecture à trois étapes.

En outre, les alignements de descente ne sont pas tous identiques. L'angle de descente peut varier dans certains cas. Ils peuvent donc requérir des taux de descente différents selon l'avion utilisé. La figure 17-8 propose les différents taux de descente (correspondant à différentes vitesses-sol) nécessaires pour effectuer divers alignements de descente fondés sur cette approche. À 90 nœuds, pour un alignement de descente de 3 degrés, un taux de descente de 485 FPM semble être la valeur correcte pour atteindre votre objectif. À présent, c'est à vous de jouer.

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

TAUX DE DESCENTE											
Angle de descente (degrés et dixièmes)	Vitesse sol (nœuds)										
	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
3.0	160	240	320	395	485	555	635	715	795	875	955
3.5	185	280	370	465	555	650	740	835	925	1020	1110
4.0	210	315	425	530	635	740	845	955	1060	1165	1270

Figure 17-8

Si vous éprouvez des difficultés à suivre le radiophare d'alignement de piste, regardez la piste en face de vous et alignez-vous visuellement sur celle-ci. Remarquez combien il est aisé de maintenir un cap constant lorsque vous observez réellement la piste. Pourquoi est-ce plus facile ? Par le simple fait que l'observation par-dessus le nez de l'appareil vous renseigne sur trois paramètres simultanément : l'assiette, l'inclinaison et l'alignement. Lorsque vous n'avez pas la possibilité d'observer à l'extérieur, une grande pratique de la lecture d'instruments est nécessaire pour obtenir ces mêmes informations à partir de trois instruments différents : respectivement l'AI, le HI et l'affichage de l'ILS.

Quelques secrets importants

Vous avez désormais une idée de base sur la façon d'effectuer les approches ILS. Voici à présent ce que les pros savent. Tout d'abord, les instruments dont la lecture radiale est la plus importante sont le HI et le VSI. Il n'est pas nécessaire d'effectuer la lecture radiale de l'anémomètre et de l'affichage de l'ILS en permanence. En fait, il est possible de vous limiter à une lecture radiale de l'anémomètre pour dix lectures radiales du HI et du VSI. Vous pouvez également vous limiter à une lecture radiale de l'affichage de l'ILS pour trois lectures radiales du HI et du VSI. Il vous faut évidemment prendre en compte l'altimètre,

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

le tachymètre ainsi que d'autres instruments ponctuellement, si vous en avez le temps. Dès que vous aurez obtenu un cap et un taux de descente qui vous permettront de réaliser votre approche ILS, vous devrez conserver ces valeurs jusqu'au moment précis où vous aurez une bonne raison d'en changer. Et j'ai bien dit : « précis ». Un bon pilote naviguant aux instruments est capable de maintenir un cap au degré près, et un taux de descente à plus ou moins 25 FPM de variation. Si si, je vous l'assure, mais cela exige une très grande pratique.

Au cours d'une turbulence, votre cap et votre indication VSI varient très facilement dans tous les sens. Dans une telle situation, il est recommandé de voler à des valeurs moyennes. Vous y parviendrez en vous fiant plus à l'AI pour le contrôle de l'assiette et de l'inclinaison. Recherchez l'assiette qui vous permettra d'obtenir une valeur approximative du taux de descente désiré. Volez à cette assiette et maintenez les ailes de niveau sur l'AI.

En outre, il est parfois nécessaire d'appliquer de petits mouvements saccadés sur le manche à bord d'un simulateur. À la différence des vrais appareils, il vous est impossible de ressentir les changements de pression appliquée aux commandes de vol.

Cela vous empêche d'anticiper un changement d'assiette. De plus, les avions sont équipés de palonniers qui aident à affiner le contrôle directionnel de l'appareil. Peut-être ne possédez-vous pas cet équipement sur votre simulateur. Dans ce cas, il est parfois nécessaire d'effectuer de petits mouvements saccadés sur votre manette de jeu afin de maintenir votre appareil à des assiettes précises. Si, par contre, vous êtes équipé d'un palonnier ou d'une manette de jeu dotée de la fonction palonnier, conservez alors ces beaux mouvements délicats !

Correction vent sur le radiophare d'alignement de piste

Alors que je n'étais encore qu'un jeune adolescent, je me souviens de la première fois où j'ai dit à mon père que j'avais besoin d'espace. Il m'a envoyé à l'extérieur de la maison et a verrouillé la porte en me disant : « Maintenant tu as tout l'espace que tu veux. » C'est à ce moment précis que j'ai compris le phénomène de la rétroaction. La rétroaction a changé mon comportement, tout comme je suis persuadé qu'elle changera le vôtre, spécialement lorsque l'on traite du vol au radiophare d'alignement de piste.

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

Lorsque vous commencez votre approche ILS, dirigez l'appareil dans la direction du radiophare d'alignement de piste. En ce qui concerne Oakland, la direction du radiophare d'alignement de piste est de 294 degrés. Mettez le cap à 294 degrés et observez le mouvement de l'aiguille. Vous vous attendez à une rétroaction sous la forme d'un mouvement de l'aiguille du radiophare d'alignement de piste. Vous désirez plus particulièrement savoir dans quel sens et dans quelle mesure l'aiguille va se déplacer alors que vous tenez le cap de 294 degrés.

Le mouvement de l'aiguille du radiophare d'alignement de piste vous renseigne sur la direction et la force du vent (déterminée par la vitesse à laquelle l'aiguille s'est déplacée). Dès que l'aiguille a quitté sa position centrale (comptez un point de déviation horizontale), recentrez-la en appliquant un angle d'interception (IA - Intercept Angle) de 5 à 10 degrés. Plus l'angle d'interception est important, plus vous serez obligé de corriger. Il est évident que si vous appliquez un angle d'interception de 10 degrés et que l'aiguille ne se repositionne pas au centre, ou s'en écarte même, vous devrez appliquer un angle d'interception plus important. Vous savez également qu'il vous faudra appliquer un angle de correction vent supérieur à 10 degrés une fois que l'appareil sera rétabli sur le radiophare d'alignement de piste.

Lorsque l'aiguille du radiophare d'alignement de piste est de nouveau en position centrale, appliquez une légère correction vent. Appliquez un angle de correction vent (WCA - Wind Correction Angle) de 1, 5 ou 10 degrés selon votre estimation du vent. Une fois l'angle de correction vent appliqué, observez l'aiguille du radiophare d'alignement de piste. Si elle se repositionne au centre, vous savez que l'angle de correction vent est l'angle formé par l'angle de correction vent lui-même et la direction du radiophare d'alignement de piste.

Par exemple, pour intercepter le radiophare d'alignement de piste à Oakland, vous avez un cap de 294 degrés. En quelques secondes, l'aiguille du radiophare commence à se déplacer sur la gauche. Vous appliquez un angle de 10 degrés sur la gauche du cap de 294 degrés, autrement dit un angle d'interception de 284 degrés, afin d'intercepter l'aiguille. Lorsque l'aiguille revient au centre, vous appliquez un angle de correction vent de 5 degrés sur la gauche de 294 degrés (c'est-à-dire 289 degrés). Si cet angle de correction est correct, l'aiguille restera centrée. S'il ne l'est pas, reprenez le procédé par de petits changements de cap afin de recentrer l'aiguille. Cette technique est appelée « encadrement » et c'est la technique utilisée par tous les pilotes professionnels (à quelques modifications près) afin de centrer les aiguilles du VOR et du radiophare d'alignement de piste.

COURS AU SOL 17 : EFFECTUER UNE APPROCHE ILS

Pratiquer cette technique vous évitera de gros ennuis au cours de vos prochains vols. Vous tenez absolument à éviter que l'aiguille du radiophare ne cogne contre le boîtier de l'instrument. C'est à ce moment là que les passagers commencent à poser des questions embarrassantes, telles que : « Quel est ce bruit de cliquetis ? Tu as mis ton clignotant, Bud ? C'est une bombe à retardement, ou quoi ? ».

Rendez-vous à présent à la leçon interactive sur les approches ILS. Cela va vous plaire, croyez-moi !

COURS AU SOL 18 : CIRCUITS D'ATTENTE

Vous avez appris à circuler dans le circuit d'aéroport lors d'un cours précédent. Quelle est donc la différence entre emprunter un circuit d'aéroport et emprunter un circuit d'attente ? Vous avez remarqué que lorsque vous empruntiez un circuit d'aéroport, vous le faisiez de manière visuelle. Eh bien les circuits d'attente que vous aborderez dans ce cours s'effectueront exclusivement en vol aux instruments.

Lorsqu'un commandant de bord annonce à l'interphone : « Hum. . . Il semble que nous allons devoir patienter quelques minutes », cela vous fait probablement grogmeler : « Zut, encore un retard ». Eh bien, vous en savez certainement plus sur le vol aux instruments que vous ne l'imaginez car c'est exactement le but de l'attente - retarder un avion. Comme il est impossible de suspendre l'appareil à l'arrêt sur une aire de repos lorsque l'ATC est obligé de retarder son arrivée en raison d'un trafic surchargé ou de mauvaises conditions météorologiques, Le contrôleur demande au pilote de s'engager dans le circuit d'attente.

Ne quittez pas le circuit !

Un circuit d'attente standard ressemble à un hippodrome ovale fixé à un repère d'attente (un VOR, un radiophare non directionnel [NDB] ou une intersection), comme illustré à la figure 18-1. Dans un

circuit d'attente standard, vous effectuez tous vos virages sur la droite (sur la gauche donc dans les circuits non standard). Tous les virages doivent être exécutés au taux standard. Quelle est la longueur des branches du circuit ? Assez longues pour parcourir la branche de rapprochement en une minute environ. Le vent intervient dans la longueur des branches - donc, s'il y a du vent, vous devez ajuster la longueur de la branche d'éloignement de manière à ce que la branche de rapprochement suivante soit également parcourue en une minute.

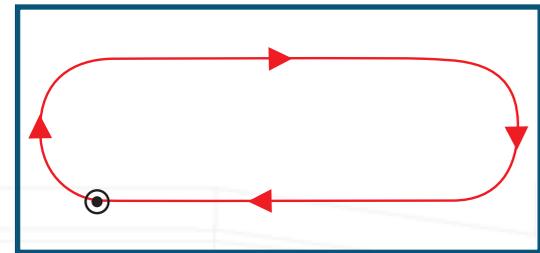


Figure 18-1

En fait, suivre un circuit d'attente est relativement aisé, mais trouver le moyen de s'y engager est une manœuvre que la plupart des pilotes appréhendent. Afin de maintenir votre appareil à l'intérieur des limites de l'espace aérien protégé, l'Administration Fédérale de l'Aviation (FAA) recommande des méthodes d'entrée spécifiques. Le choix de la méthode à utiliser dépend de votre cap au passage du repère d'attente.

COURS AU SOL 18 : CIRCUITS D'ATTENTE

Entrée directe

Utilisez l'entrée directe lorsque vous approchez du repère d'attente en volant dans la même direction que la branche de rapprochement (zone C sur la figure 18-2). Continuez jusqu'au repère, puis tournez à droite (circuit d'attente standard) ou à gauche (circuit d'attente non standard) et poursuivez votre circuit d'attente.

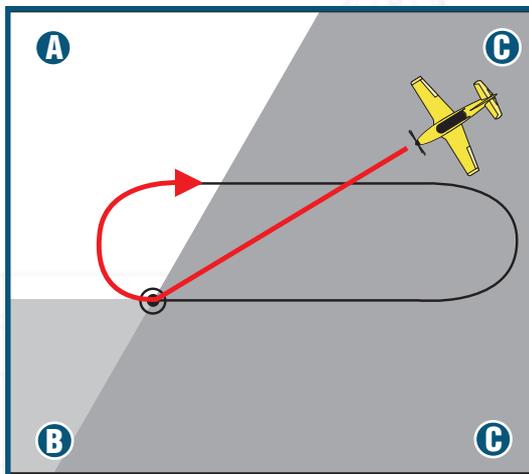


Figure 18-2

Entrée parallèle

Utilisez l'entrée parallèle lorsque vous approchez du repère d'attente dans la direction opposée à celle de la branche de rapprochement, en vous retrouvant à l'extérieur du circuit en hippodrome après avoir passé le repère d'attente (zone A sur la figure 18-3). Tournez parallèlement à la branche de rapprochement, parcourez la branche d'éloignement pendant une minute, puis tournez en direction du circuit en hippodrome pour rejoindre la branche de rapprochement. Retournez sur le repère et poursuivez votre circuit d'attente.

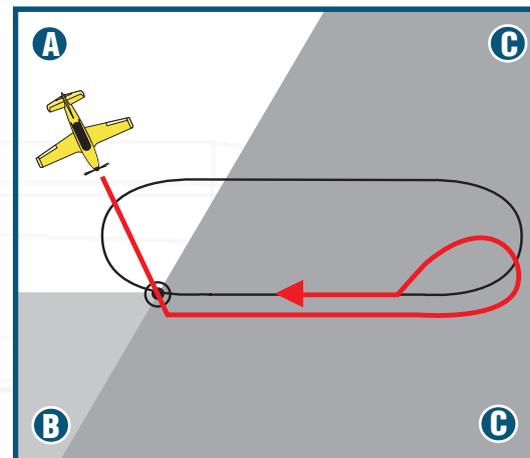


Figure 18-3

COURS AU SOL 18 : CIRCUITS D'ATTENTE

Entrée de base

Utilisez l'entrée de base lorsque vous approchez du repère d'attente dans la direction opposée à celle de la branche de rapprochement, mais en vous retrouvant à l'intérieur du circuit en hippodrome après avoir passé le repère d'attente (zone B sur Figure 18-4). Au niveau du repère, tournez en direction du circuit en hippodrome avec un cap de 30 degrés inférieur à la direction de la branche d'éloignement. Maintenez ce cap pendant une minute, puis tournez dans la direction opposée pour rejoindre la branche d'éloignement. Retournez au repère et poursuivez votre circuit d'attente.

Cela vous paraît compliqué ? C'est l'avis de la plupart des pilotes. Fort heureusement, l'entrée directe est la plus communément utilisée, puisqu'un contrôleur vous demande le plus souvent de vous mettre en attente au moment où vous approchez une intersection sur votre trajectoire de vol. La pratique du circuit d'attente est un très bon moyen d'exercer vos aptitudes de vol aux instruments, et cela vous permettra de savoir comment réagir le jour où un contrôleur vous demandera de vous mettre en circuit d'attente. À présent, allez épater votre examinateur en effectuant le vol de contrôle de qualification à la navigation aux instruments.

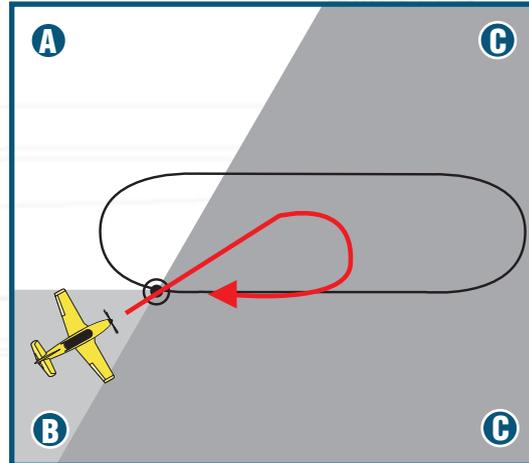


Figure 18-4

COURS AU SOL 18 : CIRCUITS D'ATTENTE

Dernières considérations

Si vous avez terminé l'étude de tous ces cours, vous m'impressionnez à plusieurs titres. Tout d'abord, vous avez fait preuve d'une immense motivation, que l'on pourrait comparer à celle du Capitaine Achab lancé à la poursuite de Moby Dick, attendant patiemment de le déguster en sauce tartare. Achab était motivé, tout comme vous l'êtes. Alors que la plupart de vos confrères et consœurs utilisateurs de Flight Simulator frôlaient les ponts et faisaient dérapier les avions, vous, vous bûchiez. En outre, vous avez repoussé un moment de grande satisfaction et acquis, en retour, les qualifications de base du vol. Je suis très impressionné. Bien que ces qualifications ne remplaceront pas celles acquises à bord d'un vrai appareil, elles s'en rapprochent fortement.

Souvenez-vous que ce n'est qu'un début. Envisagez de prendre une vraie leçon de pilotage. Faites-le sans autre but que de vous rendre compte de ce que vous avez réellement appris. Qui sait ? Dans les années à venir, c'est peut-être vous qui me prendrez à bord de votre avion de ligne.

Bon Voyage !

A stylized, handwritten signature in black ink, reading "Rod Machado". The signature is fluid and cursive, with the first letters being larger and more prominent.

INDEX

A

- aérodynamique 52
- aéronautique
 - cartes 122
- aéroport non contrôlé 86
- aéroports contrôlés 86
- aiguille d'alignement de descente 164
- aiguille du radiophare d'alignement de piste 175
- aile 46
 - angle d'incidence (AOA) 25
- aileron
 - atterrissages 116, 119
 - compensation 21
 - vent de travers 116, 119
- ailerons 10
- ajustement pour atterrissage 67
- alignement de descente 113
- altimètre 17
 - lecture 44
- altitude d'interception de l'alignement de descente 165, 167
- altitude du circuit d'aéroport (TPA) 108
- altitudes élevées
 - effet sur la puissance 33
- anémomètre (ou badin)
 - arc blanc 73
 - arc vert 60
 - lecture radiale 144
- angle critique d'attaque 91, 92
- angle d'attaque 47, 50, 91, 101
 - augmentation 54
- angle de dérive 167
- approche finale 63, 112
- approche ILS 164
 - détails 168
- approches aux instruments 155
- arrière 97
- arrondi 63, 68
 - effet des volets sur 77
- arrondi d'atterrissage 63
- assiette 42, 135
- assiettes d'atterrissage 68
- atterrissages 62
- atterrissages par vent de travers 115
- avions tricycles 64
- axe latéral 10
- axe latéral 12
- axe longitudinal 10
 - alignement 117
- axe vertical 10, 27
- axes 10
 - latéral 10
 - longitudinal 10
 - vertical 10

INDEX

B

- balisage lumineux de bord de piste 82
- balisage lumineux de piste 81
 - à éclats séquentiels 82
 - ligne centrale 83
- Bernoulli 92
- bille orange comme référence de l'assiette 41
- bord d'attaque 47, 51
- bord de fuite 47, 53
- boutons champignons 13
- braquage 22

C

- cap
 - de l'appareil 16
 - spécifique 16
- carte d'approche 157
- cartes d'approche aux instruments 157
- cartes sectorielles 122
- cartes sectorielles 122
- circuit en hippodrome 177
- circuits d'aéroport 107
- circuits d'attente 177
- cockpit virtuel 70
- commande de gauchissement 21
- compensateur 40

- compensation 18, 20, 42, 135
 - clavier 20
 - manette ou manche 20
 - vitesse air spécifique 40
- composante horizontale 22
- composante verticale 22
- contrôle du trafic aérien (ATC) 156
- coordonnateur de virage 28
- correction vent 130, 174
- couple moteur 60

D

- décollages 60
- décrochage 33
- décrochage 46
- décrochages 91
 - à haute vitesse 94
 - de départ 98
 - intentionnel 95
 - sortie 93, 96
- décrochages de départ 98
- degrés d'inclinaison 23
- dérive par vent de travers 115
- descente 35
- descentes 19
- direction du vent 175
- DME (équipements de télémétrie) 159

INDEX

drapeau du VOR
off 125
drapeaux
VOR 123
droite (circuit d'attente standard) 178

E

écoulement d'air laminaire 92
éloignement, en 177
entrées de base ou par passage
préalable à la verticale 178
entrées directes 178
entrées parallèles 178
étape de départ 108
étapes de base 110
étapes de vent arrière 109
cap 110
étapes par vent de travers, cap 108
extrados cambré 47

F

facteur de charge 99
facteurs 35
faisceaux électroniques 164
force G 99
fréquence du radiophare d'alignement
de piste 165
fréquences CTAF 86

G

gauche (circuit d'attente
non standard) 178
gouvernes de profondeur 11
guidage horizontal 164
guidage vertical 164
gyroscope directionnel 16

H

hautes températures
effet sur la puissance 33
hauteur de décision (DH) 168
horizon terrestre 13
horizons 14

I

inclinomètre 28
index
VOR 123
Indicateur d'altitude (AI) 172
indicateur d'assiette 14, 136
avion miniature 24
degrés de tangage 37
étalonnage vertical 36
index orange 41
indicateur de cap 16
lecture radiale 144
navigation VOR 125

INDEX

indicateur de déviation (CDI) 123
indicateur de zone de sécurité de piste 88
indicateur visuel de pente
d'approche (VASI) 66
indicateurs d'aéroport 79
indicateurs de voies de circulation 84
indication " FROM " 123
indication " TO " 123
intercepter et suivre une route VOR 126
interception du radiophare
d'alignement de piste 166
intrados cambré 47
inverseur de cap de type barb 162
inversion de sens de circuit
en hippodrome 161

L

lacet 10, 27
inverse 30
Lecture 137
lecture de surveillance 152
lecture des instruments 135
lecture radiale 142, 173
lecture radiale des instruments
primaires 172, 173
les six instruments principaux 136
ligne d'horizon artificiel 25

ligne de corde 47
lignes de maintien à l'écart 85

M

main de cent pieds 17
manettes ou manche 13
position neutre 23
manœuvrer le joystick 23
Manuel d'information aéronautique (AIM) 83
marquages de piste
chevrons 88
flèches 88
marquages de voies de circulation 83
méthode du crabe, voir " progression
en crabe " 115
méthode du dérapage 119
montée 31

N

NAV 1 164
navigation VOR 121

O

OBS 165

P

palonnier 26, 78
atterrissages 116
vent de travers 116

INDEX

- palonnier automatique 26, 30
 - palonnier droit 28
 - palonnier gauche 28
 - passer d'un vol rectiligne en palier à une descente entrée 139
 - pente de descente 167
 - phare de balise bleu 166
 - pilotage de l'avion au sol 78
 - pistes
 - marquages 80
 - numéros 80
 - plage d'utilisation des volets 73
 - plans de vol
 - règles de vol aux instruments (IFR) 156
 - plein gaz 32
 - plein volets pour augmenter la traînée 74
 - poids 8
 - poids apparent 101
 - point d'approche manquée 158, 161, 166
 - point d'arrêt obligatoire 87
 - points du compas magnétique 81
 - Pôle Nord magnétique 81
 - portance 8, 22, 31, 47
 - position de la manette des gaz 41
 - poussée 8, 31
 - principe de Bernoulli 54
 - procédé à trois étapes pour la lecture des instruments de vol 135
 - progression en crabe 115
 - puissance 42, 135
 - qualification de vol aux instruments 135
 - quatre forces
 - traînée 7
 - quatre forces 7
 - poids 7, 8
 - portance 7, 8
 - poussée 7, 8
 - traînée 8
- ## R
- radiales 133
 - radiobornes extérieures 166
 - radiophares d'alignement de piste
 - détails 168
 - radios
 - fréquences habituellement conseillées pour le trafic (CTAF) 86
 - rapprochement, en 177
 - règles de vol à vue 155
 - règles de vol aux instruments 155
 - remise des gaz 75
 - repères
 - d'attente 177
 - repères d'attente 177

INDEX

- rosaces de compas 123
- rotation 54
- roulage au sol 78
- routes de raccordement 162, 166
 - principales 163
- S**
- sections minimum 157
- sélecteur de cap
 - omnidirectionnel (OBS) 123
- seuil de piste
 - angle de 45 degrés 111
- seuils déplacés 89
- signes d'inclinaison 23
- souffle de l'hélice 60
- suivre une trajectoire en sens inverse 167
- Système d'approche
 - aux instruments (ILS) 164
- T**
- tachymètre
 - lecture radiale 144
- tangage 10, 11, 38
 - vers le bas 14, 17
 - vers le haut 14, 17
- taux de descente 169
- taux de descente 40
- taux de descente 57
- taux de descente constant 169
- taux de montée 17
- tour de contrôle 86
- train avant 71
- traînée 8, 51
- trajectoire d'alignement de piste 164
- trajectoires d'atterrissage 65
- trajectoires de descente
 - définies 169
- travers, par le 125
- V**
- Variomètre (VSI) 71
- VASI 66
- vent relatif 48
 - sens 49
 - vitesse 49
- verticalement 22
- virage à gauche 28
- virage conventionnel 148
- virages à droite 28
- virages conventionnels 162
- virages en montée et en descente 140
- virages en S 114
- virages serrés 99
 - angle d'inclinaison 99

INDEX

- vitesse air 38
 - effet sur la position du nez 34
 - perte de vitesse comme indication de montée 36
- vitesse d'avancement minimum 32
- vitesse de décrochage 32
- vitesse du vent 175
- vol de croisière 57
- vol en palier 13
- vol lent 46
- vol rectiligne 13
- Vol rectiligne en palier 13
- volet compensateur 19
 - direction 19
- volets 72
- Vols
 - coordonnés 27, 29
- VOR 158
 - radiophare omnidirectionnel VHF 121
 - routes électroniques 121
- VSI 154, 172, 173
 - lecture radiale 151
- vue de la carte 109, 111
- vue du cockpit 70
- vue en plan 157
- vue latérale 157, 161