



MANUEL DE PILOTAGE DES HÉLICOPTÈRES

Deuxième édition

Juin 2006



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports (1996)

Le ministère des Transports, Canada autorise la reproduction du contenu de cette publication, en tout ou en partie, pourvu que pleine reconnaissance soit accordée au ministère des Transports, Canada et que la reproduction du matériel soit exacte. Bien que l'utilisation du matériel soit autorisée, le ministère des Transports, Canada se dégage de toute responsabilité quant à la façon dont l'information est présentée et à l'interprétation de celle-ci.

TP 9982F
(06/2006)

TC-1001889

INTRODUCTION

Cet ouvrage est la deuxième édition du manuel de pilotage des hélicoptères de Transports Canada. Il a été rédigé à l'intention des élèves-pilotes qui apprennent à voler, des pilotes qui veulent améliorer leurs connaissances et des instructeurs qui dirigent la formation des élèves-pilotes. Il fournit des renseignements et des directives sur l'enseignement des manœuvres de pilotage et sur leur exécution, ainsi que des renseignements de base sur les sujets reliés au cours de pilotage.

L'objectif de ce manuel est de fournir une documentation de référence progressive, tout en utilisant des termes de base et un vocabulaire propre à la formation des pilotes au niveau élémentaire. Une connaissance pratique de la documentation essentielle contenue dans ce manuel permettra à l'élève de tirer le plus grand profit possible des exercices de vol.

Il est bon de préciser que les exercices de vol ont été pensés de manière à suivre une progression logique, mais qu'ils peuvent cependant être adaptés au plan de cours de n'importe quelle école.

LAISSÉE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	I
EXERCICE 1- FAMILIARISATION	I
LES INSTRUMENTS DE VOL.....	2
LES INSTRUMENTS DE CONTRÔLE DU MOTEUR	3
EXERCICE 2 - PRÉPARATION AU VOL	5
PLANIFICATION DU VOL	5
DOCUMENTS DE L'AÉRONEF	6
LA MASSE ET CENTRAGE	6
LES INFLUENCES DU CENTRE DE GRAVITÉ EN VOL:	7
INSPECTION DE L'AÉRONEF.....	7
EXERCICE 3 - EFFETS DES COMMANDES.....	9
LE RÉGLAGE DES COMMANDES.....	9
LE MANCHE CYCLIQUE	9
LE LEVIER DE PAS COLLECTIF.....	10
LA MANETTE DES GAZ	11
LE PALONNIER.....	11
LES COMMANDES AUXILIAIRES.....	12
COMMANDES DE RÉCHAUFFAGE DU CARBURATEUR ET DE MÉLANGE	13
LE DÉSEMBUAGE DU PARE-BRISE.....	16
ANTIGIVRAGE DU MOTEUR	16
LE CIRCUIT HYDRAULIQUE.....	17
LE FREIN ROTOR.....	17
LE SYSTÈME DE CHAUFFAGE	17
EXERCICE 4 - VARIATION DE VITESSE ET DE PUISSANCE, VOL RECTILIGNE EN PALIER	18
LES CHANGEMENTS DE VITESSE.....	18
LES CHANGEMENTS DE PUISSANCE	18
LE VOL RECTILIGNE EN PALIER.....	19
EXERCICE 5 - MONTÉES ET DESCENTES.....	21
LA MONTÉE	21
LA DESCENTE.....	22
EXERCICE 6 - VIRAGES.....	24
LE FACTEUR DE CHARGE	25
LES VIRAGES AU TAUX UN	28
EXERCICE 7 - AUTOROTATIONS 1 (EN ALTITUDE).....	29
LES VÉRIFICATIONS	29
MISE EN AUTOROTATION	30
L'EXÉCUTION DES VIRAGES.....	31
LA REMISE DES GAZ.....	31

EXERCICE 8 - LE VOL STATIONNAIRE	32
LES EFFETS DES COMMANDES	33
LE CYCLIQUE	33
LE COLLECTIF	34
LE PALONNIER (LES PÉDALES ANTI-COUPLE)	34
LES REPÈRES VISUELS	35
RÉSUMÉ	35
EXERCICE 9 - DÉCOLLAGE ET ATERRISSAGE	36
LE DÉCOLLAGE VERS LE VOL STATIONNAIRE	36
LA VÉRIFICATION EN VOL STATIONNAIRE	37
L'ATERRISSAGE	37
EXERCICE 10 - EXERCICES EN VOL STATIONNAIRE	38
LES VIRAGES AU PALONNIER	38
LA CIRCULATION PRÈS DU SOL	39
EXERCICE 11 - PANNE DE MOTEUR:	41
EN VOL STATIONNAIRE ET/OU EN CIRCULATION PRÈS DU SOL	41
LA PANNE DE MOTEUR EN VOL STATIONNAIRE	41
LA PANNE DE MOTEUR EN CIRCULATION PRÈS DU SOL	41
EXERCICE 12 - TRANSITIONS	43
LA TRANSITION À LA MONTÉE	43
LA TRANSITION DU VOL RECTILIGNE EN PALIER AU VOL STATIONNAIRE	45
LA RÉDUCTION DE LA HAUTEUR	45
LA RÉDUCTION DE LA VITESSE	45
LA REMONTÉE PENDANT LA TRANSITION AU VOL STATIONNAIRE	46
EXERCICE 13 - AUTOROTATIONS 2 (ATERRISSAGES)	47
LE RÉTABLISSEMENT DE LA PUISSANCE	48
EXERCICE 14 - PROCÉDURES D'URGENCE	49
EXERCICE 15 - LE CIRCUIT	50
EXÉCUTION DU CIRCUIT	50
LE CIRCUIT EN HIPPODROME	51
LE CIRCUIT RECTANGULAIRE	52
L'ESPACEMENT	53
LA TURBULENCE DE SILLAGE	53
LES SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE	54
LE PREMIER SOLO	54
EXERCICE 16 - LES TRANSLATIONS LATÉRALES ET ARRIÈRE	56
LA TRANSLATION LATÉRALE	56
LA TRANSLATION ARRIÈRE	57
LES VIRAGES SUR LA QUEUE	58
LES VIRAGES SUR LE NEZ	59
EXERCICE 17 - LES VIRAGES SERRÉS	60

EXERCICE 18 - AUTOROTATIONS 3 (VARIATION DE DISTANCE FRANCHISSABLE).....	61
LA DISCIPLINE AÉRONAUTIQUE	61
AUGMENTATION DE LA DISTANCE FRANCHISSABLE	62
AUTOROTATION POUR UNE DISTANCE FRANCHISSABLE MAXIMALE	62
DIMINUTION DE LA DISTANCE FRANCHISSABLE.....	62
EXERCICE 19 - PRATIQUES D'APPROCHE FORCÉE	66
APPEL DE DÉTRESSE.....	67
EXERCICE 20 - LA NAVIGATION.....	68
LA PRÉPARATION AVANT LE VOL	68
LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	69
CHOIX DE LA CARTE	69
ÉTUDE ET CHOIX DE LA ROUTE.....	69
PRÉPARATION DE LA CARTE	70
LE FORMULAIRE DE PRÉPARATION DE VOL.....	72
LA MESURE DU TRACÉ DE ROUTE.....	72
LES CORRECTIONS DE VITESSE	72
LE VENT	73
LA FEUILLE DE NAVIGATION.....	73
PLAN DE VOL OU ITINÉRAIRE DE VOL	74
GÉNÉRALITÉS.....	74
LECTURE DES CARTES	74
LE VOL	82
LE DÉROUTEMENT.....	83
EXERCICE 21 - DÉCÉLÉRATIONS RAPIDES	88
FACE AU VENT.....	88
VENT ARRIÈRE (VIRAGE D'URGENCE DE 180°)	89
EXERCICE 22 - MANOEUVRES À BASSE ALTITUDE.....	91
LES FACTEURS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION	91
EXERCICE 23 - LE TERRAIN EN PENTE	95
LA RECONNAISSANCE.....	95
LA MANOEUVRE SUR PLACE.....	96
L'ATERRISSAGE	96
LE DÉCOLLAGE	97
GÉNÉRALITÉS.....	97
EXERCICE 24 - LES DÉCOLLAGES ET ATERRISSAGES PERFECTIONNÉS.....	99
LE DÉCOLLAGE SANS VOL STATIONNAIRE.....	99
LE DÉCOLLAGE DANS L'EFFET DE SOL.....	100
LE DÉCOLLAGE PASSE-OBSTACLE	100
LE DÉCOLLAGE VERTICAL.....	101
L'ATERRISSAGE SANS VOL STATIONNAIRE	102
L'ATERRISSAGE EN TRANSLATION	102
LES APPROCHES	102
EXERCICE 25 - ZONES RESTREINTES	103
EXERCICE 26 - LES ANNEAUX TOURBILLONNAIRES	107

EXERCICE 27 - CHARGEMENT PRATIQUE ET OPÉRATION À POIDS MAXIMAL	109
LA PUISSANCE.....	109
LE CHARGEMENT ET LE DÉCHARGEMENT DU FRET	109
LES PASSAGERS.....	110
EXERCICE 28 - EXPLOITATION DES CHARGES À L'ÉLINGUE.....	111
LES VÉRIFICATIONS AVANT-VOL.....	111
L'ACCROCHAGE DE LA CHARGE	113
LE DÉCOLLAGE	113
L'APPROCHE AU POINT DE LARGAGE	113
LE LARGAGE DE LA CHARGE	114
LES MESURES DE SÉCURITÉ.....	114
CHARGES INHABITUELLES	114
CONSEILS PRATIQUES.....	116
EXERCICE 29 - CONVERSION SUR TYPE D'HÉLICOPTÈRE	119
LES CONNAISSANCES.....	119
LES SYSTÈMES ET LES PROCÉDURES	119
LES PERFORMANCES.....	119
L'EXPÉRIENCE	120
EXERCICE 30 - LE VOL AUX INSTRUMENTS	121
MAÎTRISE DE L'HÉLICOPTÈRE.....	121
CONTRÔLE DE L'ASSIETTE.....	122
CONTRÔLE DE LA PUISSANCE.....	122
INSTRUMENTS DE CONTRÔLE ET DE PERFORMANCE	123
CONTRÔLE DE L'ASSIETTE EN TANGAGE	124
CONTRÔLE DE L'ASSIETTE EN ROULIS	125
COMPENSATION.....	126
BALAYAGE VISUEL RADIAL	126
PRATIQUE DU BALAYAGE VISUEL DES INSTRUMENTS	127
EXERCICES DE VOL AUX INSTRUMENTS	129
VOL RECTILIGNE EN PALIER	129
LA MONTÉE	130
LA DESCENTE.....	130
LE VIRAGE	130
ASSIETTES ANORMALES	131
MÉTHODE EMPIRIQUE.....	131
URGENCES/DÉFAILLANCES	132
EXERCICE 31 - VOL DE NUIT #1	133
LA PRÉPARATION.....	133
LES CIRCUITS	134
LES URGENCES.....	135
EXERCICE 31 - VOL DE NUIT #2	136
INTRODUCTION	136
LA PRÉPARATION.....	136
EN ROUTE	136

EXERCICE 1- FAMILIARISATION

Le premier exercice, qui normalement ne comporte aucune instruction détaillée, consiste en un vol durant lequel l'élève jouera surtout le rôle d'un observateur, même s'il occupe le siège d'où il pilotera plus tard. Ce vol offre à l'élève l'occasion de s'habituer aux sensations du vol et de découvrir l'aspect du paysage vu des airs. Néanmoins, l'instructeur peut inclure une partie de l'exercice 3 : « Effets des commandes ».

En préparation du vol, l'instructeur vous familiarisera avec le poste de pilotage ainsi qu'avec les instruments de vol et les instruments du moteur (Figures 1-1 et 1-2) La disposition des instruments indiquée est la plus courante mais il est possible que celle de l'hélicoptère que vous allez piloter soit légèrement différente.

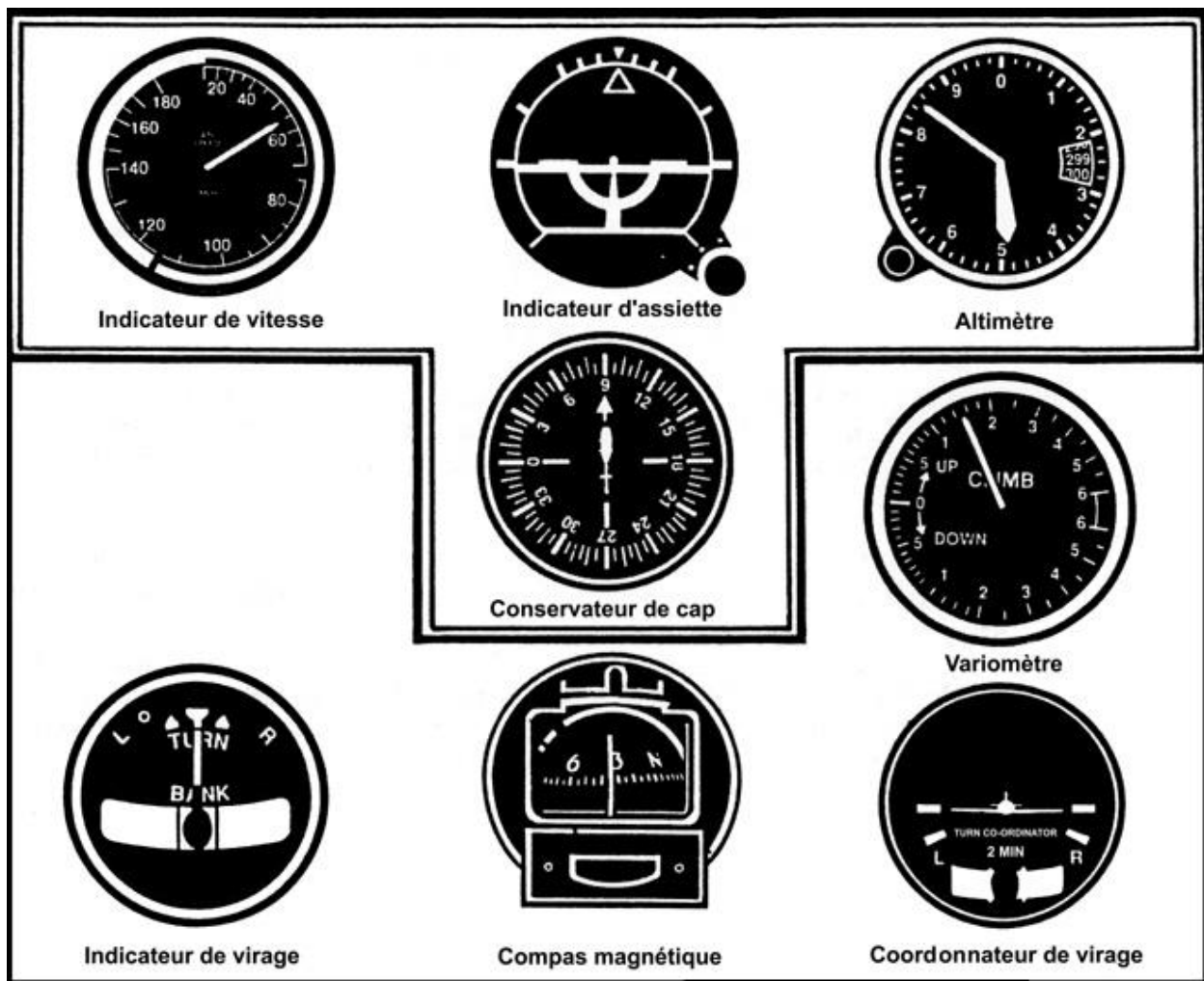


Figure 1-1 Les instruments de vol

LES INSTRUMENTS DE VOL

- 1) **L'ANÉMOMÈTRE OU INDICATEUR DE VITESSE.** Cet instrument indique la vitesse à laquelle l'hélicoptère se déplace dans la masse d'air qu'il traverse; il n'a qu'une relation indirecte avec la vitesse de l'hélicoptère par rapport au sol. Il peut être étalonné en milles à l'heure ou en nœuds.
- 2) **L'ALTIMÈTRE.** C'est un instrument de mesure de pression qui, s'il est correctement calé, indique l'altitude à laquelle vole l'hélicoptère; la procédure habituelle consiste à caler l'instrument de manière à ce qu'il indique l'altitude par rapport au niveau moyen de la mer. Lorsque ce procédé est utilisé, l'altimètre indique l'altitude de l'aéroport lorsque l'hélicoptère est au sol.
- 3) **L'INDICATEUR DE VIRAGE ET DE DÉRAPAGE.** L'aiguille de l'instrument indique si l'hélicoptère tourne, ainsi que le sens et la vitesse angulaire de virage. La bille sert essentiellement de référence pour la coordination des commandes. Dans tout vol coordonné, la bille doit rester au centre de son tube de verre concave. Plutôt que d'être muni d'un indicateur de virage et de dérapage, l'hélicoptère peut être équipé d'un coordonnateur de virage (à maquette) qui fournit les mêmes renseignements que le précédent, sous une présentation différente.
- 4) **LE COMPAS MAGNÉTIQUE.** C'est le moyen de référence de base en ce qui concerne le cap. La carte de déviation compas indique les caps corrigés qu'il faut maintenir, compte tenu de la déviation du compas.
- 5) **LE CONSERVATEUR DE CAP.** Cet instrument gyroscopique n'a aucune propriété magnétique intrinsèque et il faut donc le recalibrer périodiquement par rapport au compas magnétique. Son principal avantage tient à ce qu'il fournit une référence directionnelle stable et que, contrairement au compas magnétique, il ne connaît presque pas d'erreur dans les virages, les accélérations et les décélérations, au cours des manœuvres normales de vol.
- 6) **L'INDICATEUR D'ASSIETTE.** Il s'agit d'un instrument gyroscopique qui se compose d'un horizon artificiel et qui, associé à une maquette d'avion figurant en superposition sur le cadran, permet au pilote de déterminer, par référence instrumentale, l'assiette de l'hélicoptère par rapport à l'horizon réel.
- 7) **LE VARIOMÈTRE.** Instrument de mesure de pression indiquant en pieds par minute le taux de montée ou de descente de l'hélicoptère.
- 8) **LE THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR.** Ce n'est pas un instrument de vol, mais il contribue largement à la sécurité du vol puisque ses indications peuvent aider le pilote à détecter les conditions de givrage. Généralement, l'instrument indique la température de l'air extérieur en degrés Fahrenheit et Celsius.

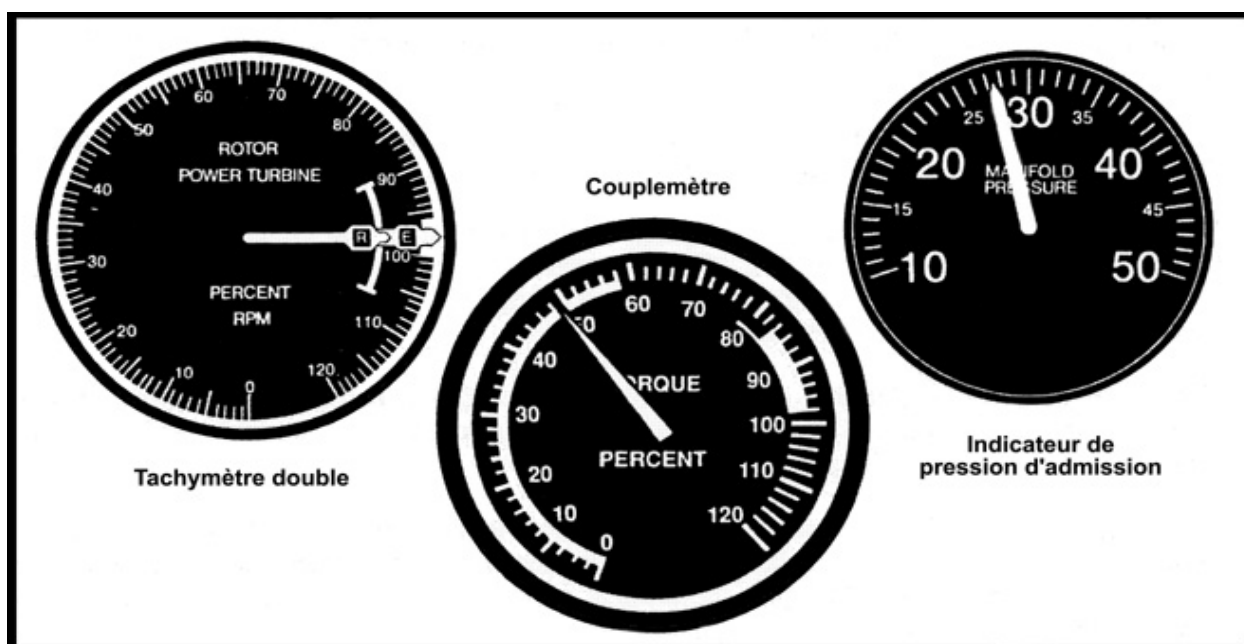


Figure 1-2 Les instruments du moteur

LES INSTRUMENTS DE CONTRÔLE DU MOTEUR

- 1) **LE TACHYMÈTRE DOUBLE.** Cet instrument comporte deux aiguilles dont l'une indique le régime du moteur et l'autre le nombre de tours par minute (t/min) du rotor. Pendant la phase propulsée de vol, les aiguilles sont jointes ou « mariées »; en autorotation les aiguilles se séparent. Le tachymètre double du moteur d'un hélicoptère à turbine indique un pourcentage, 100 p. cent étant le régime d'utilisation normale. (Figure 1-2)
- 2) **L'INDICATEUR DE PRESSION D'ADMISSION.** Cet instrument est calé en pouces de mercure et indique la pression dans le collecteur d'admission du moteur. En termes plus clairs, il indique la quantité de travail que le moteur accomplit; plus la pression du collecteur d'admission est élevée plus le moteur travaille, et vice versa. Cet instrument ne se trouve que sur les hélicoptères à moteur à pistons.
- 3) **LE COUPLEMÈTRE.** Cet instrument est, sur un hélicoptère à turbine, l'équivalent du manomètre d'admission. Il indique normalement un pourcentage, 100 p. cent étant le maximum opérationnel permmissif. Cependant dans certains hélicoptères le couple est indiqué en pieds-livres.

Il existe plusieurs indicateurs qui sont indispensables au fonctionnement du moteur et ils seront expliqués en détail par votre instructeur. Tous ces instruments indiquent les températures et les pressions (les T et les P) du moteur à n'importe quel moment. Il existe une méthode courante de codage des instruments à l'aide de couleurs, mais l'on devrait mémoriser les limites d'exploitation de l'hélicoptère que l'on pilote. Consultez le manuel de pilotage de l'hélicoptère au sujet des limites du moteur aux différentes phases de son fonctionnement.

Le premier vol est une expérience toute nouvelle, cependant, ce qui peut paraître compliquée et difficile à ce moment-là, le deviendra de moins en moins au fur et à mesure que l'entraînement progresse.

On vous demandera de garder les mains posées légèrement sur le manche de pas cyclique et sur le collectif et les pieds posés légèrement sur le palonnier. L'instructeur insistera sur le fait qu'il suffit d'imprimer aux commandes des mouvements souples et de faible amplitude pour piloter l'hélicoptère; il commentera également de façon brève les procédures à suivre au cours des exercices de pilotage qui suivront.

Toute personne qui vole pour la première fois a tendance à se pencher du côté opposé à celui vers lequel l'hélicoptère s'incline en virage. Résistez autant que possible à cette tentation et « tâchez de ne faire qu'un avec l'hélicoptère ».

L'instructeur montrera les repères au sol importants et faciles à reconnaître dans le voisinage, en indiquant leur orientation, par rapport à l'héliport/aéroport. L'instructeur expliquera le rôle de l'indicateur de vitesse et de l'altimètre et il pourra, de temps en temps, demander à l'élève de lui indiquer l'altitude de vol et la vitesse de l'hélicoptère. Il pourra également expliquer le rôle des autres instruments.

L'instructeur expliquera que le transfert des commandes et du pilotage doit s'effectuer de manière très nette. La personne aux commandes de l'hélicoptère doit s'assurer que l'autre personne a les commandes en mains avant de dire « vous avez les commandes »; la personne prenant les commandes doit alors répondre « j'ai les commandes » et piloter l'hélicoptère.

On parlera de la nécessité de bien surveiller le trafic constamment, ainsi que du mode horaire pour signaler les aéronefs. N'hésitez pas à poser des questions. La voix de l'instructeur doit être parfaitement audible et facile à comprendre; si ce n'est pas le cas, il faut le lui dire.

EXERCICE 2 - PRÉPARATION AU VOL

Normalement, cet exercice ne comporte pas de vol, mais vous met au courant des préparations nécessaires avant d'entreprendre un vol. Une bonne inspection avant le vol joue un rôle fondamental dans la sécurité aérienne et réduit les possibilités d'accident ou d'incident.

Les composantes principales de l'hélicoptère seront désignées et leur rôle sera expliqué soigneusement par l'instructeur.

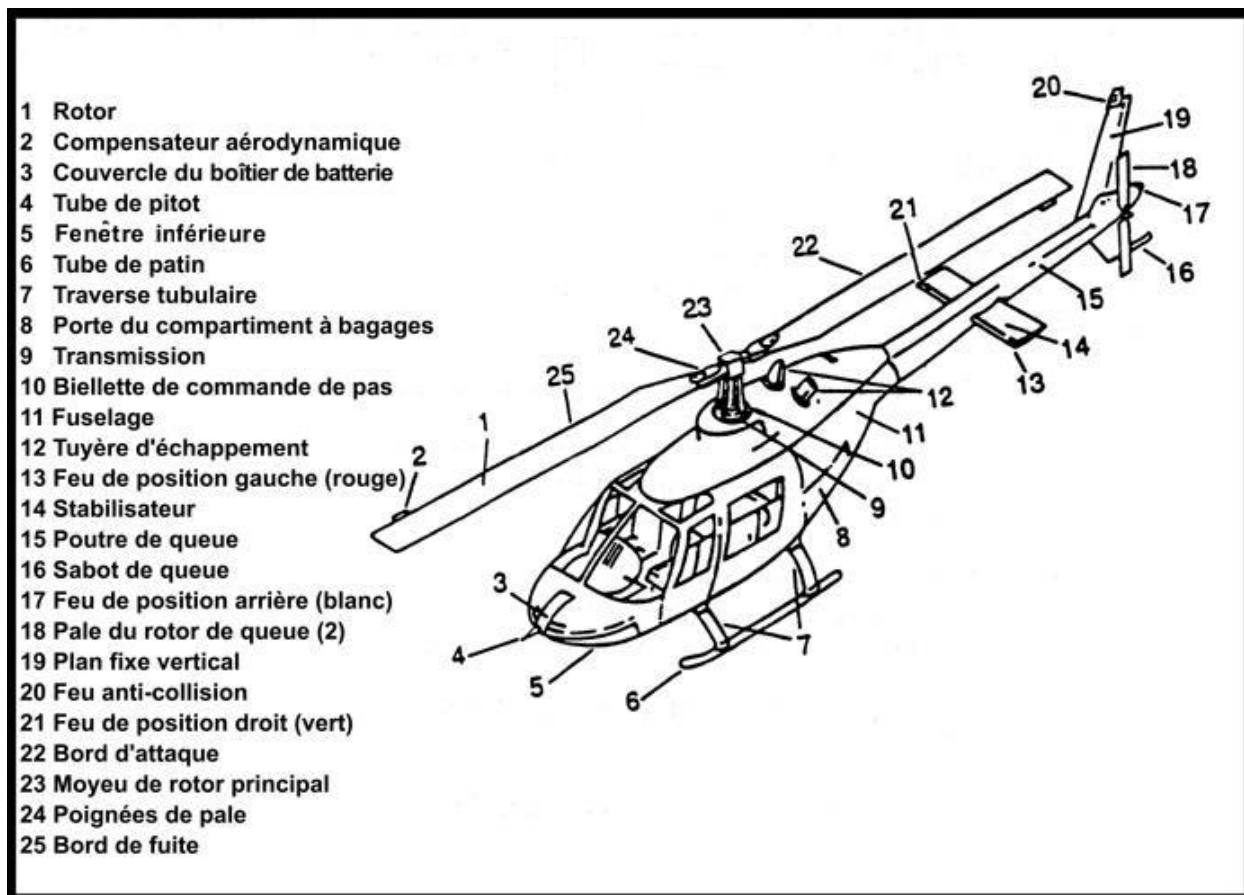


Figure 2-1 Composantes principales de l'hélicoptère

Il est possible de considérer la suite des événements menant au décollage comme faisant partie de trois étapes:

- 1) La planification du vol,
- 2) La vérification des documents de l'aéronef,
- 3) L'inspection de l'aéronef et l'exécution des vérifications et des procédures nécessaires.

PLANIFICATION DU VOL

Pendant les phases initiales de la formation, l'instructeur inclura l'étape de la planification du vol dans les exposés, mais, au fur et à mesure que le cours avancera, vous participerez de plus en plus à la préparation au vol. Cela comprendra la vérification des rapports et des prévisions météorologiques, pour en extraire les renseignements pertinents au vol et à la destination prévue; le choix de l'itinéraire, la vérification des NOTAMs, la préparation du journal de bord et le dépôt d'un plan de vol ou d'un itinéraire de vol lorsque requis.

DOCUMENTS DE L'AÉRONEF

L'instructeur vous montrera tous les documents qui doivent se trouver à bord de l'hélicoptère à chaque vol. Il incombe au pilote commandant de bord de s'assurer que tous les documents requis de l'aéronef et de son équipage se trouvent bien à bord, à jour et valides pour le vol envisagé.

- 1) Les licences de l'équipage de conduite doivent se trouver à bord de l'aéronef pendant le vol.
- 2) Le pilote commandant de bord doit posséder un certificat restreint de radiotéléphoniste (aéronautique) pour utiliser les radios équipés à bord de l'aéronef.
- 3) Le certificat d'immatriculation. Vérifiez que la nationalité et les marques d'immatriculation sont les mêmes que celles de l'aéronef et que le nom et l'adresse du propriétaire sont correctement inscrits.
- 4) Certificat de navigabilité. Vérifiez que la nationalité et les marques d'immatriculation sont les mêmes que celles se trouvant sur l'aéronef, et que ce certificat est en vigueur. On détermine la navigabilité en vérifiant que la maintenance nécessaire a bien été exécutée.
- 5) Carnet de route de l'aéronef. Assurez-vous qu'il s'agit du bon carnet de route et que les inscriptions et les certifications relatives à l'état de navigabilité ont bien été faites. L'instructeur expliquera dans quelles conditions le carnet de route peut être laissé à la base.
- 6) Manuel de vol de l'aéronef.

Le pilote commandant de bord est responsable de faire les inscriptions dans le carnet de route. Il doit s'assurer que les événements du vol ont été inscrits de manière correcte. Chaque période comprise entre le décollage et l'atterrissage est généralement considérée comme étant un vol donnant lieu à une inscription distincte.

L'instructeur traitera des exceptions à cette règle, de la signification de chaque document et de la vérification de validité de ces documents.

Avant chaque vol, le pilote commandant de bord d'un aéronef doit s'assurer que :

- 1) Les documents requis par le Règlement de l'aviation canadien qui doivent être à bord de l'hélicoptère sont valides et/ou correctement certifiés;
- 2) La masse et centrage de l'hélicoptère sont dans les limites autorisées avec la quantité de carburant envisagée, le nombre de passagers et les bagages prévus.

LA MASSE ET CENTRAGE

Les limites maximales de la masse sont définies par les capacités structurales de l'hélicoptère, une marge étant prévue pour les charges additionnelles dues aux turbulences et les efforts extrêmes sur les commandes.

Le centre de gravité est défini étant la position où la masse totale de l'appareil est considérée d'être concentrée. Un centrage inadéquat du poids de l'hélicoptère peut engendrer de sérieux problèmes de contrôles. Le centre de gravité a une plage de déplacements limitée par la portée du cyclique. (voir Figure 2-2)

LES INFLUENCES DU CENTRE DE GRAVITÉ EN VOL :

LE CENTRAGE ARRIÈRE

Lorsque le centrage est en arrière, le cyclique se trouve en avant de la position neutre. Avec une assiette en cabré, vous avez besoin de déplacer beaucoup le cyclique vers l'avant tandis que vous faites du stationnaire dans le vent. Si l'hélicoptère dépasse les limites de centrage longitudinal, le vol stationnaire n'est plus possible. Le décollage et l'atterrissage dans les conditions de vent fort de face pourraient être critiques, parce que vous avez besoin d'un débattement cyclique suffisant pour faire du stationnaire ainsi que pour vous mettre au niveau après un arrondi suivi d'une approche en autorotation.

LE CENTRAGE AVANT

Lorsque le centrage est en avant, le cyclique se trouve en arrière de la position neutre. Avec une assiette en piqué, vous avez besoin de déplacer beaucoup le cyclique vers l'arrière pour faire du stationnaire en vent calme. Vous ne devriez pas continuer le vol dans cette condition, puisque vous pourriez manquer du cyclique en arrière alors que vous consommez du carburant. En cas de panne du moteur et suivi d'une autorotation, vous pourriez manquer un débattement du cyclique pour faire l'arrondi avant l'atterrissage.

LE CENTRAGE LATÉRAL

Le cyclique sera déplacé du côté opposé au centre de gravité latérale. Cela se remarque plus facilement si on utilise des civières. Il vous faut une attention particulière pour les opérations de terrain en pente et vous devez vous prévenir des situations de basculement statique/dynamique.

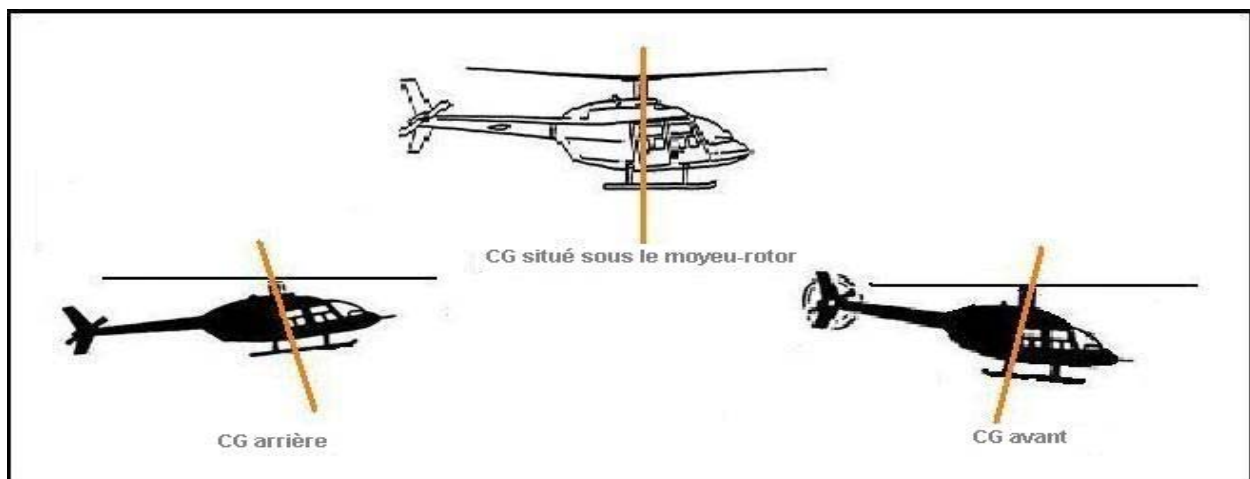


Figure 2-2 Centre de gravité

INSPECTION DE L'AÉRONEF

Il appartient au pilote commandant de bord de s'assurer que l'aéronef est sûr et qu'il est, à tout point de vue, en état d'effectuer le vol prévu. L'inspection pré-vol établit, du point de vue du pilote, que l'aéronef est apte au vol et qu'il possède suffisamment de carburant et d'huile pour le vol prévu. L'inspection pré-vol doit suivre une méthode prédéterminée. De cette manière, rien ne sera oublié et votre méthode sera semblable quel que soit le type d'hélicoptère que vous piloterez plus tard. La plupart des constructeurs recommandent que vous commenciez à l'avant du côté droit pour finir au point où vous avez commencé (voir Figure 2-3). L'inspection extérieure ainsi faite, vous êtes maintenant prêt à vous installer dans le poste de pilotage. La méthode recommandée pour l'inspection avant-vol se trouve dans la plupart des manuels de vol de l'aéronef.

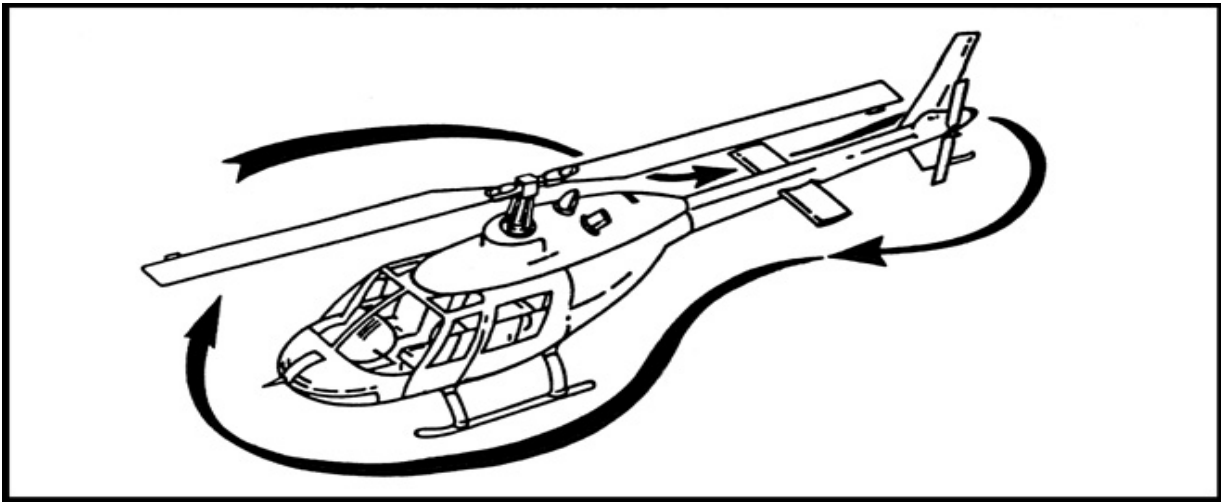


Figure 2-3 Inspection pré-vol de l'aéronef

Lorsque vous vous dirigez vers l'hélicoptère prenez note de la direction et de la force du vent et de la présence de tout aéronef ou obstacle, pouvant gêner la procédure de démarrage ou de décollage par la suite.

À cette étape, votre instructeur vous démontrera comment effectuer un exposé aux passagers.

Un extincteur étant à portée de main, là où c'est possible, l'hélicoptère doit être placé face au vent, loin de tout obstacle aux pales du rotor principal et à celles du rotor de queue. Il est impoli, sinon dangereux, de démarrer un hélicoptère près de bâtiments ou de véhicules, car des dégâts pourraient être causés par la déflexion vers le bas du rotor pendant que l'hélicoptère s'élève pour prendre le vol stationnaire. Les gouvernes des avions légers se trouvant stationnés à proximité peuvent subir des dégâts appréciables.

L'instructeur fera la démonstration de l'inspection pré-vol et expliquer ce qu'il faut chercher pour déterminer la navigabilité de l'hélicoptère. Si pendant l'inspection vous découvrez une cause de mise hors service, ou si vous avez des doutes sur la navigabilité de l'hélicoptère, il faut annuler le vol. Toutes les écoles ont une méthode pour signaler les défauts, il est fort possible qu'il suffise d'avertir votre propre instructeur, mais ne craignez pas d'exprimer vos doutes à un technicien.

Avant de faire démarrer le moteur, il faut, à l'aide d'une liste de vérifications, faire une vérification complète du poste de pilotage et, ensuite, une vérification avant la mise en route. Ces vérifications sont très importantes et doivent être faites selon les procédures recommandées dans le manuel de vol de l'hélicoptère. La vérification avant la mise en route a pour but d'assurer que les organes principaux n'ont pas été endommagés par une mauvaise procédure de démarrage. Toutes les autres vérifications, telles que les vérifications de démarrage, de réchauffage et de point fixe s'il y a lieu, devraient également être effectuées selon les recommandations du constructeur.

À la suite du vol, vous devez une fois de plus suivre la procédure recommandée pour le refroidissement et l'arrêt du moteur. Pendant cet exercice, l'instructeur fera la démonstration des procédures correctes de démarrage et d'arrêt du moteur. Au fur et à mesure que vous avancez dans votre cours, vous devez apprendre à exécuter ces procédures tout seul, à l'aide des listes de vérifications qui devraient être fournies par votre école.

EXERCICE 3 - EFFETS DES COMMANDES

Cet exercice vous apprendra dans quelles limites on modifie normalement l'assiette de l'hélicoptère et comment sont manipulés les commandes pour adopter et conserver l'assiette voulue. Les techniques apprises dans l'exercice forment la base des futurs exercices de pilotage d'hélicoptère.

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

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

LE RÉGLAGE DES COMMANDES

Votre instructeur démontrera le réglage correct des commandes de vol en préparation du vol et la bonne utilisation des frictions des commandes. Assurez-vous que le palonnier est réglé de façon à ce que vous soyez assis confortablement, sinon vous serez très vite fatigué.

LE MANCHE CYCLIQUE

Le déplacement du manche cyclique incline le disque-rotor ce qui provoque un mouvement en tangage ou en roulis ou une combinaison des deux, entraînant un déplacement de l'hélicoptère dans la direction du mouvement du manche cyclique. Étant donné que la portance totale est toujours perpendiculaire au disque-rotor, lorsque celui-ci est incliné par rapport à la composante de portance, la composante de poussée entraîne l'hélicoptère dans la direction de l'inclinaison du rotor. (Voir Figure 3-1) Après que votre instructeur a démarré l'hélicoptère, il fera une démonstration de la réaction du disque au mouvement du manche cyclique. Notez que le disque s'incline dans la direction où vous avez déplacé le manche cyclique.

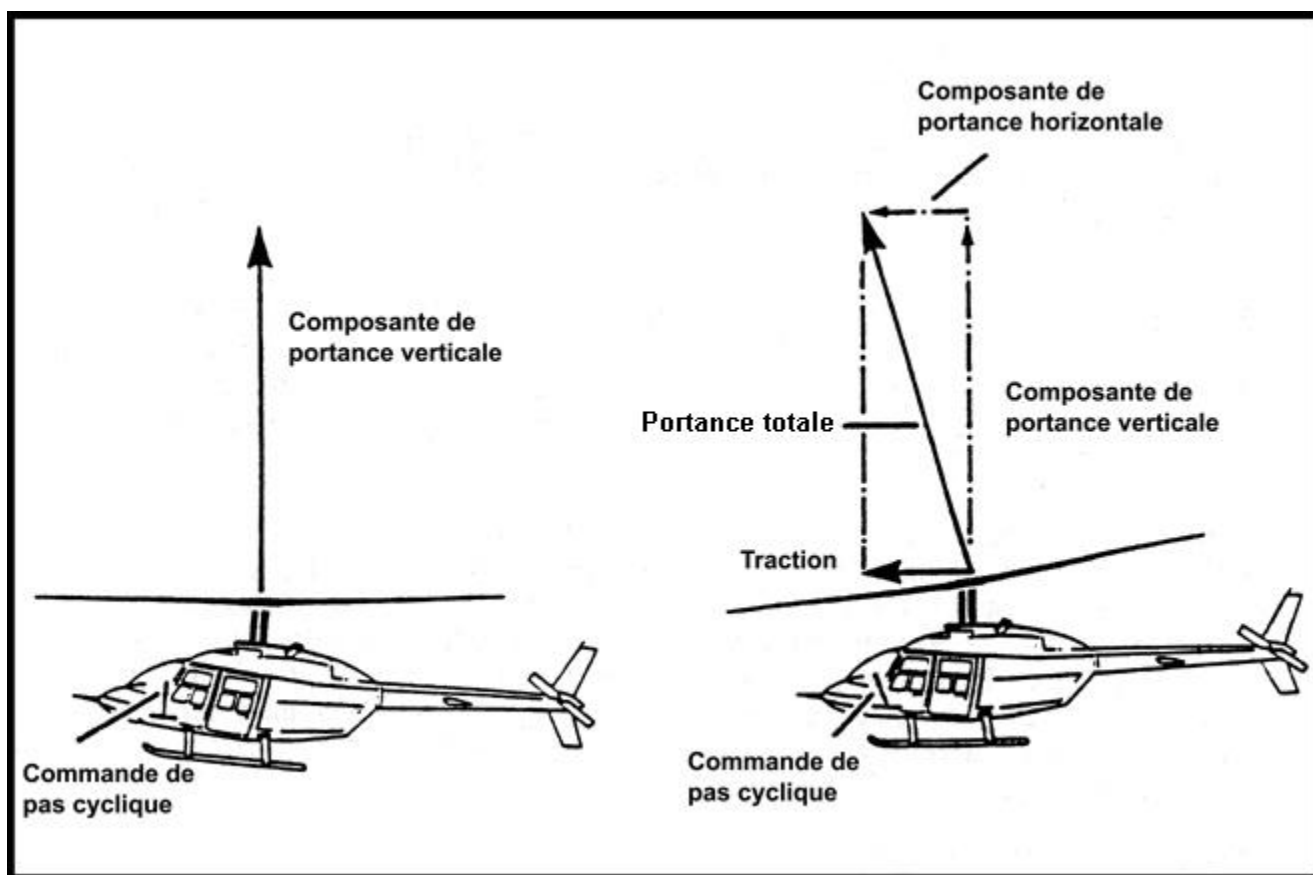


Figure 3-1 La portance totale

Remarquez que l'ampleur de la portance totale reste inchangée, mais que le mouvement cyclique a changé la direction de cette force, ayant ainsi un effet sur l'assiette et la vitesse de l'hélicoptère.

Votre instructeur démontrera les effets du mouvement du manche cyclique sur le vol rectiligne en palier. Pour commencer, notez l'assiette de l'hélicoptère par rapport à l'horizon et votre instructeur vous montrera ce qu'indiquent les instruments suivant les déplacements du cyclique. Le manche cyclique contrôle l'assiette de l'hélicoptère et, par conséquent, la vitesse qui, à son tour, a une influence sur l'altitude.

On utilise le déplacement longitudinal du pas cyclique pour obtenir et maintenir l'assiette voulue pour choisir la vitesse. L'ordre de grandeur du changement d'assiette correspond à celui du déplacement du cyclique. Les déplacements latéraux du cyclique produisent et contrôlent le mouvement de roulis ce qui permet d'obtenir et de maintenir les angles d'inclinaison ou de remettre l'hélicoptère dans une assiette horizontale. Une fois de plus, l'ordre de grandeur du mouvement de roulis varie avec celui du déplacement du cyclique.

Déplacez toujours le cyclique avec souplesse et avec des mouvements de faible amplitude. Soyez conscient qu'un brusque déplacement des commandes peut réduire la vie des composants et pourrait même les endommager.

LE LEVIER DE PAS COLLECTIF

Le levier de pas collectif, s'appelle ainsi parce que le déplacement de ce levier entraîne un changement égal et simultané de l'angle de pas ou d'angle d'attaque de toutes les pales du rotor principal. Lorsque l'on élève le levier de pas collectif, l'angle d'attaque de toutes les pales du rotor principal augmente, ce qui entraîne une augmentation de la portance totale. (Figure 3-2)

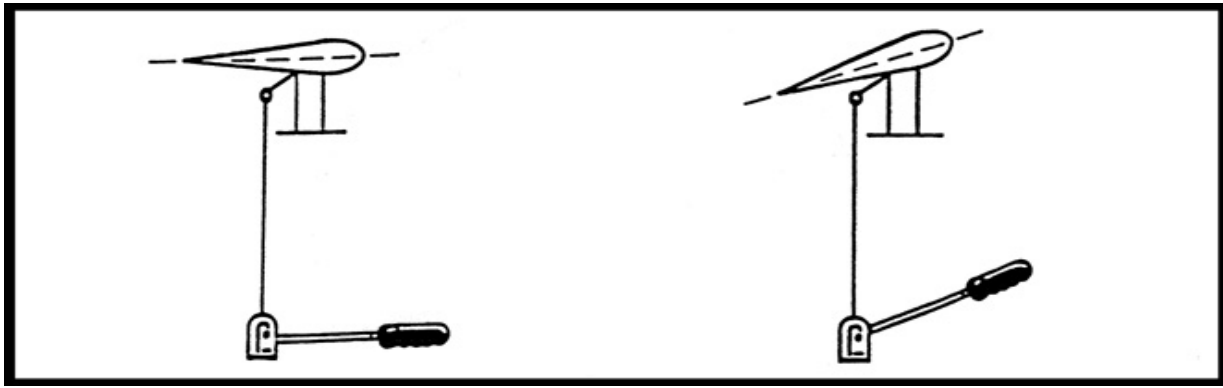


Figure 3-2 Levier de pas collectif

Lorsqu'on baisse le levier de pas collectif, naturellement l'inverse se produit. L'effet principal du déplacement du levier de pas collectif est un changement de hauteur et l'effet secondaire est un mouvement de lacet.

LA MANETTE DES GAZ

Une manette des gaz à poignée tournante est montée sur la partie avant du levier de pas collectif. Elle est utilisée sur les hélicoptères à moteur à pistons pour régler la plage d'utilisation normale des régimes du moteur et du rotor. Votre instructeur vous démontrera qu'en plus d'augmenter le régime, l'augmentation des gaz entraîne l'augmentation de la pression d'admission et un mouvement de lacet de l'hélicoptère vers la droite. La réduction des gaz entraîne une réduction du régime et de la pression d'admission et provoque une fois de plus un mouvement de lacet, cette fois-ci vers la gauche. Votre instructeur doit également démontrer la bonne coordination de la manette des gaz selon le type et des déplacements du collectif pour que la pression d'admission et les régimes du moteur et du rotor restent dans la plage d'utilisation normale.

Sur la plupart des hélicoptères à turbine légers, la manette des gaz est utilisée pour amener le moteur dans la plage de limitation de régime où des réglages précis des régimes « moteur et rotor » sont faits par l'intermédiaire de l'interrupteur de compensation pas à pas du régulateur de régime (beeper switch). Une fois que le régime est bien réglé, il restera relativement constant quel que soit le déplacement du levier de pas collectif. Mentionnons que sur certains hélicoptères, la manette des gaz n'est pas montée sur le collectif, mais au plancher ou sur un panneau au plafond.

LE PALONNIER

L'objet du rotor de queue commandé par le palonnier est de compenser l'effet de couple du rotor principal, de contrôler le cap de l'hélicoptère et, en vol stationnaire, d'effectuer les virages. Il ne sert toutefois pas à contrôler le cap en vol de croisière mais seulement à compenser le couple. Cela permet de maintenir la compensation longitudinale de l'hélicoptère qui reste en vol coordonné (Figure 3-3). Certains hélicoptères ont une « bille » pour aider à maintenir le vol coordonné. Il s'agit d'un simple niveau à bulle. Si la bille se déplace vers la droite, le pilote enfonce la pédale droite pour ramener la bille au centre et vice versa.

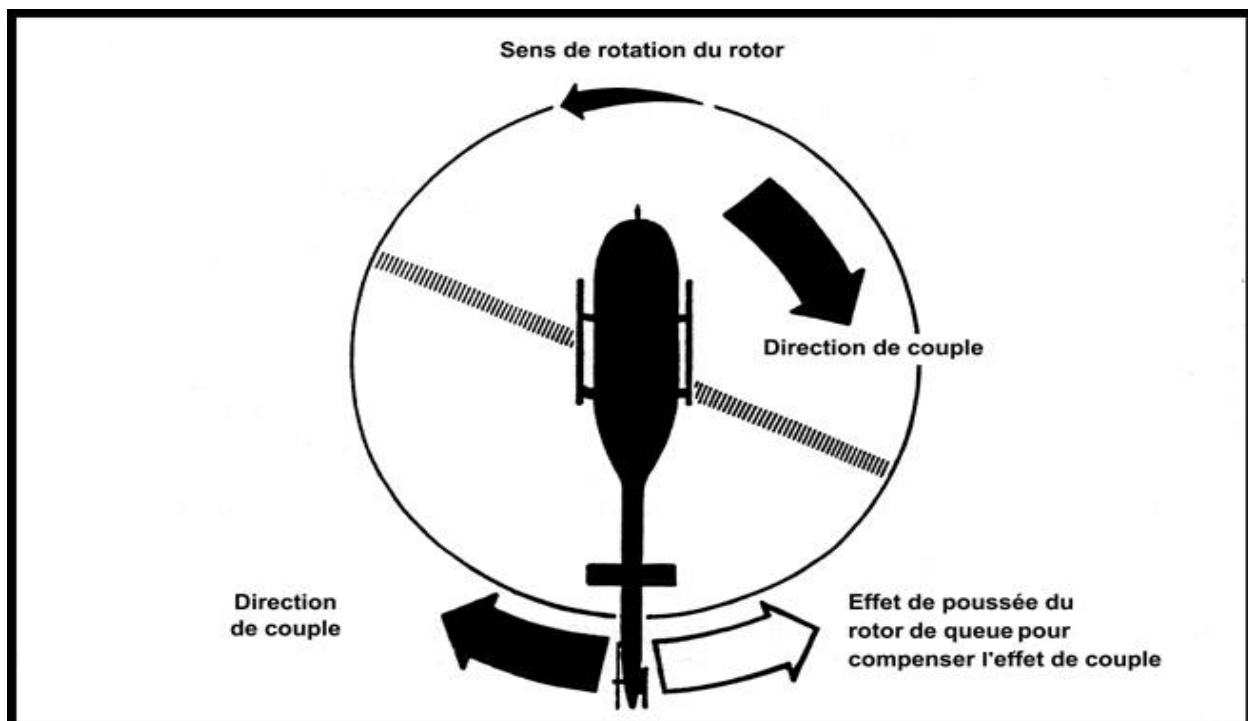


Figure 3-3 Effet de couple

Le déplacement des pédales provoque un changement du pas général des pales du rotor de queue. Une pression sur une pédale entraîne un mouvement de lacet dans la même direction, c'est-à-dire qu'une pression sur la pédale gauche provoque un déplacement du nez de l'hélicoptère vers la gauche et vice versa. À une augmentation du pas doit correspondre une augmentation de puissance et à une diminution du pas, une diminution de puissance. Sur les hélicoptères nord-américains, la pédale gauche est la pédale « d'augmentation de puissance », en d'autres mots, lorsque vous appuyez sur la pédale gauche, vous aurez besoin de plus de puissance.

L'instructeur vous démontrera qu'il faut anticiper d'agir au palonnier chaque fois que vous changez la puissance; en fait, à tout changement de position du collectif ou du cyclique vous devrez réagir au palonnier afin que le vol reste coordonné.

LES COMMANDES AUXILIAIRES

Ces commandes, bien que n'étant pas utilisées pour maîtriser l'hélicoptère en vol, sont néanmoins essentielles à la sécurité et à l'aisance du pilotage. Suivant le type d'hélicoptère, les commandes auxiliaires peuvent comprendre : une commande de réchauffage du carburateur, une commande de richesse de mélange, un dégivrage moteur, un désembuage pare-brise, un frein rotor et un système de chauffage. L'instructeur vous montrera comment utiliser les commandes auxiliaires du type d'hélicoptère sur lequel vous allez faire votre entraînement.

COMMANDES DE RÉCHAUFFAGE DU CARBURATEUR ET DE MÉLANGE

COMMANDE DE RÉCHAUFFAGE DU CARBURATEUR

Givrage du carburateur. Dans certaines conditions d'humidité atmosphérique lorsque la température varie entre -13 degrés Celsius et +38 degrés Celsius (Figure 3-4), il est possible que de la glace se forme dans le circuit d'admission (Figure 3-5).

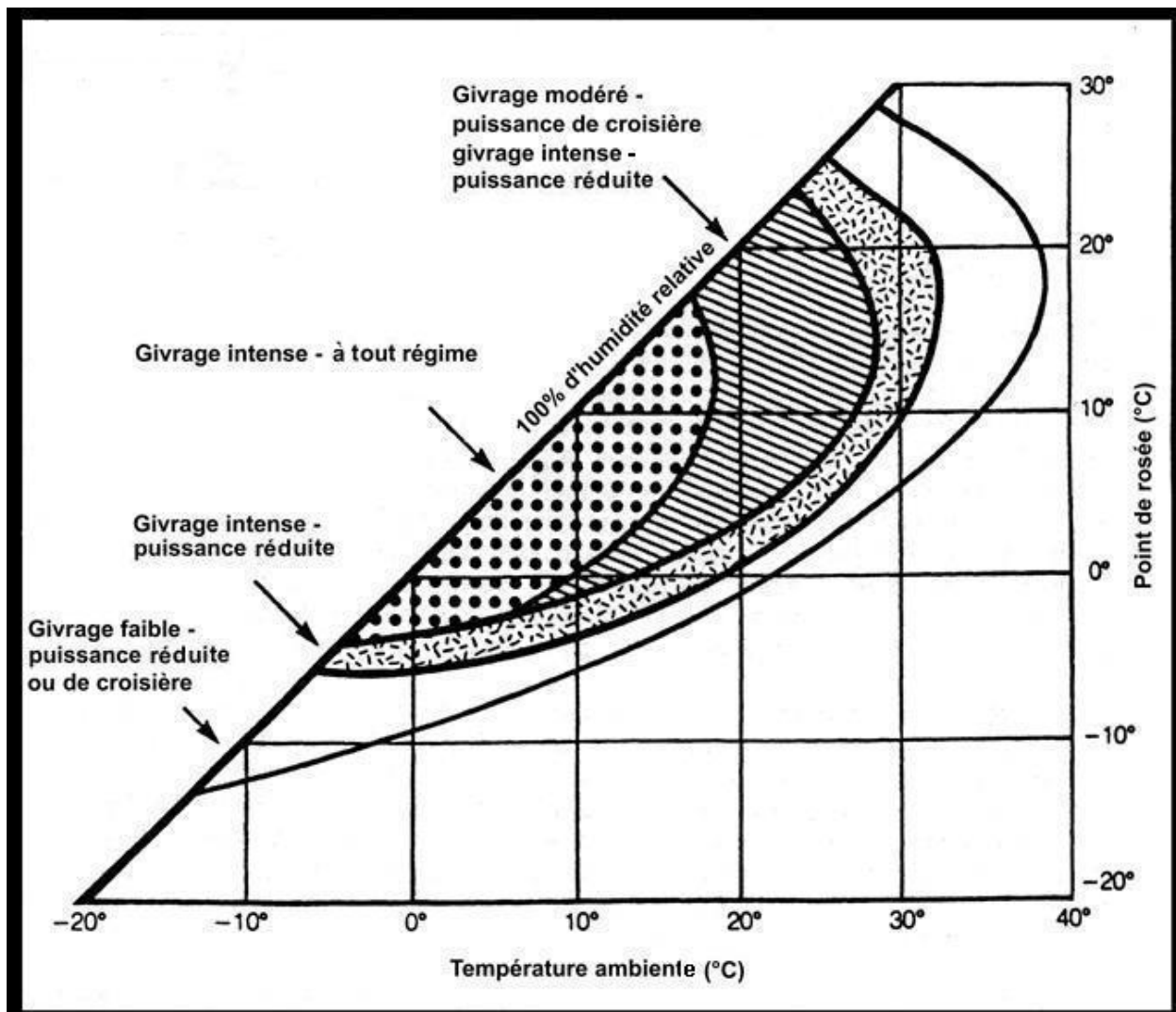


Figure 3-4 Diagramme des plages de givrage du carburateur

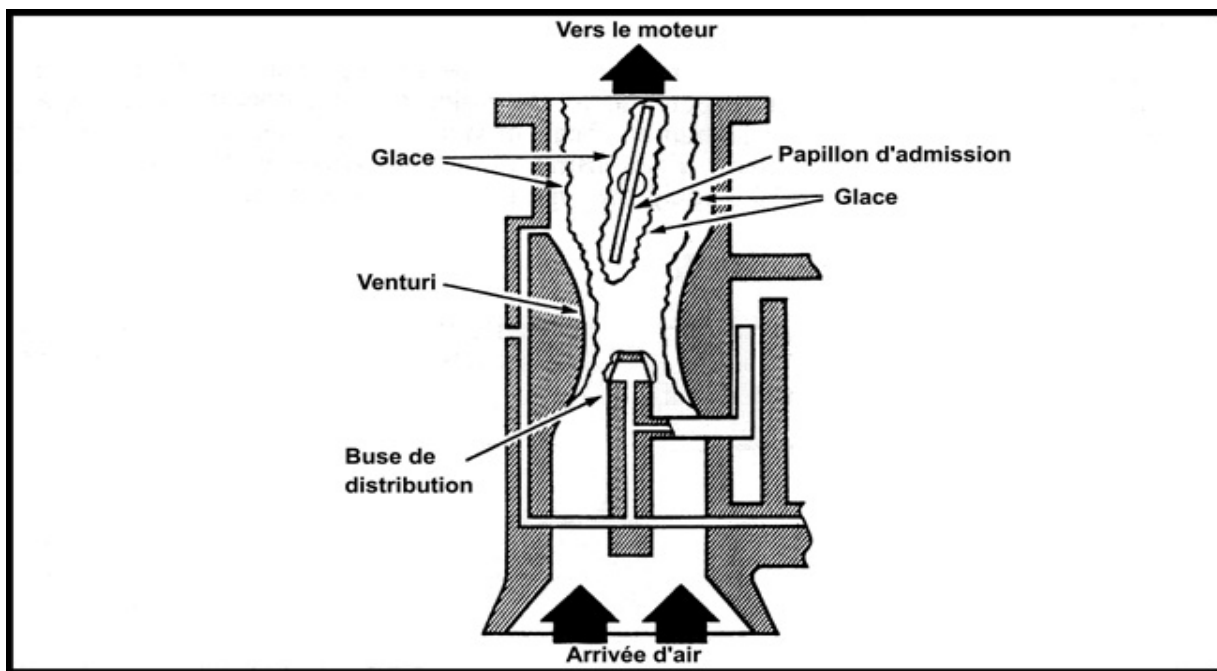


Figure 3-5 Givrage du carburateur

Le refroidissement rapide qui survient dans un circuit d'admission muni d'un carburateur à flotteur est attribuable à l'absorption de la chaleur de l'air, au cours de la pulvérisation du carburant et également, en partie, au haut degré de dilatation de l'air lorsqu'il traverse le venturi du carburateur. Ces deux phénomènes provoquent un abaissement de la température dans le venturi qui peut descendre jusqu'à 21°C en dessous de la température de l'air d'arrivée. Si cet air contient beaucoup d'humidité, le refroidissement peut entraîner la formation de glace qui peut s'accumuler au point de provoquer une baisse de la puissance disponible et, si on n'y remédie pas, un arrêt complet du moteur. Pour le pilote, les principaux indices de givrage sont à la fois une baisse de la pression d'admission et un fonctionnement irrégulier du moteur. Pour empêcher la formation de givre dans le carburateur, les hélicoptères à moteur à pistons sans système d'injection du carburant sont équipés d'un dispositif réglable qui réchauffe l'air en amont du carburateur. Ils sont également équipés d'un indicateur qui aide à prévenir la formation de givre dans le carburateur.

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

Lorsque vous utilisez le réchauffage du carburateur, vous devez vous rappeler de ce qui suit. Lorsque le réchauffage fonctionne à pleine capacité, le moteur perd en moyenne 9 % de sa puissance, à cause d'une baisse de rendement volumétrique de l'air réchauffé et de la perte d'effet de l'air dynamique. L'utilisation du réchauffage de carburateur, particulièrement au réglage maximal, a également pour effet d'enrichir le mélange, ce qui peut entraîner un fonctionnement irrégulier du moteur. Augmentez les gaz et reprenez le régime précédent jusqu'à ce que le moteur tourne de nouveau normalement.

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

- 1) Démarrez le moteur avec la commande de réchauffage du carburateur à la position « froid » pour éviter d'endommager le dispositif de réchauffage du carburateur.
- 2) Lorsque l'humidité relative est élevée (en saison estivale) et que la température ambiante est inférieure à 27 °C, vous mettez en marche le réchauffage du carburateur tout juste avant de décoller. D'une manière générale, le réchauffage du carburateur ne doit pas être utilisé en vol stationnaire à cause de la puissance supplémentaire nécessaire.
- 3) Éviter d'utiliser le réchauffage du carburateur pendant le décollage, car cela risque de provoquer de la détonation et d'endommager le moteur. On peut faire exception à cette règle lorsque les températures extérieures sont extrêmement froides, mais il faut alors suivre des procédures spéciales.
- 4) Après le décollage, demeurez attentif à tout signe de givrage du carburateur, notamment lorsque l'humidité est visible. Rappelez-vous que l'humidité relative s'approche de 100% à la base des nuages.
- 5) Si vous soupçonnez qu'il y a givrage du carburateur, vous devez aussitôt régler le réchauffage du carburateur au maximum. Surveillez la baisse de régime qui révèle l'action du réchauffage du carburateur, puis une augmentation de la puissance lorsque la glace fond.
- 6) Le carburateur peut givrer même lorsque la température ambiante atteint 38 °C et que l'humidité relative ne dépasse pas 50 %. Vous devez être particulièrement vigilant lorsque la température est inférieure à 28°C et que l'humidité relative est importante. Les risques de givrage du carburateur sont moindres :
 - a) lorsque la température est inférieure à 0 °C, parce que le taux d'humidité diminue avec la baisse de température;
 - b) lorsque la température est aux alentours de -10°C, parce qu'il y a alors formation de cristaux de glace qui traversent le circuit d'admission sans causer de problème. En fait, l'utilisation du réchauffage du carburateur dans ces dernières conditions risque même de provoquer le givrage du carburateur en faisant fondre les cristaux de glace et en élevant la température de l'air chargé d'humidité jusqu'à la température de givrage
- 7) Si, au cours d'une descente à puissance réduite, on remarque ou on pressent un risque de givrage du carburateur, il faut ouvrir le réchauffage du carburateur à fond et régler le collectif afin que le moteur produise assez de chaleur pour empêcher ainsi le givrage ou disperser la glace au besoin. C'est une règle générale qui s'applique à la plupart des hélicoptères. Pour les procédures applicables à un type précis d'hélicoptère, consultez le manuel de vol de l'appareil.

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

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

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

COMMANDE DE MÉLANGE

Les opérations à haute altitude et le changement d'altitude nécessitent les réglages de la commande de mélange. Plus un aéronef prend de l'altitude, plus la densité de l'air qui l'entoure diminue. En altitude, les cylindres du moteur reçoivent une masse d'air moins grande qu'au sol. Si la masse de carburant qui parvient aux cylindres demeurerait toujours constante, le mélange deviendrait trop riche en altitude.

Pour maintenir un mélange carburé optimal, vous devez être capable d'ajuster le volume de carburant qui se mélange à la masse d'air reçu: Tel est le fonctionnement de la commande de mélange. Ce réglage connu sous le nom de « procédure d'appauvrissement du mélange » varie d'un aéronef à un autre: vous référer au manuel de vol de l'aéronef de votre hélicoptère pour les procédures précises de l'utilisation de la commande du mélange. Prenez note que la plupart des constructeurs ne recommandent pas la procédure d'appauvrissement du mélange de l'hélicoptère en vol. La procédure généralement admise d'appauvrissement du mélange consiste à tirer lentement la commande vers le réglage « pauvre » jusqu'à ce qu'on obtienne le régime maximal pour un réglage donné de la manette de gaz, pour ensuite repousser la commande de mélange vers le réglage « riche » jusqu'à ce qu'une baisse de régime soit tout juste perceptible. Cette procédure permet d'obtenir la puissance optimale pour un certain réglage de la manette des gaz, tout en conservant un mélange légèrement riche qui permet d'éviter une surchauffe du moteur, puisqu'un fonctionnement continu avec un mélange trop pauvre risque d'endommager le moteur : la température élevée du moteur peut causer l'usure ou même une panne du moteur. La bonne façon d'éviter cette fâcheuse situation est de surveiller les températures du moteur régulièrement et de suivre le manuel de vol de l'appareil pour un mélange approprié.

LE DÉSEMBUAGE DU PARE-BRISE

Bien que le désembuage du pare-brise ne soit pas classé comme une commande auxiliaire, une étape de son utilisation est incluse dans cet exercice.

Le pare-brise d'un hélicoptère devrait toujours être propre et exempt de tout ce qui pourrait gêner une parfaite visibilité, non seulement pour les besoins du pilotage, mais aussi pour bien voir à l'extérieur les obstacles fixes et tout le trafic aérien. En aucun cas il ne faut essayer de décoller avec un pare-brise partiellement ou complètement embué. Sur les hélicoptères qui en sont équipés, le système protège le pare-brise de la buée intérieure lorsque l'hélicoptère est en vol; cependant, en vol stationnaire ou pendant l'attente pour le décollage, le pare-brise peut s'embuer. Dans ces cas, on peut corriger la situation en entrouvrant légèrement les orifices de ventilation ou les fenêtres afin d'améliorer la circulation d'air à l'intérieur de la cabine de l'hélicoptère.

ANTIGIVRAGE DU MOTEUR

La plupart des hélicoptères légers à turbine sont équipés d'un circuit fonctionnant avec l'air de prélèvement. Ce circuit est contrôlé par un clapet électrique et dirige l'air de prélèvement chaud vers l'admission du compresseur pour empêcher l'accumulation de glace. Ce circuit n'est pas conçu pour dégivrer et devrait être activé pour empêcher l'accumulation de glace, dès que la température est à 4 degrés Celsius ou moins et que l'air est humide. Les détails concernant l'utilisation du circuit installé sur votre type d'hélicoptère se trouvent dans le manuel de vol.

NOTE : *Les hélicoptères légers ne sont pas autorisés à être exploités dans des conditions de givrage connues ou prévues.*

LE CIRCUIT HYDRAULIQUE

Tous les hélicoptères moyens et lourds ainsi que certains hélicoptères légers, sont équipés de commandes assistées hydrauliquement. Si c'est le cas pour le type d'hélicoptère sur lequel vous vous entraînez, on vous apprendra, comment le circuit fonctionne et les procédures d'urgence en cas de panne. La plupart des hélicoptères moyens et légers peuvent être exploités sans l'aide du circuit hydraulique, cependant, les commandes deviennent assez dures. Les hélicoptères lourds ne peuvent être exploités sans l'aide du circuit hydraulique, ils sont donc équipés de circuits multiples.

LE FREIN ROTOR

Quelques hélicoptères légers sont équipés d'un frein rotor hydraulique que le pilote peut utiliser pour ralentir rapidement le rotor après l'arrêt du moteur. Le circuit hydraulique pour le frein rotor est la plupart du temps indépendant et ne fait pas partie du circuit hydraulique des commandes de vol de l'hélicoptère. Ce genre de circuit a des limites de régime-rotor, au-dessus ou en dessous desquelles il ne faut pas serrer le frein, car ceci risquerait d'endommager la transmission. Ces renseignements se trouvent dans le manuel de vol de l'aéronef. Ils sont généralement affichés dans l'aéronef et sont clairement indiqués sur le tachymètre-rotor.

LE SYSTÈME DE CHAUFFAGE

La plupart des hélicoptères légers ont un système de chauffage de cabine. Ce système peut être de différents types, dont : chauffage fonctionnant par air de prélèvement, par l'échangeur thermique du collecteur des gaz d'échappement, du type « Casey » ou à combustion d'essence. Votre instructeur vous fera une démonstration du fonctionnement du système de chauffage installé sur votre hélicoptère et vous mettra au courant des précautions à prendre concernant son utilisation. Là encore, vous trouverez tous les renseignements concernant le système de chauffage dans le manuel de vol de l'aéronef.

EXERCICE 4 - VARIATION DE VITESSE ET DE PUISSANCE, VOL RECTILIGNE EN PALIER

Maintenant que vous avez vu les effets de chaque déplacement de commande, vous pouvez commencer à contrôler la vitesse et la puissance et faire des changements précis. Vous pouvez également commencer à coordonner les déplacements des commandes afin de maintenir un vol coordonné pendant que les changements de vitesse et de puissance ont lieu. Vous faire développer une touche souple et précise est le but de tous ces mouvements de commandes.

Pendant l'exercice, vous allez changer d'assiette en regardant l'horizon et confirmer ces changements sur les instruments. Évitez de regarder les instruments trop longtemps.

LES CHANGEMENTS DE VITESSE

L'instructeur vous montrera comment changer la vitesse en déplaçant le cyclique et vous fera remarquer comment cela se traduit visuellement et aux instruments. Pour réduire la vitesse de croisière à une vitesse précise, par exemple de 80 à 60 mi/h, déplacez le cyclique légèrement vers l'arrière pour adopter l'assiette voulue, maintenez cette assiette et, finalement, réglez l'assiette avec précision. Vous allez remarquer que la vitesse diminue et que l'altitude augmente. Concentrez-vous pour l'instant sur la vitesse, anticipez avant d'atteindre 60 mi/h et réglez le cyclique pour maintenir cette vitesse. Pendant toutes ces manœuvres, assurez-vous de maintenir un vol coordonné en contrôlant le lacet au palonnier.

Pour accélérer jusqu'à une vitesse donnée, poussez doucement le cyclique afin de prendre l'assiette voulue, maintenez cette assiette puis réglez-la, ce qui augmentera la vitesse et diminuera l'altitude. Marquez une pause pour laisser la vitesse se stabiliser, anticipez la vitesse voulue, puis réglez le cyclique suivant les besoins pour maintenir cette vitesse. Une fois de plus, contrôlez le mouvement de lacet à l'aide du palonnier.

Votre instructeur vous fera recommencer la manœuvre plusieurs fois. Essayez de faire des changements de pas cyclique à la fois souples et de faible amplitude, évitez de les faire avec de grands mouvements ou brusques.

LES CHANGEMENTS DE PUISSANCE

L'instructeur décrira la relation entre les mouvements du collectif et ceux de la manette des gaz, telle qu'elle s'applique à l'hélicoptère sur lequel vous vous entraînez. Vous remarquerez qu'à tout changement de puissance correspond un mouvement en lacet dû au changement de couple. L'effet de couple est directement proportionnel au changement de puissance. Vous devez anticiper cette réaction du couple chaque fois que vous changez la puissance et faire au palonnier les corrections appropriées pour maintenir un vol coordonné.

Si vous vous entraînez sur un hélicoptère à moteur à pistons, l'instructeur vous expliquera et fera la démonstration de la méthode à suivre pour changer la pression d'admission tout en maintenant les révolutions constantes. Pour augmenter la pression d'admission, vous devez élever la commande de pas collectif, ce qui augmente le pas des pales du rotor principal et diminue les révolutions à cause de la plus grande résistance aérodynamique. Pour éviter cette perte de révolution non voulue, commencez toujours par utiliser la manette des gaz. Cette dernière action entraîne l'augmentation de la pression d'admission tout en maintenant les mêmes révolutions. Souvenez-vous que ces changements de puissance provoquent toujours un mouvement de lacet de l'hélicoptère, à moins qu'il ne soit contré au moyen d'une correction simultanée du palonnier approprié. Sur les hélicoptères nord-américains, l'augmentation de puissance doit être compensée par une pression sur la pédale gauche, la pédale de puissance, et la diminution de puissance, par une pression sur la pédale droite. Sur la plupart des hélicoptères européens, la pédale droite est la pédale de puissance.

Pour réduire la pression d'admission le contraire s'applique. Vous allez baisser le collectif. La réduction de l'angle d'attaque des pales du rotor principal et la réduction de la résistance aérodynamique qui en résulte feront augmenter les révolutions. Pour empêcher cette augmentation, il faut réduire l'admission des gaz en actionnant la manette des gaz, ce qui, à son tour, entraîne une diminution de la pression d'admission tout en maintenant les révolutions. Une fois de plus, vous devez prévoir d'appuyer sur le palonnier pour empêcher un mouvement de lacet non voulu.

L'instructeur démontrera que pour augmenter les régimes, vous devez augmenter l'admission à la manette des gaz et réduire le collectif afin de maintenir une pression d'admission constante. Pour réduire les régimes, vous devez fermer légèrement la manette des gaz et élever le collectif afin de garder une pression d'admission constante.

Le collectif est la commande principale de la pression d'admission, tandis que la manette des gaz contrôle principalement les régimes. Vu que l'un ayant l'influence sur l'autre, vous devez analyser à la fois le tachymètre double pour déterminer les régimes et le manomètre d'admission pour déterminer la puissance, afin de décider comment coordonner ces commandes afin d'obtenir les résultats escomptés. Par exemple : si les régimes et la pression d'admission sont faibles, vous devez augmenter des gaz tout en maintenant le réglage du collectif : les résultats sont à la fois une augmentation des régimes et de la pression d'admission.

Les mouvements de commande sur les hélicoptères à turbine et sur certains hélicoptères à piston sont simplifiés du fait que le régulateur maintient les régimes. Les mouvements du collectif et du palonnier sont les mêmes que ceux d'un hélicoptère à moteur à pistons.

LE VOL RECTILIGNE EN PALIER

On peut définir le vol rectiligne en palier comme étant un vol coordonné où l'altitude, le cap et la vitesse sont constants, ce qui s'obtient à l'aide de petits mouvements souples et coordonnés.

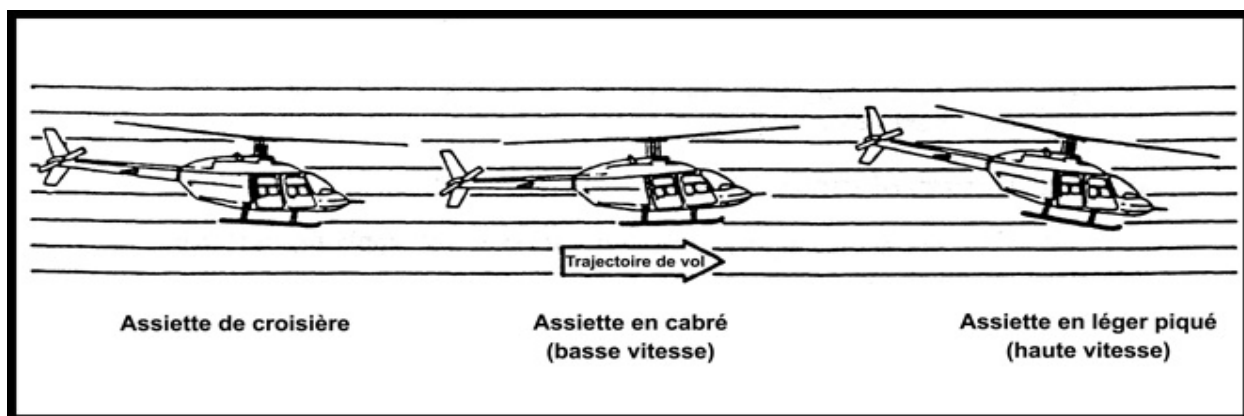


Figure 4-1 Les assiettes de l'hélicoptère pour le vol en palier

Comme vous l'avez vu, lorsque le rotor principal bascule, le fuselage tend à se mettre parallèle au disque-rotor car le centre de gravité de l'hélicoptère s'aligne de lui-même avec le vecteur de portance totale. Votre instructeur vous fera remarquer les repères visuels du vol rectiligne en palier à différentes vitesses dont celle de croisière. Remarquez la position du disque-rotor par rapport à l'horizon car c'est un des repères importants en vol de croisière. Remarquez aussi les paramètres de puissance affichés pour le vol en croisière.

Vous allez vite vous rendre compte que la vitesse change avec l'assiette de l'hélicoptère et, puisque l'assiette est commandée par le mouvement du cyclique, on peut dire que le cyclique commande la vitesse. Lorsqu'on déplace le cyclique vers l'arrière, le nez de l'hélicoptère se lève et la vitesse diminue. Lorsqu'on déplace le cyclique vers l'avant le nez plonge et la vitesse augmente. Pour maintenir le vol vers l'avant, le disque doit basculer vers l'avant afin d'obtenir la composante de poussée horizontale nécessaire; il en résulte une assiette nez bas lorsque le fuselage s'aligne avec l'arbre d'entraînement et la vitesse augmente. Plus le nez est bas, plus il faut de puissance pour maintenir le vol en palier, et plus la vitesse qui en résulte est grande. D'un autre côté, plus la puissance est élevée et plus bas doit être le nez de l'hélicoptère pour maintenir le vol en palier.

En vol rectiligne en palier, l'augmentation du collectif, alors qu'on maintient la vitesse constante au cyclique, fait monter l'hélicoptère. Inversement, la diminution du collectif, alors qu'on maintient la vitesse constante au cyclique, fait descendre l'hélicoptère. Souvenez-vous que les changements de collectif exigent des pressions au palonnier pour maintenir l'hélicoptère en vol coordonné. Pour augmenter la vitesse en vol rectiligne, vous devez déplacer le cyclique vers l'avant et augmenter le collectif pour empêcher l'hélicoptère de descendre. Pour faire diminuer la vitesse, déplacez le cyclique vers l'arrière et abaissez le collectif pour empêcher l'hélicoptère de monter. Examinons la réduction de vitesse étape par étape :

- 1) cabrez légèrement l'hélicoptère en déplaçant le cyclique vers l'arrière;
- 2) réduisez la puissance pour empêcher l'hélicoptère de monter, en abaissant le collectif et en réglant le régime moteur si le type d'hélicoptère s'y prête;
- 3) contrôlez le lacet au palonnier;
- 4) marquez une pause pour permettre à la vitesse de se stabiliser;
- 5) réglez le collectif et le cyclique pour maintenir la nouvelle vitesse voulue.

L'augmentation de vitesse peut être analysée de la même façon :

- 1) adoptez une assiette légèrement en piqué en déplaçant le cyclique vers l'avant;
- 2) augmentez la puissance pour empêcher l'hélicoptère de descendre en levant le collectif et en réglant le régime moteur si le type d'hélicoptère s'y prête;
- 3) contrôlez le lacet au palonnier;
- 4) marquez une pause pour permettre à la vitesse de se stabiliser;
- 5) réglez le collectif et le cyclique pour maintenir la nouvelle vitesse voulue.

Vous trouverez sans doute que le cyclique est très sensible, mais il y a en fait un léger retard entre l'impulsion donnée, la réaction du disque-rotor et, ensuite, le mouvement du fuselage. Vous apprendrez à anticiper le déplacement des commandes pour obtenir certaines vitesses, en évitant des mouvements excessifs. Pour cela, soyez aussi souple et précis que possible aux commandes.

NOTE : *Dans certains types d'hélicoptères à pistons, lorsque le collectif est levé ou abaissé, le pilote doit régler le régime à l'aide de la manette des gaz. À partir de l'exercice 4, et pour éviter les répétitions, cette remarque sera omise, mais restera implicite.*

EXERCICE 5 - MONTÉES ET DESCENTES

Le fait d'amorcer une montée ou une descente entraîne un changement d'assiette, de vitesse, d'altitude, de visibilité vers l'avant et de puissance. L'instructeur reverra avec vous les vitesses recommandées de montée et de descente ainsi que les réglages de puissance correspondant à l'hélicoptère que vous utilisez. Dans le cas de la plupart des hélicoptères, les vitesses recommandées sont spécifiées dans le manuel de vol. L'instructeur soulignera l'importance de piloter l'hélicoptère avec précision car cela est essentiel pour réussir les exercices qui suivront.

LA MONTÉE

La vitesse ascensionnelle optimale est celle qui permet d'obtenir le meilleur gain d'altitude en un temps donné. C'est la vitesse qu'il faut utiliser s'il est important d'atteindre une altitude donnée dans le plus court laps de temps. L'hélicoptère peut monter à n'importe quelle vitesse dans ses limites d'exploitation, mais la vitesse ascensionnelle optimale est celle obtenue lorsque la puissance requise pour le vol est minimale et que la puissance disponible est maximale. Se référer au diagramme ci-dessous (Figure 5-1).

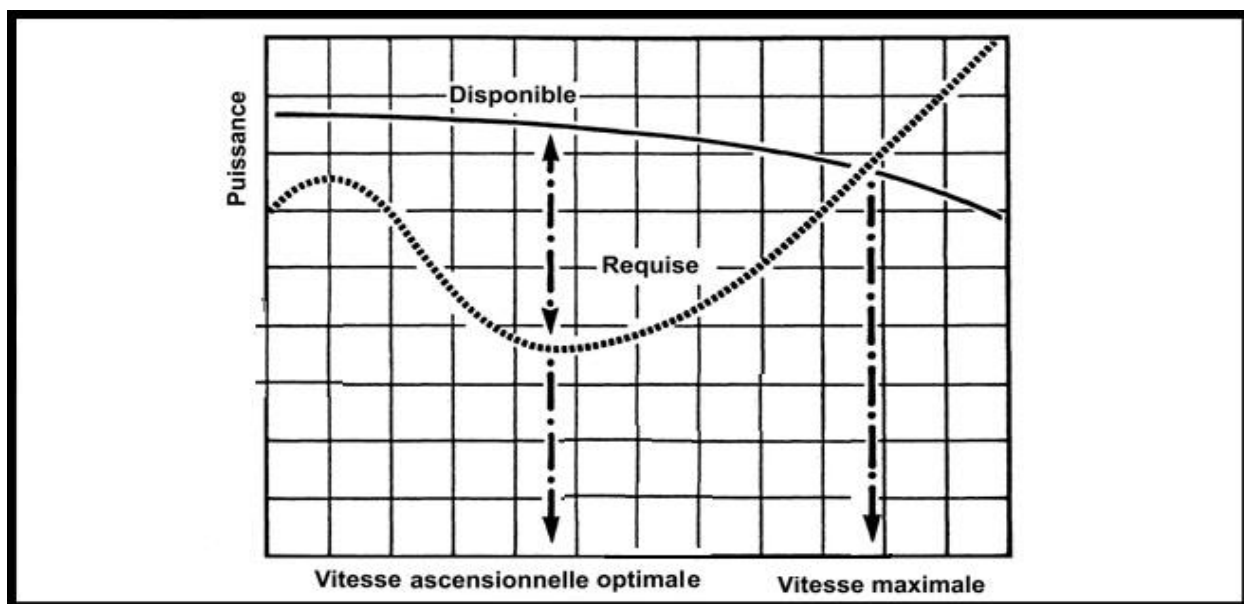


Figure 5-1 Tableau de puissance requise et disponible

Avant d'amorcer une montée, la discipline aéronautique veut que vous vous assuriez qu'il n'y a pas de trafic ni devant ni au-dessus de vous. Rappelez-vous que le pilote qui vole au-dessus de vous peut avoir de la difficulté à vous voir.

Pour amorcer une montée à partir du vol de croisière;

- 1) déplacez le cyclique légèrement vers l'arrière pour choisir une assiette correspondant à la vitesse ascensionnelle recommandée;
- 2) augmentez le pas collectif pour atteindre la puissance voulue, cette action tend à relever le nez de l'hélicoptère;
- 3) empêchez le mouvement de lacet au palonnier pendant la transition;
- 4) réglez, si nécessaire, la vitesse à l'aide du cyclique.

En montée, vérifiez les températures et pressions moteur, sans oublier de surveiller le trafic.
Pour la mise en palier après une montée :

- 1) anticipez l'altitude désirée de 10 % du taux de montée;
- 2) choisissez l'assiette de vol de croisière en poussant le cyclique vers l'avant;
- 3) laissez la vitesse augmenter,
- 4) lorsque la vitesse approche la vitesse de croisière voulue, réduisez la puissance au régime de croisière;
- 5) empêchez le mouvement de lacet au palonnier pendant la transition;
- 6) ajustez le cyclique pour maintenir la vitesse de croisière voulue.

LA DESCENTE

La descente s'amorce par une réduction de puissance.

Avant d'amorcer une descente, il est important de bien regarder autour de vous, en particulier vers l'avant et en bas pour s'assurer qu'il n'y a pas de trafic dans le secteur, car la visibilité vers l'avant, en descente, sera quelque peu réduite.

Pour amorcer la descente à partir du vol en palier :

- 1) abaissez la commande de pas collectif pour obtenir la puissance voulue et contrôlez le mouvement de lacet au palonnier;
- 2) déplaçant légèrement le cyclique vers l'arrière, choisissez l'assiette qui vous permettra d'atteindre la vitesse de descente voulue;
- 3) lorsque l'hélicoptère commence sa descente, réglez le cyclique pour maintenir la vitesse de descente voulue.

Pendant la descente, rappelez-vous de surveiller les instruments pour vous assurer que toutes les températures et pressions sont dans les limites et regardez à l'extérieur pour surveiller le trafic.

Pour passer de la descente au vol en palier au régime de croisière :

- 1) anticipez l'altitude voulue de 10% du taux de descente;
- 2) augmentez la puissance au régime de croisière avec le collectif et contrôlez le lacet au palonnier;
- 3) choisissez l'assiette pour le vol de croisière à l'aide du cyclique;
- 4) réglez le cyclique pour maintenir la vitesse de croisière.

Il peut être parfois nécessaire de passer directement de la descente à la montée. Dans plusieurs hélicoptères légers, les vitesses des deux manœuvres sont proches et, par conséquent, le changement d'assiette, s'il y en a un, sera minime. Avant de passer directement du vol en descente au vol en montée, assurez-vous une fois de plus, qu'il n'y ait aucun aéronef dans l'espace vers l'avant et au-dessus de vous. Lorsque cela est fait :

- 1) augmentez la puissance au régime de montée d'une manière souple avec le pas collectif, contrôlez le lacet au palonnier;
- 2) choisissez la vitesse ascensionnelle voulue ou maintenez la vitesse à l'aide du cyclique.

Voici un moyen mnémotechnique facile pour se souvenir de la montée et de la mise en palier à l'issue d'une montée :

- A. - Assiette - le cyclique
- P. - Puissance - le collectif
- T. - Trim (compensation) - réglez les commandes pour que le vol soit équilibré.

Voici un moyen mnémotechnique facile pour se souvenir de la descente et de la mise en palier à l'issue d'une descente :

- P. - Puissance - le collectif
- A. - Assiette - le cyclique
- T. - Trim (compensation) - réglez les commandes pour que le vol soit équilibré.

EXERCICE 6 - VIRAGES

Le virage est une manœuvre de base pour changer de cap. Un virage précis en palier peut être décrit comme étant un changement de direction effectué à une inclinaison donnée, à une altitude donnée et à une vitesse donnée, sans glissade ni dérapage. C'est ainsi qu'on définit aussi le virage coordonné.

Pour effectuer un virage en hélicoptère, on exerce une action coordonnée sur les commandes de cyclique, le palonnier et le pas collectif jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'inclinaison voulue. En virage, l'inclinaison a pour objet d'incliner la portance, de sorte que celle-ci, non seulement assure la sustentation de l'hélicoptère, mais crée aussi la force centripète orientée vers le centre du virage, nécessaire pour s'opposer à la force centrifuge qui tend à éloigner l'hélicoptère du centre du virage.

Dans un virage en palier, la portance doit être en mesure de supporter l'hélicoptère et de fournir une force dirigée vers l'intérieur. Par conséquent, elle doit être plus importante qu'en vol rectiligne en palier. On peut obtenir cette portance supplémentaire en augmentant la puissance ou en sacrifiant une certaine vitesse pour maintenir la même altitude.

Aux fins d'entraînement, on distingue trois sortes de virages :

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

Outre les virages en palier il existe :

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

Voici des principes que vous devriez bien comprendre :

- 1) à une vitesse donnée, plus l'angle d'inclinaison est grand :
 - a) plus le taux de virage est fort;
 - b) plus le rayon du virage est petit;
 - c) plus le facteur de charge est important.
- 2) plus la vitesse est élevée à un angle d'inclinaison donné :
 - a) plus le taux de virage est faible;
 - b) plus le rayon du virage est grand.
- 3) Pour effectuer un virage au plus petit rayon et au plus fort taux à un angle d'inclinaison donné, il faut voler à la plus faible vitesse possible en fonction des règles de sécurité.

LE FACTEUR DE CHARGE

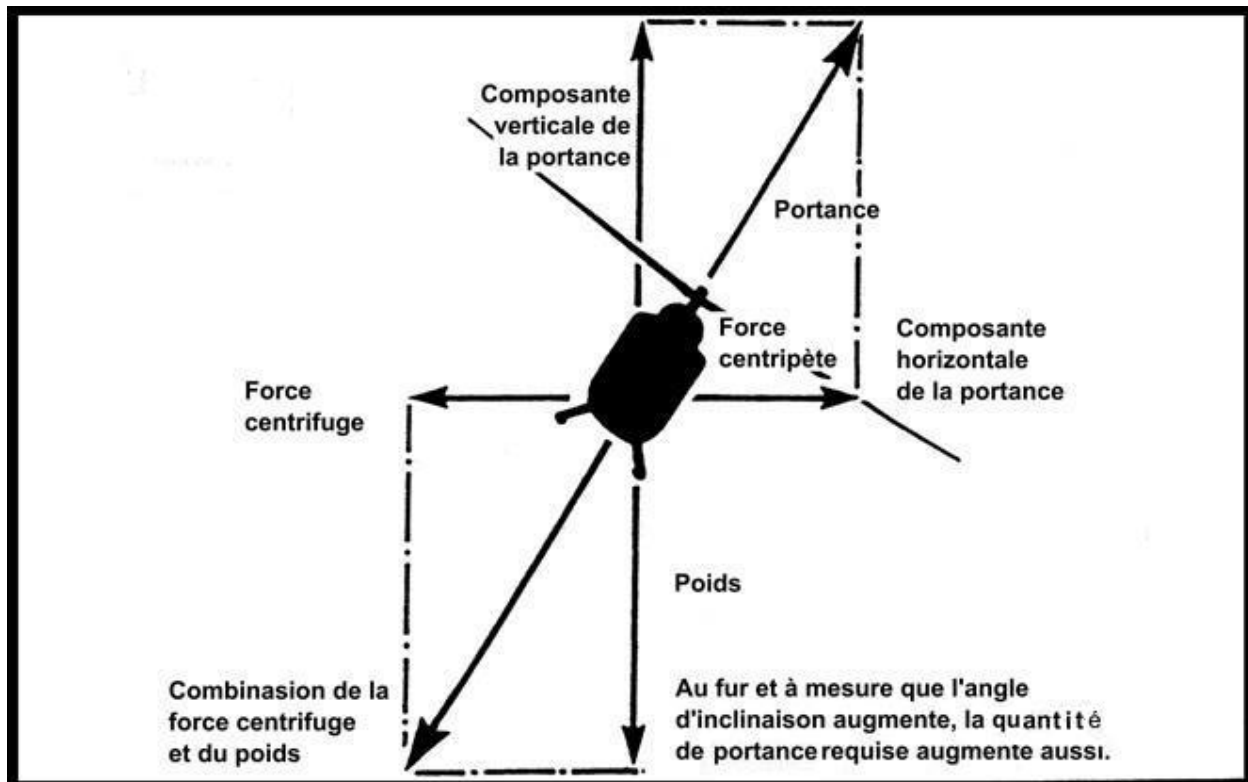


Figure 6-1 Le facteur de charge dans un virage.

La résultante de la masse et de la force centrifuge en virage augmente le facteur de charge de l'hélicoptère. Voir la Figure 6-1. Le facteur de charge s'exprime en nombre de « g » et peut être décrit comme étant la charge totale imposée à l'hélicoptère divisée par le poids de l'hélicoptère. Le facteur de charge pendant un virage varie avec l'angle d'inclinaison. La vitesse durant le virage n'a aucune incidence sur le facteur de charge, parce qu'à une inclinaison donnée, le taux de virage diminue à mesure que la vitesse augmente, provoquant aucun changement dans la force centrifuge. Il est bon de noter que pour un virage à 60° d'inclinaison le facteur de charge de tout hélicoptère est de 2 g quelle que soit sa vitesse. (Voir la Figure 6-2). Ce qui signifie qu'un hélicoptère de 3000 livres, dans un virage à 60° d'inclinaison, exerce en fait une force de 6000 livres sur la structure de l'hélicoptère. Les angles d'inclinaison en virage allant jusqu'à 30° ne produisent que de petites augmentations du facteur de charge qui sont acceptables dans la plupart des conditions de vol que l'on peut rencontrer. Le facteur de charge augmente à une cadence plus élevée lorsque l'inclinaison du virage dépasse 30 degrés et peut faire subir au disque-rotor une charge inacceptable suivant la masse brute de l'hélicoptère et les conditions du vol.

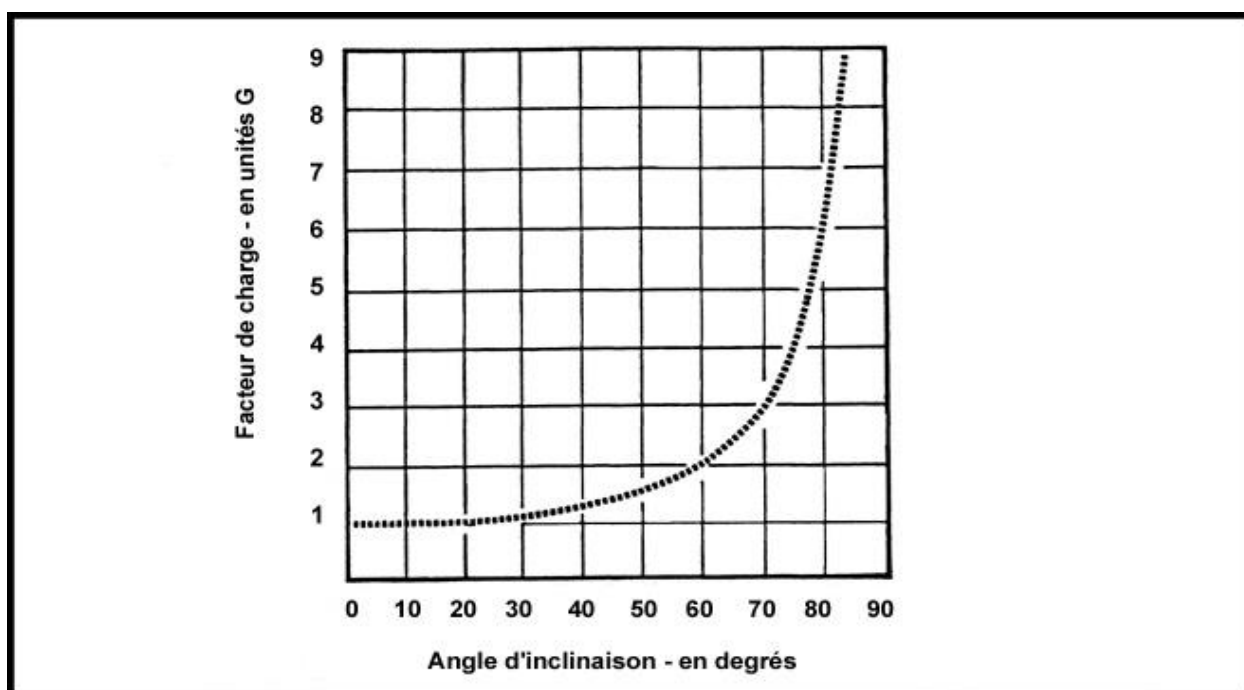


Figure 6-2 Relation entre l'angle d'inclinaison et le facteur de charge

En atmosphère agitée, de fortes rafales verticales peuvent causer une augmentation soudaine de l'angle d'attaque, provoquant une augmentation des charges sur les pales du rotor auxquelles s'oppose l'inertie de l'hélicoptère. Tous les hélicoptères ont une charge maximale autorisée qui ne doit pas être dépassée. En tant que pilote, vous devez être au courant des limites de l'hélicoptère que vous pilotez et éviter les situations où le facteur de charge risque d'approcher le maximum. En pratique cela signifie qu'il faut éviter de faire des virages avec une inclinaison dépassant les 30 degrés lorsque vous êtes lourdement chargé et, plus particulièrement, en atmosphère agitée ou lorsque le vent souffle en rafales.

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

La posture du pilote est importante dans toutes les manœuvres de l'hélicoptère, mais surtout dans les virages. Le pilote doit être assis confortablement, le buste droit; il ne doit pas se pencher du côté opposé au centre du virage, mais il ne doit pas non plus chercher à se raidir en position verticale. Il faut qu'il se détende et accompagne le virage. Le fait de se raidir ou de changer continuellement de position sur son siège modifie les références visuelles et peut rendre votre pilotage tendu et imprécis.

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

Pour effectuer un virage précis, un pilote coordonne le mouvement des trois commandes de façon que l'entrée en virage, le virage lui-même et la sortie de virage s'effectuent d'un seul mouvement simultané. Le cyclique contrôle l'inclinaison et le tangage, le collectif contrôle l'altitude et le palonnier contrôle le mouvement de lacet.

Pour amorcer un virage en palier :

- 1) assurez-vous que l'hélicoptère se trouve bien en vol rectiligne en palier;
- 2) surveillez l'espace environnant;
- 3) inclinez l'hélicoptère en souplesse jusqu'à ce qu'il atteigne l'inclinaison voulue en déplaçant le cyclique latéralement, conservez cette assiette et en même temps;
- 4) utilisez le palonnier de manière judicieuse pour contrôler tout mouvement de lacet;
- 5) à l'aide du cyclique, gardez la bonne assiette par rapport à l'horizon;
- 6) continuez à surveiller l'espace environnant.

En virage à faible inclinaison, la position du nez par rapport à l'horizon sert de référence visuelle pour l'assiette longitudinale et elle doit demeurer relativement la même qu'en vol rectiligne en palier.

Cependant, au fur et à mesure que l'inclinaison augmente, l'assiette du disque-rotor doit être modifiée par une pression sur le cyclique exercée vers l'arrière pour compenser le facteur de charge supplémentaire qu'impose la force centrifuge alors que le virage se resserre.

La diminution de vitesse ou la nécessité d'augmenter le collectif pour maintenir la vitesse, devient plus apparente au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison augmente.

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

- 1) le nez se défile régulièrement sur l'horizon sans monter ni descendre;
- 2) la vitesse demeure constante;
- 3) l'indicateur de virage affiche un taux de virage constant;
- 4) la bille est au centre;
- 5) l'altimètre affiche une indication stable; et
- 6) vous devriez vérifier sans arrêt l'assiette, les instruments et maintenir la surveillance extérieure.

Une des erreurs les plus fréquentes au cours de l'entrée en virage est l'utilisation excessive du palonnier. Pour corriger cette mauvaise habitude ou même l'éviter, il faut se rappeler dès le début de n'utiliser le palonnier que pour corriger un mouvement de lacet. Normalement, il ne faut exercer qu'une légère pression au palonnier dans le virage.

Pour sortir d'un virage à un cap précis :

- 1) surveillez l'espace environnant;
- 2) anticipez le cap voulu d'environ 10 degrés;
- 3) ramenez l'hélicoptère au vol en palier par une action latérale sur le cyclique et, en même temps;
- 4) contrôlez le mouvement de lacet par une pression au palonnier;
- 5) corrigez l'assiette au cyclique;
- 6) gardez le nouveau cap et surveillez l'espace environnant.

Les virages en montée et en descente se font de la même façon que les virages en palier, mais c'est la montée ou la descente que l'on maintient constante, et non l'altitude. Les actions à exercer sur les commandes pour entrer en virage, s'y maintenir et en sortir sont fondamentalement les mêmes que dans le cas des virages en palier. Au début, on amorcera les virages en montée ou en descente à partir de montées ou descentes rectilignes normales et l'on sortira de virage pour revenir en vol rectiligne, en montée ou en descente, afin que vous soyez en mesure de voir, tout en faisant l'expérience, la différence d'assiette en tangage nécessaire au maintien de la vitesse désirée. À mesure que vous progresserez, vous amorcerez alors ces virages directement à partir du vol rectiligne en palier et vous reviendrez à ce dernier après les sorties de virage.

LES VIRAGES AU TAUX UN

Le virage au taux un est un virage effectué à la cadence de 3 degrés à la seconde. La cadence à laquelle l'hélicoptère vire dépend de la vitesse et de l'angle d'inclinaison. À une vitesse donnée correspond un certain angle d'inclinaison qui fournit une certaine cadence de virage. Un moyen simple pour estimer l'angle d'inclinaison nécessaire, pour un virage au taux un effectué à une vitesse donnée, consiste à prendre 10% de la vitesse propre (en milles à l'heure) et à ajouter 5 au quotient ou ajouter 7 au quotient si la vitesse propre est en nœuds. Par exemple, à 100 mi/h, $(10 + 5) = 15$ degrés d'inclinaison; à 80 kt, $(8+7) = 15$ degrés d'inclinaison.

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

INDICATEUR DE VIRAGE ET D'INCLINAISON. L'aiguille va s'incliner dans le sens du virage et va indiquer le taux auquel l'hélicoptère tourne. En virage coordonné, la bille est au centre. Si la bille s'est déplacée vers l'intérieur du virage, l'hélicoptère est en glissade vers l'intérieur du virage. Si la bille s'est déplacée vers l'extérieur du virage l'hélicoptère est en dérapage vers l'extérieur du virage.

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

CONSERVATEUR DE CAP. Dès que l'hélicoptère amorce un virage, l'instrument commence à tourner pour indiquer les nouveaux caps successifs que prend l'hélicoptère au cours du virage. Dès que l'hélicoptère cesse de virer, l'instrument s'immobilise. Pour diminuer les valeurs numériques sur l'affiche de l'instrument, tournez à gauche; pour les augmenter, tournez à droite. Un moyen pour mémoriser ce qui précède consiste à associer *Droite à Davantage*.

INDICATEUR DE VITESSE. Cet instrument ne réagit presque pas, tant que l'hélicoptère n'est pas établi en virage coordonné en palier. Étant donné que le virage augmente le facteur de charge, il faut augmenter la portance en basculant le rotor vers l'arrière. En virage à faible inclinaison, la diminution de vitesse se remarque à peine; même dans un virage à moyenne inclinaison bien fait, la vitesse ne diminue que légèrement. Si le cabré est trop fort, la vitesse diminue; inversement, si le piqué est trop fort, l'indicateur de vitesse signale rapidement l'augmentation de la vitesse.

L'ALTIMÈTRE. Dans un virage coordonné en palier, l'aiguille de l'altimètre demeure fixe à l'altitude choisie. En cabré trop fort, l'altitude augmente. En piqué trop fort, une perte d'altitude est indiquée.

EXERCICE 7 - AUTOROTATIONS 1 (EN ALTITUDE)

L'autorotation peut être définie comme la condition de vol où le rotor est entraîné par des forces aérodynamiques, aucune force motrice ne provenant du moteur. L'autorotation est une procédure d'urgence fondamentale et essentielle que tout pilote d'hélicoptère doit être capable d'exécuter. Bien que les moteurs des hélicoptères modernes et les autres composants principaux soient très fiables, les pilotes doivent s'assurer qu'ils sont capables d'exploiter l'hélicoptère dans des conditions autres que les conditions normales y compris les pannes de moteur. En autorotation, l'hélicoptère vole toujours bien que le moteur ne transmette aucune force motrice aux rotors. L'appareil reste entièrement manœuvrable mais en vol de descente uniquement. Souvenez-vous également que le flux d'air traverse maintenant le disque vers le haut plutôt que vers le bas comme dans le vol propulsé. Avant d'effectuer l'exercice, l'instructeur reverra avec vous les vitesses que recommande le constructeur et le régime du rotor pour obtenir le taux de descente minimum en autorotation. Ces vitesses se trouvent dans le manuel de vol de l'aéronef.

Cet exercice sera votre introduction aux autorotations. Dans cet exercice, vous allez vous concentrer sur la procédure d'entrée en autorotation, la mise en descente à la vitesse voulue pour un taux de descente minimum et, sur la remise de gaz pour la remontée qui suit la descente en autorotation.

LES VÉRIFICATIONS

Faisant preuve d'une bonne discipline aéronautique, vous devez effectuer les vérifications suivantes avant d'exécuter une descente en autorotation :

- 1) **la vérification avant l'atterrissage** : il est important de vous assurer que toutes les lectures instrumentales sont normales puisque vous allez réduire les gaz au ralenti. Vérifiez que vous êtes bien attaché et qu'il n'y a aucun article dans la cabine qui ne soit pas arrimé;
- 2) **surveillance extérieure** : confirmez qu'il n'y a pas de trafic aérien dans l'espace environnant immédiat et faites particulièrement attention à votre trajectoire de descente, vers l'avant et vers le bas;
- 3) **choisissez une zone d'atterrissage de précaution convenable** : dans le cas où vous ne seriez pas capable de réengager le moteur et que l'atterrissage deviendrait nécessaire;
- 4) **annonce verbale** : avant tous les exercices d'autorotation, annoncez vos intentions à l'équipage, dans ce cas à votre instructeur. La phrase « Exercice de panne de moteur » décrit clairement la manœuvre que vous êtes prêt à entreprendre.

Voici un aide-mémoire pour les vérifications :

H - Hauteur au-dessus du sol - suffisante pour l'exercice;

A – (Area) Zone d'atterrissage - convenable pour atterrir si nécessaire;

S - Sécurité - ceintures, aucun article non arrimé;

E - (Engine) Moteur - températures et pressions; et

L - (Lookout) Surveillance - surveiller l'espace environnant plus particulièrement sous l'appareil et vérifier la vitesse et la direction du vent.

Une fois que vous avez terminé les vérifications préliminaires, vous pouvez maintenant préparer l'hélicoptère pour son entrée en autorotation. Choisissez une altitude qui vous donnera suffisamment de hauteur au-dessus du sol pour que vous n'ayez pas à vous précipiter. Vous aurez ainsi tout le temps nécessaire pour apprécier les caractéristiques de vol de l'hélicoptère en autorotation. Aux fins de cet exercice, placez l'hélicoptère en vol rectiligne en palier juste avant le moment où vous allez abaisser le collectif, la vitesse devrait être la vitesse de croisière. Bien qu'il ne soit pas toujours possible de faire cet exercice face au vent, pendant les premières étapes de l'entraînement à l'autorotation vous devriez vous assurer que vous êtes bien face au vent et, bien sûr, que l'espace au-dessous de l'hélicoptère est libre.

NOTE : La politique de la plupart des écoles est de ne pas laisser les stagiaires faire des autorotations en solo.

MISE EN AUTOROTATION

Pour amorcer une descente en autorotation, abaissez d'abord à fond le collectif en vous assurant que le régime du rotor ne dépassent pas les limites, puis réduisez lentement les gaz. Il est important d'agir aux commandes d'une manière souple afin de pouvoir anticiper le moment où il sera nécessaire de tirer le cyclique vers l'arrière pour empêcher un moment de piqué et, en même temps, pour faire les corrections nécessaires au palonnier afin de rester en vol rectiligne. Les aiguilles indiquant les révolutions du rotor et le régime moteur doivent, à ce moment-là, être séparées l'une de l'autre.

L'hélicoptère amorce maintenant sa descente. À l'aide du cyclique, adoptez une assiette pour faire réduire la vitesse de la croisière à celle du taux de descente minimum en autorotation recommandée par le constructeur. Vous constaterez, comme dans le vol propulsé, que le cyclique contrôle le cap et la vitesse, le collectif, le régime du rotor en autorotation: levez-le pour réduire le régime du rotor et baissez-le pour l'augmenter. Vous devez, en outre, maintenir l'hélicoptère en vol coordonné au palonnier. Le vol avec la bille décentrée est inefficace du point de vue aérodynamique et a une incidence négative sur la vitesse et la distance planée.

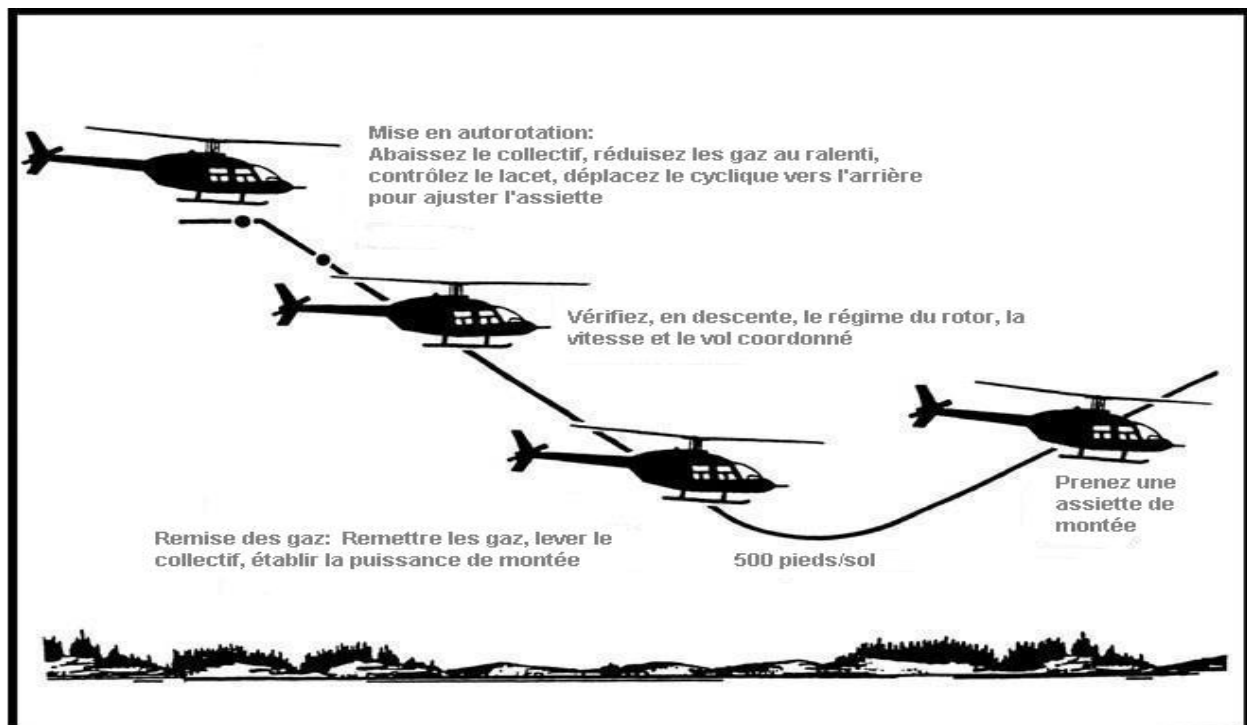


Figure 7-1 De la mise en autorotation à la remise des gaz

L'EXÉCUTION DES VIRAGES

Votre instructeur vous fera exécuter quelques virages. Remarquez en particulier que le régime du rotor et le taux de descente augmentent et qu'il est peut-être nécessaire d'augmenter le pas collectif légèrement pour éviter la survitesse du rotor. Plus tard, vous apprendrez comment utiliser ces deux facteurs pour faire varier la distance à franchir en autorotation suivant les conditions. De toute façon, il faut sortir des virages aussitôt que possible afin de réduire le taux de descente et de se préparer à l'arrondi et à l'atterrissage. Dans cet exercice vous allez pratiquer à remettre les gaz et dans les leçons suivantes, vous apprendrez à faire l'arrondi et l'atterrissage en autorotation. Pendant la descente vous devez vérifier que les températures et les pressions se trouvent dans les plages normales d'exploitation et que le moteur tourne toujours, prêt à la remise des gaz.

LA REMISE DES GAZ

Pour remettre les gaz dans une descente en autorotation, augmentez doucement le régime jusqu'à ce que les aiguilles se trouvent dans la plage d'exploitation adéquate. Soyez prêt à augmenter le collectif selon les besoins pour empêcher toute tendance du rotor à la survitesse. Une fois que les aiguilles sont réunies, levez le collectif pour régler la puissance de montée et, en même temps, corrigez au cyclique pour obtenir la vitesse du meilleur taux de montée. Anticipez les corrections nécessaires à faire au palonnier pour garder l'hélicoptère en vol coordonné pendant toute la transition de la descente en autorotation au vol motorisé. Lorsque la montée est stabilisée, faites la vérification après décollage en vous assurant que toutes les températures et les pressions se trouvent dans la plage d'exploitation normale. Ceci est important parce que le moteur était au ralenti pendant l'autorotation.

L'instructeur démontrera l'autorotation en ligne droite et celle en virage. Vous allez avoir l'occasion de vous entraîner à faire des mises en autorotation, des descentes en autorotation et des remises de gaz en autorotation. Bien qu'il soit important de réagir rapidement dans le cas de panne moteur ou de toute autre panne nécessitant une autorotation, à ce stade de votre entraînement il faut mettre l'accent sur la souplesse et la précision.

EXERCICE 8 - LE VOL STATIONNAIRE

Au cours des exercices précédents, vous avez sans doute vu votre instructeur faire plusieurs manœuvres de vol stationnaire. Avant de commencer cet exercice l'instructeur reverra les points suivants enseignés au cours de la formation théorique :

- 1) l'effet de sol (Figure 8-1); et
- 2) dans le manuel de vol, les diagrammes des performances du vol stationnaire en effet de sol et hors de l'effet de sol.

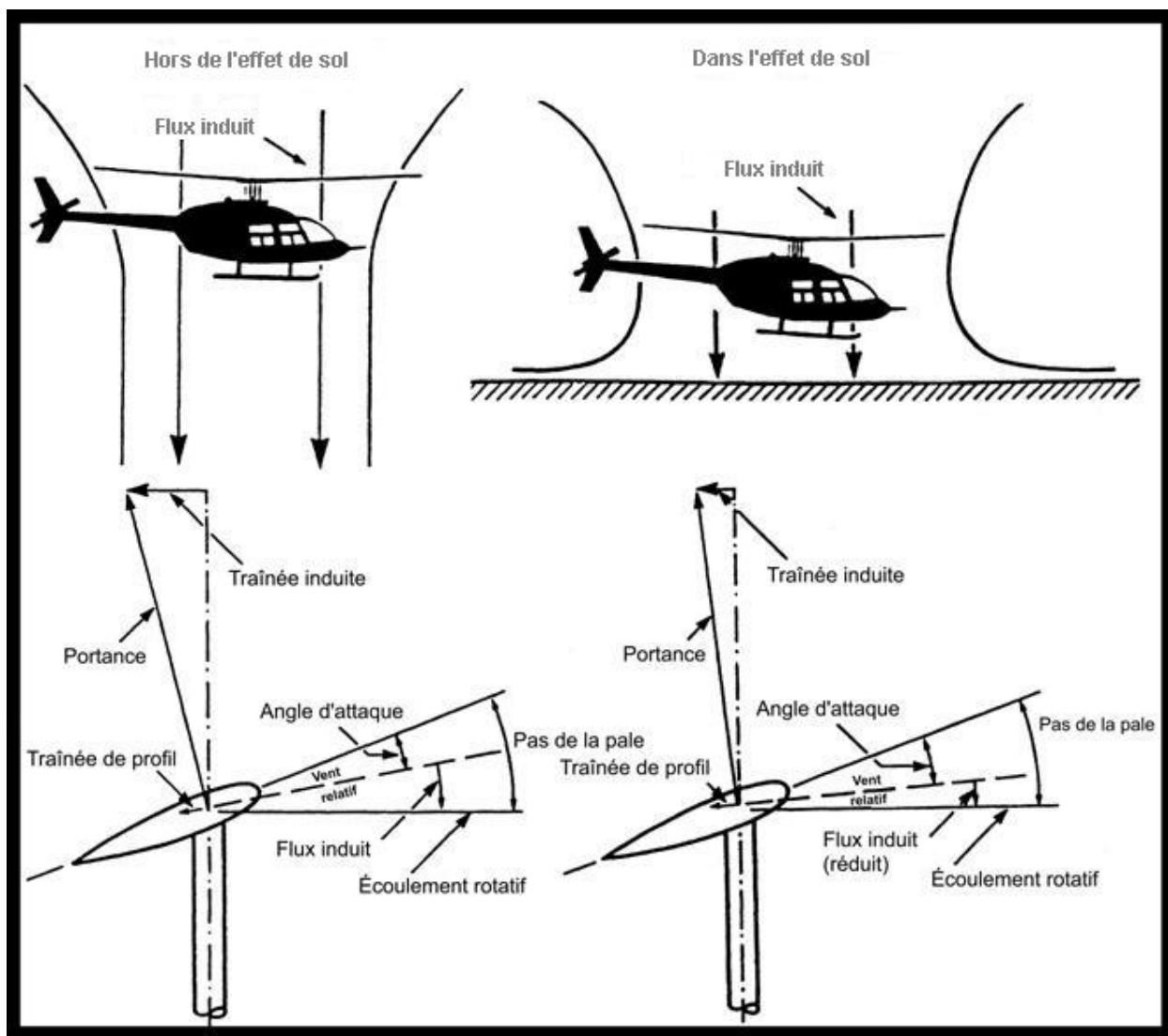


Figure 8-1 L'effet de sol

Vous vous souvenez peut-être avoir vu pendant la formation théorique que l'hélicoptère a besoin d'énormément de puissance pour le vol stationnaire. Par conséquent, il est important que vous vous assuriez qu'il y a suffisamment de puissance disponible et que vous surveilliez les températures et les pressions du moteur durant toutes les manœuvres de vol stationnaire.

L'importance de la surveillance de l'espace environnant a été soulignée durant les exercices précédents. Il est extrêmement important de bien surveiller l'extérieur en vol stationnaire. Vous volerez près du sol, il faut donc une surveillance extérieure intense afin d'éviter de percuter des obstacles.

Pour tous les exercices de vol stationnaire il est bon de choisir un grand champ dégagé, plat et sans obstacles. Assurez-vous que la surface est ferme sans rien qui puisse s'envoler tels que du sable, de la neige, de l'herbe coupée ou des feuilles qui pourraient être soulevés par le souffle du rotor et absorbés par le moteur.

En vol stationnaire, les patins des hélicoptères monomoteurs légers sont généralement de trois à cinq pieds au-dessus du sol. Cette hauteur garantit que les patins sont bien au-dessus du sol et de tout obstacle peu élevé et elle permet également d'atterrir en toute sécurité en cas de panne de moteur. Vous remarquerez qu'en vol stationnaire de trois à cinq pieds au-dessus du sol, il faut moins de puissance qu'en vol stationnaire à dix pieds au-dessus du sol.

LES EFFETS DES COMMANDES

Le vol stationnaire consiste à conserver une hauteur et un cap constants au-dessus d'une position donnée sur le sol. Dans une leçon précédente vous avez appris les effets des commandes en vol de croisière. Ces effets sont très semblables en vol stationnaire.

LE CYCLIQUE

En vol stationnaire le cyclique est employé pour garder une position fixe au-dessus d'un point sur le sol. N'oubliez pas que le cyclique commande l'assiette du disque. Un changement de l'assiette du disque est suivi par un changement de l'assiette du fuselage et, en vol stationnaire, cela provoque le déplacement horizontal de l'hélicoptère. Par exemple, le déplacement du cyclique vers l'avant ou vers l'arrière fait baisser ou lever le nez et l'hélicoptère se déplace vers l'avant ou l'arrière. De même, un déplacement de la commande vers la gauche ou vers la droite provoque le déplacement de l'hélicoptère vers la gauche ou vers la droite.

Dans la plupart des hélicoptères il y a un léger retard entre le déplacement du cyclique et la réaction de l'aéronef.

Il faut deux déplacements du cyclique pour interrompre le déplacement horizontal et reprendre le vol stationnaire; le premier pour arrêter le déplacement et le second pour stabiliser l'hélicoptère en vol stationnaire. Par exemple, si vous remarquez que l'hélicoptère se déplace vers l'arrière, les déplacements cycliques suivants sont nécessaires: le cyclique est d'abord déplacé légèrement vers l'avant pour arrêter le déplacement vers l'arrière, puis il est ramené à la position centrale pour maintenir l'hélicoptère en vol stationnaire stabilisé.

Le cyclique est plus sensible en vol stationnaire qu'en vol vers l'avant. Un tout petit mouvement du cyclique a comme résultat un grand déplacement de l'hélicoptère. Votre instructeur vous fera une démonstration de la sensibilité du cyclique en vol stationnaire.

En vol stationnaire, les hélicoptères nord-américains ont le patin gauche légèrement plus bas. Ceci est provoqué par le mouvement de roulis induit par le rotor de queue que votre instructeur vous expliquera plus loin (Figure 8-2).

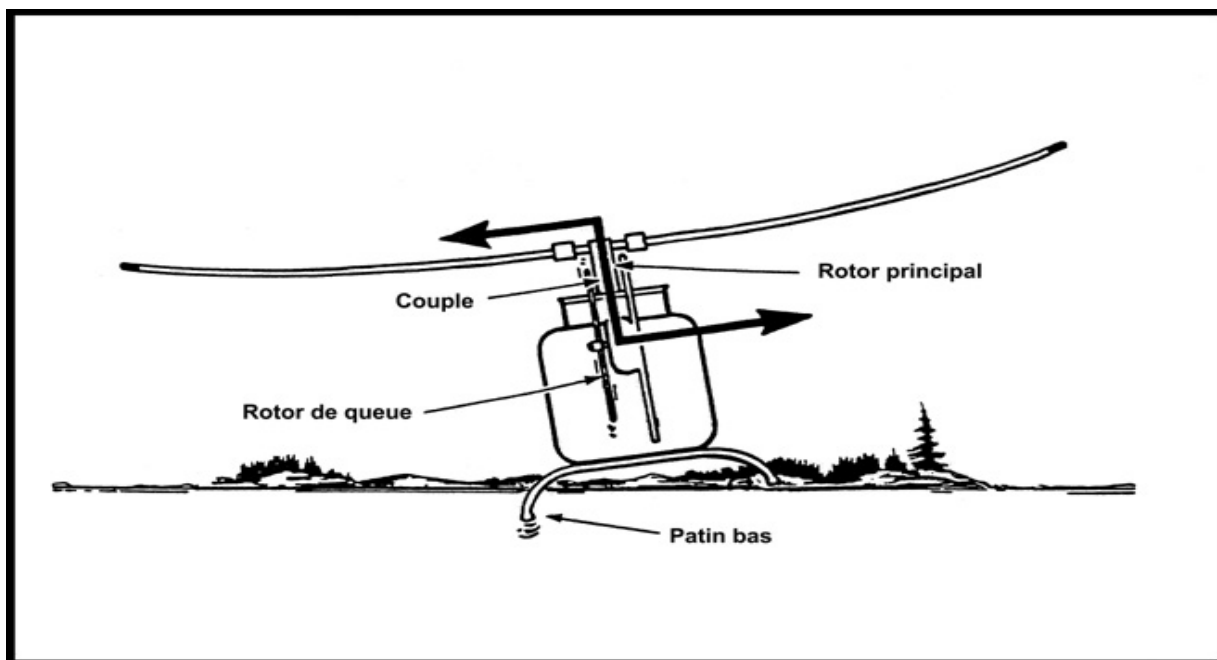


Figure 8-2 Mouvement de roulis induit par le rotor de queue

LE COLLECTIF

En vol stationnaire, le collectif est utilisé de la même manière qu'en vol vers l'avant: il commande la hauteur au-dessus du sol. En levant le collectif, on augmente la hauteur du vol stationnaire tandis qu'en le baissant, on la diminue.

Les effets secondaires des commandes se remarquent également pendant le vol stationnaire. En levant le collectif, on augmente le couple et ceci provoque un mouvement de lacet de l'hélicoptère vers la droite. En baissant le collectif, on obtient un mouvement de lacet dans le sens opposé. De plus, dans certains hélicoptères à pistons, il est peut-être nécessaire de régler les gaz pour maintenir le régime du rotor selon qu'on lève ou qu'on abaisse le collectif.

LE PALONNIER (LES PÉDALES ANTI-COUPLE)

Pendant le vol stationnaire, les pédales anti-couple sont utilisées pour maintenir ou changer le cap de l'hélicoptère. L'effet de couple se remarque plus dans le vol stationnaire que dans le vol vers l'avant. Par conséquent, le nez de l'hélicoptère a un mouvement de lacet plus prononcé en vol stationnaire et il doit être corrigé par une pression sur la pédale opposée. En vol stationnaire, pour un virage à gauche on appuie sur la pédale gauche et l'inverse est vrai pour un virage vers la droite.

NOTE : Dans un hélicoptère à pistons, il peut être nécessaire d'augmenter un peu les gaz lorsqu'on appuie sur la pédale gauche et de réduire les gaz lorsqu'on appuie sur la pédale droite.

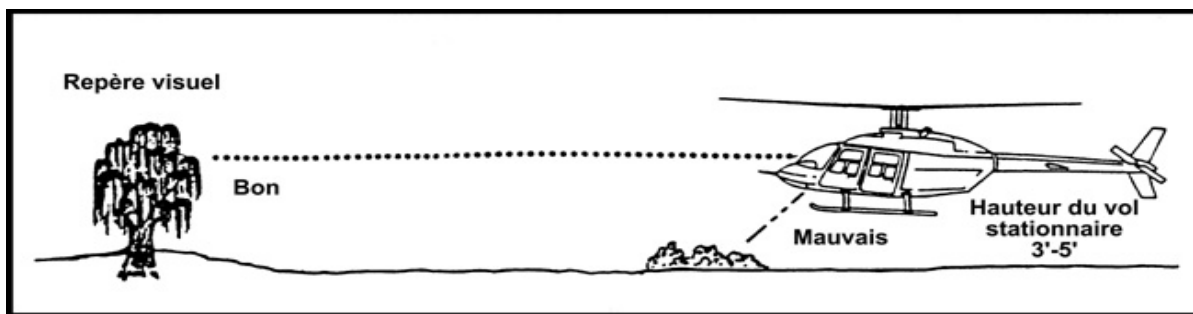


Figure 8-3 Repères visuels en vol stationnaire

LES REPÈRES VISUELS

En vol stationnaire, tout changement d'assiette, s'il n'est pas corrigé, provoque un déplacement de l'hélicoptère. Vous devez reconnaître tout changement de l'assiette et faire les corrections nécessaires aux commandes avant que l'hélicoptère ne se déplace. Au début, il peut être difficile de reconnaître ces changements. Comme dans le vol en altitude, au début il est peut-être plus facile d'utiliser l'horizon comme référence. Puis au fur et à mesure que vous acquérez de la compétence, concentrez votre regard sur une référence plus proche de l'hélicoptère (environ 50 pieds).

RÉSUMÉ

Le cyclique s'emploie pour contrôler l'assiette du disque et, par conséquent, la position de l'hélicoptère au-dessus du sol. La hauteur est contrôlée à l'aide du collectif et les pédales sont utilisées pour maintenir le contrôle directionnel. Dans un hélicoptère à pistons, le réglage de la manette des gaz peut être nécessaire quand on utilise les pédales anti-couple ou le collectif.

NOTE : *Le secret pour maîtriser le vol stationnaire est dans le déplacement des commandes par des petits mouvements souples et beaucoup de pratique.*

EXERCICE 9 - DÉCOLLAGE ET ATERRISSAGE

Dans cet exercice, vous apprendrez comment décoller vers le vol stationnaire et atterrir du vol stationnaire. Il est important, pour des raisons de sécurité de vol, que vous soyez capable de faire cette manœuvre avec précision car toute dérive latérale, s'il y a contact avec le sol, pourrait causer un moment de roulis qui à son tour pourrait provoquer un basculement dynamique. De même, le déplacement vers l'arrière n'est pas recommandé car vous ne pouvez voir derrière vous et le rotor de queue pourrait être sérieusement endommagé s'il devait percuter un obstacle.

Avant le décollage, faites les vérifications préalables au décollage et observez les alentours. Après le décollage, faites une vérification en vol stationnaire.

Avant l'atterrissage, il faut vérifier la zone d'atterrissage pour s'assurer qu'elle est exempte d'obstacles et que la surface d'atterrissage est convenable.

Dans la mesure du possible, faites vos décollages et vos atterrissages face au vent.

LE DÉCOLLAGE VERS LE VOL STATIONNAIRE

La première étape avant le décollage consiste à exécuter la liste des vérifications préalables au décollage, y compris l'inspection extérieure pour s'assurer que la zone de décollage est dégagée.

Les effets des commandes pour le décollage et l'atterrissage sont les mêmes que pour le vol stationnaire. Les commandes s'utilisent de la manière suivante :

- 1) On utilise le cyclique pour se maintenir en position au-dessus du sol pendant le décollage. Avant de commencer le décollage, il faut mettre le cyclique au milieu et faire les corrections nécessaires pour faire une montée verticale et empêcher l'hélicoptère de dériver. La position du cyclique pendant le décollage dépend du type d'aéronef, de la direction du vent, de la masse et du centrage. Pour un contrôle précis, il est important de manœuvrer le cyclique avec souplesse et à petits mouvements.
- 2) On utilise le collectif pour décoller et monter au-dessus du sol à la hauteur normale de vol stationnaire de trois à cinq pieds. Le collectif doit être levé lentement afin que les autres commandes puissent être réglées au fur et à mesure que l'hélicoptère ne repose que "légèrement sur ses patins", ce qui permet un décollage précis. Le patin droit quittera le sol le premier, vous devrez donc déplacer doucement le cyclique vers la droite pour compenser.
- 3) Au décollage, les pédales sont utilisées pour contrôler le cap de l'hélicoptère. Avant le décollage, les pédales sont équilibrées mais, à mesure que le couple augmente, il faudra les utiliser pour maintenir le cap. La pression à exercer sur le palonnier dépendra de la direction du vent et du couple.
- 4) Dans un hélicoptère à pistons, le réglage de la manette des gaz peut être nécessaire pour maintenir le régime pendant le décollage.

Il est important de concentrer son regard à l'extérieur sur les références normales du vol stationnaire tout en jetant des coups d'œil rapides sur le tableau de bord pour surveiller les instruments-moteur.

LA VÉRIFICATION EN VOL STATIONNAIRE

Dès que l'aéronef est en vol stationnaire bas (environ six pouces), faites une vérification de vol stationnaire, puis montez à la hauteur normale de vol stationnaire. La vérification peut varier selon le type d'hélicoptère mais doit inclure les points suivants :

- 1) assurez-vous que le centre de gravité est dans ses limites en observant la position du cyclique;
- 2) prenez note de la puissance requise pour le vol stationnaire et de la puissance disponible pour le vol; et
- 3) vérifiez que les commandes réagissent normalement.

L'ATERRISSAGE

Un atterrissage normal s'amorce à partir d'un vol stationnaire à une hauteur de trois à cinq pieds, l'hélicoptère face au vent si possible.

Les commandes sont utilisées comme suit :

- 1) le cyclique pour maintenir la position au-dessus du sol;
- 2) le collectif pour contrôler le taux de descente; et
- 3) le palonnier pour contrôler le cap de l'hélicoptère.

Il est important que vous amorciez l'atterrissage à partir d'un vol stationnaire stable. Étant en vol stationnaire, commencez une descente lente à l'aide du collectif. Au fur et à mesure que vous vous approchez du sol, vous devrez baisser le collectif un peu plus pour compenser l'augmentation de l'effet de sol. Pendant la descente, le cap et la position en vol stationnaire sont maintenus au moyen du palonnier et du cyclique. Pour des raisons de sécurité, il est important que l'hélicoptère ne touche pas le sol avec une dérive latérale ou arrière afin d'éviter un basculement dynamique. Quand les patins de l'hélicoptère prennent contact avec le sol, continuez à abaisser lentement le collectif jusqu'au pas nul, puis centrez le cyclique et le palonnier. Souvenez-vous que le patin gauche prendra contact avec le sol le premier pour les hélicoptères fabriqués en Amérique du Nord et vice versa pour les hélicoptères européens.

Si vous éprouvez des difficultés à maintenir le contrôle pendant un atterrissage, remontez en douceur à un vol stationnaire normal, puis stabilisez-le avant d'entreprendre un autre atterrissage.

EXERCICE 10 - EXERCICES EN VOL STATIONNAIRE

Dans cet exercice vous allez apprendre à faire les manœuvres suivantes :

- 1) les virages en vol stationnaire; et
- 2) la circulation près du sol.

Les manœuvres près du sol font partie de l'exploitation de l'hélicoptère et vous vous rendrez compte qu'ils sont des opérations ordinaires de tous les vols.

Pendant cet exercice, n'oubliez pas les points de discipline aéronautique suivants :

- 1) assurez-vous que la zone de manœuvre est plate et exempte de tout obstacle qui pourrait présenter un danger pour le rotor de queue;
- 2) surveillez les instruments-moteur pour vous assurer qu'aucune des limites n'est dépassée; et
- 3) prévoyez l'effet du vent.

LES VIRAGES AU PALONNIER

Commencez vos virages au palonnier à partir d'un vol stationnaire stable, avec l'hélicoptère de préférence face au vent. Faites une inspection de l'espace environnant pour vous assurer que l'espace que le rotor de queue doit traverser est exempt de tout obstacle qui pourrait présenter un danger. Commencez le virage en mettant du palonnier pour tourner l'hélicoptère dans la direction voulue : pour tourner vers la gauche, appuyez sur la pédale gauche, pour tourner vers la droite, appuyez sur la pédale droite. Contrôlez le taux du virage avec le palonnier; c'est-à-dire : moins de palonnier gauche pour réduire le taux d'un virage à gauche, et vice versa. La force à exercer sur le palonnier dépend de la force du vent. Pour arrêter le virage, appuyez sur la pédale opposée, puis stabilisez en utilisant le palonnier selon les besoins pour maintenir le cap. Par vent fort, l'effet de girouette augmente le taux de virage dès que le nez dépasse 180 degrés par rapport au vent. Pendant le virage, le cyclique est utilisé pour maintenir la position au-dessus du sol comme vous l'avez appris dans les exercices antérieurs de vol stationnaire. S'il y a du vent, l'hélicoptère aura tendance à dériver, par conséquent, durant le virage vous devrez déplacer le cyclique dans le vent pour contrer cette tendance. Plus le vent est fort, plus il faut mettre du cyclique dans sa direction pour faire du surplace.

On utilise le collectif pour garder la même hauteur dans le virage. Par vent fort, il faudra plus de changements de puissance pour maintenir la hauteur.

Dans certains hélicoptères à pistons, le réglage de la manette des gaz peut être nécessaire pour maintenir le régime adéquat quand vous manipulez le palonnier et le collectif pendant le virage.

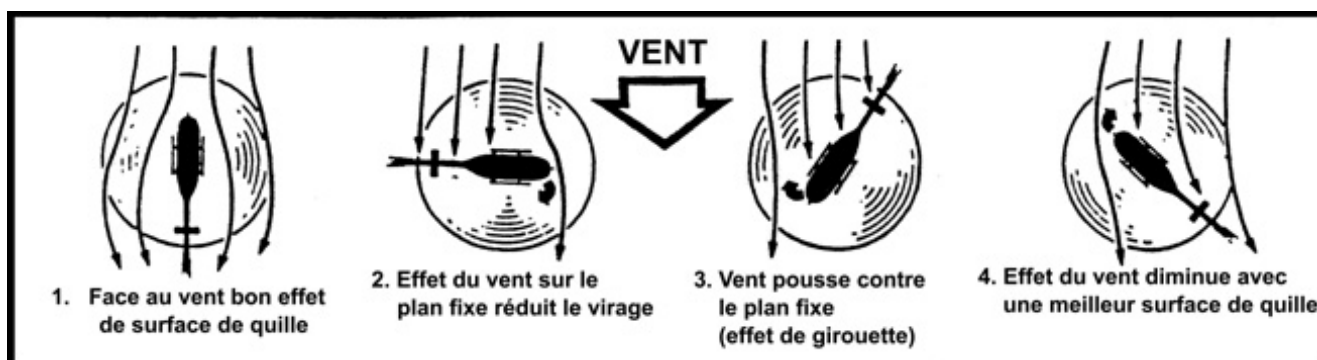


Figure 10-1 Virage de 360° au palonnier en vol stationnaire

Il est important d'anticiper l'effet du vent puisque l'hélicoptère aura tendance à s'aligner dans sa direction. Cet effet de girouette est provoqué par le vent qui pousse contre le plan fixe vertical et le fuselage de la même manière que sur une girouette. La variation de la pression au palonnier est requise au fur et à mesure que l'hélicoptère décrit un cercle complet, et l'effort se remarque le plus lorsque l'hélicoptère est à 90 degrés de la direction du vent (Figure 10-1).

L'utilisation constante d'une puissance élevée dans cet exercice exige qu'on surveille les températures et pressions du moteur. Il faut également éviter le vol stationnaire prolongé hors-vent, en particulier par vent arrière à cause des risques d'intoxication par le monoxyde de carbone. Vérifiez dans le manuel de vol de l'aéronef ces limites d'utilisation.

Dans un vent fort par rafales, un virage pour s'écarter de la position vent debout doit se faire du côté opposé à la réaction de couple, c'est-à-dire : à gauche dans un hélicoptère Nord-Américain. Vous vous assurez ainsi qu'il y a suffisamment de contrôle avec le rotor de queue. Si les limites de contrôle devaient être atteintes à ce moment-là, il serait encore possible de faire un virage en toute sécurité pour se remettre en position vent debout.

LA CIRCULATION PRÈS DU SOL

Les hélicoptères monomoteurs légers circulent près du sol à la hauteur normale de vol stationnaire, c'est-à-dire les patins de trois à cinq pieds au-dessus du sol. Pour des raisons de sécurité, il est souhaitable de circuler près du sol lentement; approximativement à la vitesse d'un homme à pied. Ceci est important car :

- 1) la vitesse d'un homme à pied permet au pilote de maintenir un contrôle précis et évite de manœuvrer l'hélicoptère près de la translation; et
- 2) l'assiette de l'hélicoptère sera horizontale ou presque, par conséquent, dans le cas d'une panne de moteur, aucun changement d'assiette ne sera nécessaire pour atterrir en toute sécurité.

Pour commencer la circulation près du sol, déplacez doucement le cyclique vers l'avant et, dès que l'hélicoptère commence à se déplacer, réglez le cyclique pour garder la vitesse d'un homme à pied. Utilisez le palonnier pour garder un cap précis. Par vent de travers, il faudra combiner le palonnier et le cyclique pour garder l'hélicoptère en déplacement rectiligne au-dessus du sol (Figure 10-2). Les patins doivent se déplacer parallèlement à la direction du déplacement. Pour garder une hauteur constante durant toute la manœuvre, utilisez le collectif. Lors d'une circulation près du sol par vent arrière, il est important de contrôler la vitesse-sol pour la maintenir égale à celle d'un homme à pied.

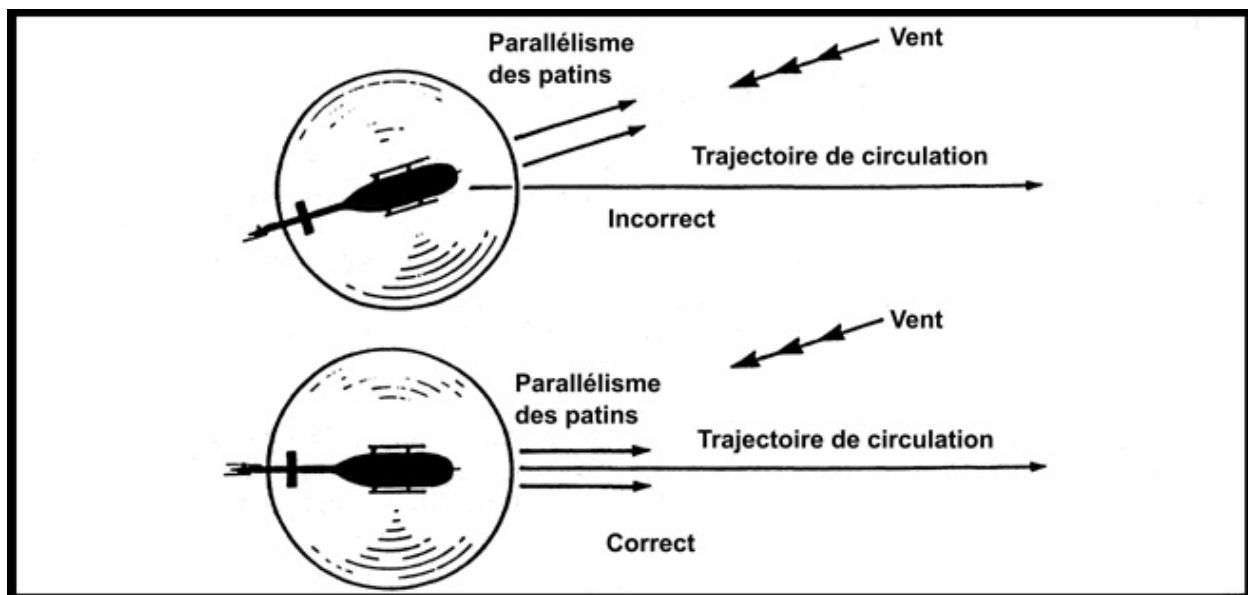


Figure 10-2 Parallélisme du fuselage avec la direction de la circulation près du sol

Pour arrêter le déplacement vers l'avant, ramenez le cyclique légèrement vers l'arrière. À cause du retard entre la manœuvre du cyclique et la réaction de l'hélicoptère, il vous sera nécessaire d'anticiper l'endroit où vous voudrez vous arrêter. Ceci est dû à l'inertie de l'hélicoptère même. Déplacez le cyclique par petits mouvements car il est inutile que l'hélicoptère fasse un arrondi.

Tous les déplacements du cyclique doivent être légers et souples; évitez les manœuvres rapides et excessives du cyclique vers l'arrière pour ne pas mettre le rotor de queue en danger.

Si vous pilotez un hélicoptère à pistons, il faudra peut-être faire des corrections avec la manette des gaz pour maintenir le régime adéquat pendant que vous actionnez le collectif et le palonnier.

EXERCICE 11 - PANNE DE MOTEUR:

EN VOL STATIONNAIRE ET/OU EN CIRCULATION PRÈS DU SOL

Bien que les moteurs d'hélicoptère modernes soient extrêmement fiables, il y a toujours un risque de panne, même s'il est minime. En tant que pilote d'hélicoptère, vous devez vous entraîner pour cette éventualité aussi. Dans cet exercice, vous allez apprendre comment traiter une panne de moteur quand vous êtes en vol stationnaire ou en circulation près du sol. Le pilote d'hélicoptère opérationnel passe une grande partie de son temps de travail en vol stationnaire, accomplissant toute une variété de tâches; il doit donc être capable de traiter ce genre d'urgence d'une manière sécuritaire et efficace.

Vous ne devez pas appeler cette manœuvre une autorotation. Lorsque le moteur tombe en panne en vol stationnaire près du sol, la hauteur n'est pas suffisante pour amorcer une autorotation. Si vous baissiez le collectif, l'hélicoptère tomberait rapidement vers le sol et subirait vraisemblablement des dégâts. Si le moteur tombe en panne en vol stationnaire, le rotor ne cesse pas immédiatement de tourner mais ralentit graduellement à cause de la traînée. Cependant, il possède encore une quantité considérable d'énergie et d'inertie, au moment où le moteur tombe en panne, qui peut être utilisée pour amortir la descente de l'hélicoptère vers le sol.

LA PANNE DE MOTEUR EN VOL STATIONNAIRE

Lorsqu'une panne de moteur survient en vol stationnaire, l'hélicoptère se met immédiatement en mouvement de lacet vers la gauche aussitôt que le couple-moteur disparaît (dans le cas d'un rotor tournant dans le sens anti-horaire). Pour corriger le mouvement de lacet, appuyez immédiatement sur la pédale droite. L'hélicoptère dérivera vers la gauche dès que la poussée du rotor de queue diminue. Souvenez-vous qu'en vol stationnaire, pour compenser la poussée du rotor de queue et pour empêcher l'hélicoptère de dériver vers la droite, il faut maintenir le cyclique légèrement à gauche. Lorsque la poussée du rotor de queue diminue, le déplacement du cyclique à gauche provoque une dérive vers la gauche. Lorsque vous êtes en vol stationnaire vent debout, l'hélicoptère a également une tendance à dériver vers l'arrière puisque la traction du rotor principal est réduite. Finalement, l'hélicoptère commence à descendre à cause de la diminution de portance du rotor principal.

Avant la prise de contact avec le sol, le pilote doit corriger les réactions décrites ci-dessus, car s'il y a une dérive ou mouvement de lacet pendant l'atterrissage, cela risque de provoquer un basculement dynamique. Il faut lever suffisamment le collectif pour amortir la descente avant l'atterrissage.

LA PANNE DE MOTEUR EN CIRCULATION PRÈS DU SOL

S'il devait y avoir une panne de moteur lorsque vous êtes en circulation près du sol, les réactions de l'hélicoptère seront les mêmes sauf qu'il faudra tenir compte de la vitesse vers l'avant. Il est très important de ne pas mettre le cyclique vers l'arrière pour arrêter le déplacement vers l'avant, car il existe un danger réel de heurter le rotor de queue lorsque l'hélicoptère se pose. Un atterrissage avec une certaine vitesse avant est très acceptable puisque dans la plupart des cas l'hélicoptère se pose en déplacement vers l'avant.

Votre instructeur vous fera une démonstration de la séquence des événements ainsi que des mesures à prendre par le pilote :

- 1) l'annonce verbale: il est de bonne pratique de la discipline aéronautique de précéder toute manœuvre d'exercice d'urgence en l'annonçant « **exercice de panne de moteur** »;
- 2) coupez les gaz;
- 3) contrôlez le mouvement de lacet et toute tendance à dériver en agissant sur le cyclique et sur le palonnier opposé; et
- 4) pendant que l'hélicoptère descend, amortissez l'atterrissage en levant le collectif.

NOTE : *Assurez-vous que les patins sont parallèles à la direction du déplacement pour éviter la possibilité d'un basculement dynamique.*

- 5) Après l'atterrissage, maintenez la position des commandes jusqu'à l'arrêt complet de l'hélicoptère, ensuite abaissez complètement le collectif et placez le cyclique et le palonnier à la position neutre.

EXERCICE 12 - TRANSITIONS

Cet exercice est la base de bien d'autres et la compétence que vous acquerez sera utilisée dans presque tous les vols que vous ferez à partir de maintenant dans votre carrière. Votre instructeur vous expliquera :

- 1) le basculement vers l'arrière;
- 2) la portance en translation;
- 3) la dissymétrie de la portance; et
- 4) le diagramme hauteur/vitesse pour votre type d'hélicoptère.

Les manœuvres qui sont employées pour faire accélérer l'hélicoptère du vol stationnaire au vol vers l'avant et pour faire décélérer l'hélicoptère du vol vers l'avant au vol stationnaire s'appellent des transitions. En fait, toutes les accélérations ou décélérations de l'hélicoptère dans quelque direction que ce soit, qui sont le résultat d'un déplacement du cyclique, s'appellent des transitions.

Pendant cet exercice, efforcez-vous d'accomplir les transitions en souplesse et avec précision. La capacité de faire des transitions précises est importante dans l'environnement opérationnel du pilote d'hélicoptère.

Rappelez-vous de faire une inspection de l'espace environnant pendant cet exercice et de faire un virage de sécurité avant chaque décollage : Faites un virage de 90 degrés vers la droite ou vers la gauche et assurez-vous qu'il n'y a pas d'autres aéronefs dans l'aire d'approche.

LA TRANSITION À LA MONTÉE

Commencez la transition à la montée à partir d'un vol stationnaire à une hauteur normale, vent debout (Figure 12-1) :

- 1) faites un virage de sécurité pour vous assurer que les trajectoires d'approche et de départ sont exemptes de trafic;
- 2) déplacez doucement le cyclique vers l'avant pour amorcer le déplacement vers l'avant et parce que vous avez ainsi basculé le disque-rotor, vous avez réduit la composante de portance verticale;
- 3) levez suffisamment le collectif pour maintenir votre hauteur et pour empêcher l'hélicoptère de s'enfoncer;
- 4) poussez davantage le cyclique vers l'avant pour empêcher le basculement vers l'arrière à cause de la dissymétrie de portance;
- 5) une fois que la portance de translation efficace est obtenue, l'hélicoptère commence à monter, appliquez progressivement la puissance de montée et ajustez l'assiette pour la vitesse du meilleur taux de montée; et
- 6) pendant toute la manœuvre, empêchez le mouvement de lacet au palonnier.



Figure 12-1 Transition à la montée

À mesure que la portance de translation devient efficace, le nez a tendance à s'élever et l'hélicoptère veut monter. N'oubliez pas de rester dans la plage de décollage du diagramme hauteur/vitesse. Il est possible que vous deviez mettre le cyclique vers l'avant pour empêcher l'hélicoptère de grimper dans le secteur foncé « À éviter ». Dans les vents d'approximativement 15 mi/h ou plus, le basculement vers l'arrière n'aura pas lieu puisque l'hélicoptère est déjà sous l'effet de la portance de translation (Figure 12-2).

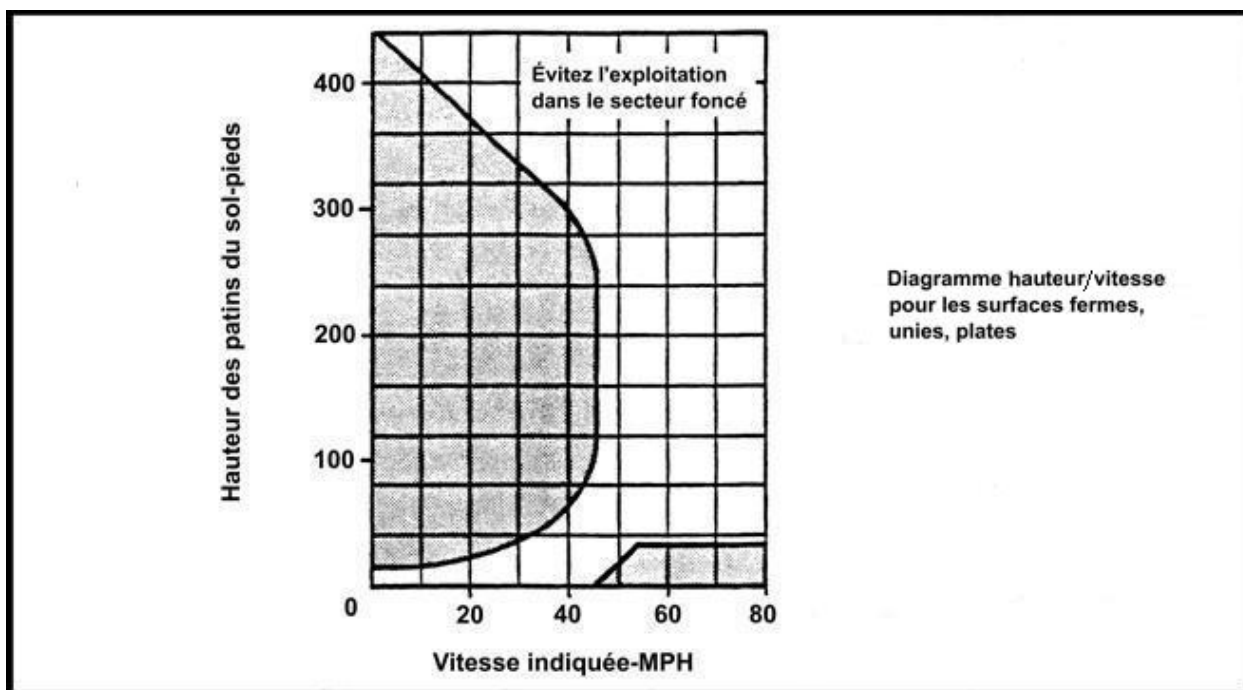


Figure 12-2 Diagramme hauteur/vitesse démontrant les plages à éviter pour un type d'hélicoptère monomoteur léger

Pendant cet exercice, votre instructeur vous fera la démonstration des effets du basculement vers l'arrière si, pendant la transition, celui-ci n'est pas contré par un déplacement supplémentaire du cyclique vers l'avant.

LA TRANSITION DU VOL RECTILIGNE EN PALIER AU VOL STATIONNAIRE

Cette transition est le type d'approche normale vers un vol stationnaire ou à un atterrissage et elle sera utilisée pendant tout votre entraînement et votre carrière de pilote d'hélicoptère. (Figure 12-3)

Cette manœuvre exige une combinaison de deux actions séparées dans une procédure coordonnée qui vous permet :

- 1) de réduire la hauteur; et
- 2) de réduire la vitesse.

LA RÉDUCTION DE LA HAUTEUR

La hauteur de l'hélicoptère doit être réduite de l'altitude de l'approche (qui peut être la hauteur du circuit, l'altitude de croisière ou toute autre altitude à laquelle vous volez) à la hauteur de vol stationnaire au-dessus du sol. Normalement, il s'agit d'une approche rectiligne à angle constant qui peut être faite avec le minimum de changements d'assiette et avec des changements graduels de puissance.

LA RÉDUCTION DE LA VITESSE

La vitesse d'approche doit être progressivement réduite jusqu'à une vitesse-sol nulle lorsque vous arrivez au vol stationnaire. Puisque les différents angles d'approche ou les différentes conditions de vent entraînent un changement de vitesse, considérez la vitesse-sol et non pas la vitesse indiquée sur vos instruments. Un bon guide pour l'approche consiste à voler de façon à ce que l'hélicoptère semble se déplacer à la vitesse de marche d'un homme à pied. Si vous êtes capable de garder cette perspective visuelle, votre vitesse-sol sera en réduction constante pendant la transition au vol stationnaire.

Pour commencer la transition au vol stationnaire après vous être assuré que la trajectoire d'approche et l'aire d'atterrissage sont exemptes de tout trafic, placez l'hélicoptère, face au vent, en vol rectiligne et en palier, à une hauteur et à une vitesse donnée. Pour l'entraînement, un minimum de 300 pieds/sol est souhaitable, la vitesse étant appropriée au type d'hélicoptère :

- 1) choisissez un angle d'approche convenable et, bien qu'il soit difficile à visualiser au début, un angle de six à huit degrés est considéré normal pour une approche;
- 2) commencez l'approche en baissant le collectif, gardez l'appareil droit avec le palonnier, déplacez le cyclique vers l'arrière pour amorcer une réduction de la vitesse, maintenez cette assiette; l'hélicoptère commencera à descendre;
- 3) utilisez le collectif pour maintenir l'angle d'approche voulu et utilisez le cyclique pour maintenir la vitesse-sol apparente égale à celle d'un homme à pied;
- 4) lorsque vous approchez du sol et que la vitesse est réduite à environ 15 à 20 mi/h, prévoyez la nécessité de lever le collectif pour compenser la perte de portance de translation; cette nécessité sera moins marquée s'il y a beaucoup de vent. Lorsque vous lèverez le collectif, le nez se lèvera, corrigez alors avec le cyclique;
- 5) amenez l'hélicoptère en vol stationnaire au-dessus du point choisi, évitez les arrondis pour réduire la vitesse-sol à zéro; si vous avez constamment réduit la hauteur et la vitesse pendant la transition, un arrondi ne devrait pas être nécessaire; et
- 6) lorsque vous vous stabilisez en vol stationnaire, empêchez le mouvement de lacet ou la dérive en utilisant le palonnier et le cyclique selon les besoins.

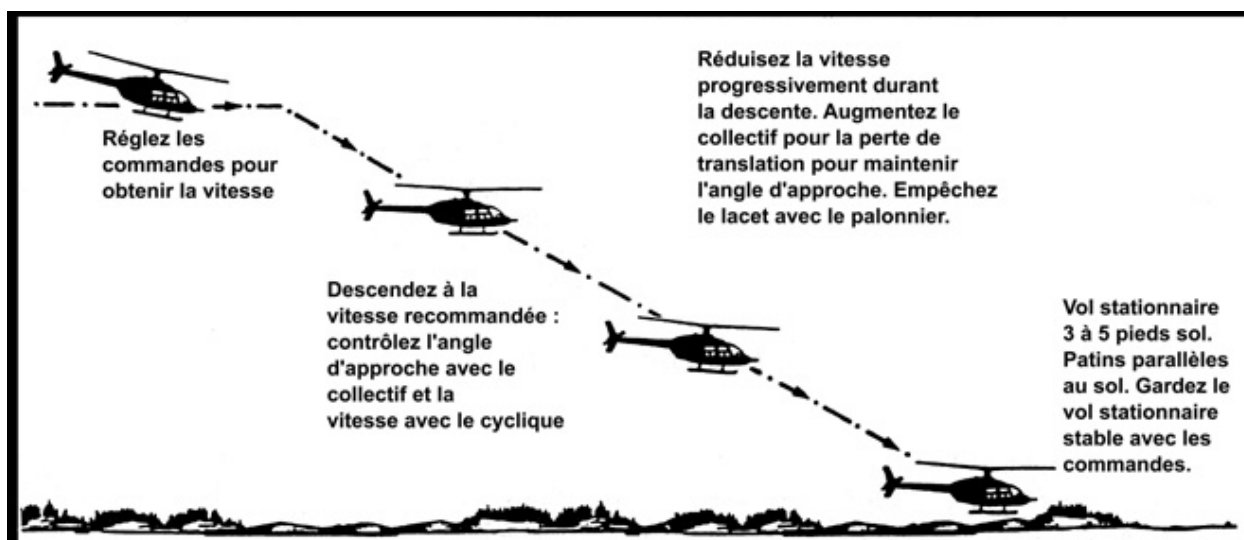


Figure 12-3 Transition au vol stationnaire

LA REMONTÉE PENDANT LA TRANSITION AU VOL STATIONNAIRE

À l'occasion, il peut être nécessaire de faire une remontée pendant la transition au vol stationnaire, c'est également un bon exercice de coordination. Pour accomplir cette manœuvre :

- 1) après avoir vérifié le trafic, appliquez la puissance de montée avec le collectif;
- 2) en même temps, réglez l'assiette de montée en déplaçant le cyclique vers l'avant. Suivant le type d'hélicoptère et sa vitesse d'approche, il peut ne pas y avoir de différence entre la vitesse d'approche et la vitesse de montée, par conséquent, il y aura peu ou pas de changement d'assiette; et
- 3) empêchez le mouvement de lacet au palonnier.

EXERCICE 13 - AUTOROTATIONS 2 (ATTERRISSAGES)

Dans l'exercice 7 vous avez appris à amorcer un vol en autorotation et à établir la descente au taux minimum pour votre type d'hélicoptère. Vous avez appris que l'hélicoptère est entièrement manœuvrable en autorotation et que les virages peuvent être faits comme en vol propulsé. Dans cet exercice, vous apprendrez comment faire, d'une manière sécuritaire et efficace, un atterrissage à partir d'une descente en autorotation.

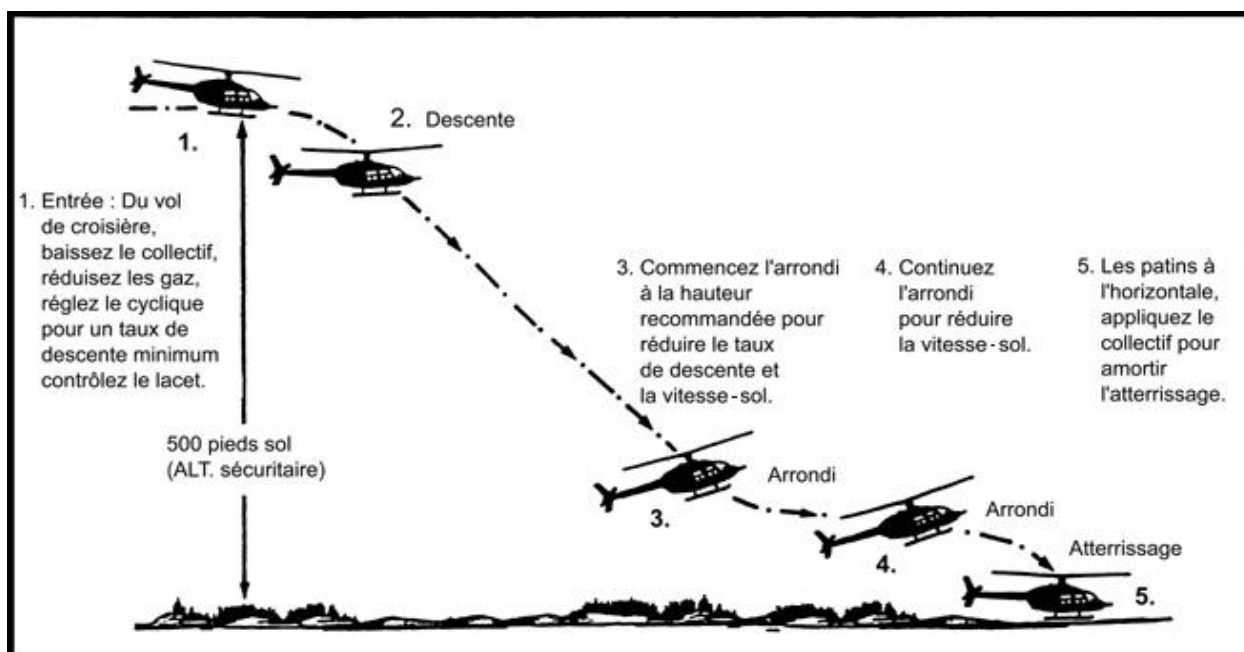
Vous allez également apprendre comment faire un rétablissement de la puissance au cas où il ne serait pas sécuritaire de faire un atterrissage en autorotation complète en raison des performances de l'aéronef, de la surface d'atterrissage, du vent faible ou d'une altitude-densité élevée. Le rétablissement de la puissance peut être exécuté soit jusqu'au vol stationnaire ou jusqu'à la circulation près du sol et est un bon exercice de coordination et de pratique lorsqu'il n'est pas possible d'accomplir des autorotations complètes. L'autorotation avec rétablissement de la puissance n'est pas destinée à remplacer l'autorotation complète. Il est essentiel de pratiquer régulièrement les autorotations complètes pour devenir compétent et sécuritaire.

En préparation à cet exercice, exécutez les vérifications HZSMEE préliminaires à la mise en autorotation qui ont été apprises dans l'exercice 7.

Après avoir exécuté les vérifications préliminaires de la mise en autorotation, placez l'hélicoptère dans une position qui permettra d'exécuter l'autorotation complète en toute sécurité. Lorsque vous êtes en position, baissez doucement le collectif et réduisez les gaz au ralenti. Réglez le cyclique de façon à obtenir un taux de descente minimum et n'oubliez pas de contrôler les moments de lacet et de piqué qui se manifestent lorsque le collectif et les gaz sont réduits. Pendant la descente, un réglage supplémentaire du cyclique et du collectif peut être nécessaire pour maintenir la vitesse et le régime du rotor dans les limites voulues.

Il faut commencer l'arrondi à environ de 50 à 100 pieds suivant le type d'appareil. Il existe trois raisons pour cette manœuvre : réduire la vitesse vers l'avant, le taux de descente et augmenter le régime du rotor. Commencez l'arrondi en cabrant tout en gardant le cap au palonnier. Votre instructeur vous montrera ce qui se passe si vous cabrez trop; cela entraîne généralement une remontée. Inversement, un arrondi trop faible ne permettra pas d'arrêter la descente et de réduire suffisamment la vitesse vers l'avant. Dans ce cas, la vitesse d'atterrissage sera bien supérieure à ce qui serait souhaitable, provoquant le risque d'endommager l'hélicoptère durant une course au sol rapide ou le risque que le rotor de queue frappe le sol.

L'arrondi doit être maintenu jusqu'à ce que la vitesse vers l'avant soit réduite à celle voulue pour l'atterrissage et que l'hélicoptère a atteint une hauteur de 10 à 25 pieds au-dessus du sol suivant le type d'appareil. À ce moment-là, l'hélicoptère est mis à l'horizontale en préparation de l'atterrissage. Notez bien que vous deviez avoir une assiette horizontale puisqu'un atterrissage avec le nez ou la queue en position basse entraînerait des dégâts à l'hélicoptère en raison du mouvement de bascule qui serait déclenché à l'atterrissage. Une assiette nez bas, provoquée par un réglage vers l'avant excessif du cyclique, entraîne une nouvelle accélération de l'appareil et, par suite, une vitesse de touché plus élevée et une course au sol plus longue. Assurez-vous que les patins sont alignés dans la direction du déplacement afin de ne pas atterrir en déplacement latéral, en d'autres mots, maintenez le cap avec le palonnier.



Figur

re 13-1 Autorotation rectiligne vers l'avant

L'hélicoptère commence maintenant à descendre verticalement. Appliquez le pas collectif suivant les besoins pour arrêter la descente et pour amortir le posé de l'hélicoptère. Maintenez le cap au palonnier et ne baissez pas le collectif tant que le déplacement vers l'avant n'a pas cessé. Vous devez également maintenir le cyclique en position neutre ou légèrement vers l'avant pour empêcher un mouvement de bascule s'il y a course au sol. Une fois que l'appareil est immobilisé, baissez entièrement le collectif, mettez le palonnier au neutre et exécutez une vérification des instruments avant de remettre les gaz en préparation du décollage.

LE RÉTABLISSEMENT DE LA PUISSANCE

Comme nous l'avons vu plus haut, dans certains cas, il n'est pas prudent d'exécuter des autorotations complètes mais vous pouvez vous exercer à pratiquer cette technique en exécutant un rétablissement de la puissance après une descente en autorotation.

Amorcez l'autorotation comme pour une autorotation complète puis, à une hauteur sécuritaire, augmentez les gaz de façon à ce que les aiguilles se rejoignent ramenant le régime du moteur dans la plage d'exploitation adéquate. Cette augmentation de puissance imprime un mouvement de lacet à l'hélicoptère, prévoyez cela et utilisez le palonnier pour le contrer. Commencez l'arrondi à la hauteur voulue comme vous l'avez fait dans l'exercice d'autorotation complète. Maintenez le cap au palonnier et l'assiette d'arrondi à l'aide du cyclique; à la hauteur voulue mettez l'hélicoptère en position horizontale. Le pas collectif doit alors être levé pour contrer toute tendance à l'enfoncement et pour obtenir un vol stationnaire stabilisé ou une circulation près du sol selon le cas.

Pendant toute la manœuvre, empêchez le mouvement de lacet au palonnier. Vous pouvez maintenant exécuter une transition normale pour une montée. Il est important de manipuler le collectif et la manette des gaz d'une manière douce et coordonnée car, dans cette manœuvre, il est possible de dépasser les limites du moteur et/ou rotor. Avant de passer à l'exercice ou à la manœuvre suivante, assurez-vous de bien faire la vérification des instruments-moteur.

EXERCICE 14 - PROCÉDURES D'URGENCE

Bien que les hélicoptères modernes soient très fiables, il se présente parfois des cas d'urgence nécessitant une réaction rapide du pilote. Par conséquent, les pilotes doivent bien comprendre les systèmes de l'hélicoptère et doivent souvent pratiquer les mesures d'urgence en vol dans des conditions de simulation afin d'être prêts à affronter une urgence réelle si elle devait avoir lieu.

Dans cet exercice, votre instructeur vous fera prendre connaissance des procédures d'urgence particulières qui s'appliquent à votre type d'hélicoptère. Celles-ci peuvent inclure :

- 1) l'incendie moteur au démarrage;
- 2) l'incendie moteur en vol;
- 3) l'incendie moteur à l'arrêt du moteur;
- 4) la panne hydraulique;
- 5) la panne de commande carburant ou de régulateur carburant;
- 6) la panne de moteur en vol;
- 7) la panne de commande du rotor de queue;
- 8) la fumée dans le poste de pilotage; et
- 9) la panne de transmission.

Dans la plupart des hélicoptères modernes, il existe également plusieurs voyants de mise en garde qui, lorsqu'ils sont allumés, préviennent le pilote d'une défaillance. La réaction du pilote dépend du type d'hélicoptère et de la défaillance mais comprend généralement l'atterrissage de précaution. L'atterrissage de précaution est une mesure de sécurité, montrant une bonne discipline de l'air; lorsque les instruments donnent des indications inhabituelles ou lorsqu'il y a des vibrations, des bruits ou que les commandes exigent des efforts inhabituels. Même si l'hélicoptère semble fonctionner normalement pour le reste, il est raisonnable d'atterrir et de rechercher la cause de la défaillance.

Une fois que vous avez pris la décision de faire un atterrissage d'urgence ou de précaution, il faut prendre les dispositions suivantes :

- 1) identifiez l'urgence ou la défaillance et, lorsque cela est possible, confirmez au moyen d'autres instruments;
- 2) réduisez la puissance et la vitesse si cela est opportun, selon le type d'urgence ou de la défaillance en cause; s'il s'agit d'un voyant de défaillance de transmission, il vaut mieux ne pas réduire la puissance complètement mais faire une approche propulsée en vue d'atterrir;
- 3) choisissez une zone d'atterrissage adéquate. Dans le cas d'une défaillance, il est évident qu'il ne faut pas tenter l'atterrissage dans une zone où les obstructions peuvent causer des dégâts : dans tel cas, vous réussiriez à transformer une urgence mineure en urgence majeure. D'un autre côté, un incendie moteur en vol présente un degré d'urgence qui, pratiquement, rend toute zone d'atterrissage acceptable;
- 4) émettez un message « PAN » ou « MAYDAY » selon les besoins. Même si vous n'êtes pas en contact radio, vous devez émettre quand même cet appel car il y a de fortes chances qu'un aéronef volant à haute altitude vous entende. Ceci pourrait réduire considérablement le temps que vous passiez au sol s'il ne vous était pas possible de poursuivre votre vol; et
- 5) atterrissez. Essayez de faire un atterrissage aussi normal que le permet l'urgence de la situation. Atterrissez face au vent si possible. Évitez de précipiter la procédure d'atterrissage.

Pendant votre entraînement vous allez continuer à pratiquer les urgences et les pannes simulées jusqu'à ce que vos réactions soient instinctives.

EXERCICE 15 - LE CIRCUIT

Cet exercice sert à vous apprendre à faire un circuit précis en effectuant toutes les manœuvres qui vous ont déjà été enseignées. Lorsque vous ferez cet exercice, votre instructeur soulignera le besoin de maintenir des vitesses, des altitudes et des caps précis.

Le circuit est moins important pour les opérations d'hélicoptère que pour celles des avions. Néanmoins, c'est un exercice d'entraînement valable qui regroupe tous les exercices en vol antérieurs en un seul. En vous pratiquant à faire des circuits, vous allez acquérir la précision nécessaire dans tous les aspects du vol.

Les circuits de piste peuvent changer de forme suivant les conditions locales et les besoins de la formation; votre instructeur fera une description et une démonstration du circuit le plus approprié à l'hélicoptère et à l'emplacement de l'école. Les exemples donnés ci-dessous s'appellent circuit en « hippodrome » et circuit rectangulaire qui sont probablement les circuits d'entraînement pour hélicoptères les plus courants (Figures 15-1 et 15-2).

Sauf indication contraire, le Règlement de l'aviation canadien exige que tous les circuits s'effectuent à gauche; mais souvent, les services du contrôle de la circulation aérienne vous demanderont de faire des circuits à droite pour la séparation des circuits d'avion. Puisqu'il est vraisemblable que vous ferez vos circuits à proximité d'autres aéronefs, la surveillance de l'espace environnant est très importante. Assurez-vous d'exécuter un virage de sécurité avant toute transition au vol vers l'avant et que vous maintenez une bonne surveillance lorsque vous faites le circuit. Si votre instructeur a insisté sur l'importance de la précision, il ne faut pas sacrifier la surveillance de l'espace environnant parce que vous êtes en train de vous concentrer sur les instruments de bord cherchant à obtenir cette précision.

Les communications dans le circuit seront effectuées selon les instructions de la tour de contrôle ou selon les procédures aux aérodromes non-contrôlés.

EXÉCUTION DU CIRCUIT

Pour les circuits, choisissez une zone qui permet des décollages face au vent et une trajectoire d'approche qui est libre d'obstacles. Avant le décollage prenez note des points suivants :

- 1) le cap de décollage. La réciproque sera le cap vent arrière. Les corrections de dérive ne seront normalement pas nécessaires si le cap de décollage est face au vent;
- 2) les références de départ. Une référence au sol lointaine, facilement visible, tel un arbre ou un édifice, vous permettra de maintenir le cap voulu sans vous concentrer sur les instruments. Ne volez pas au-dessus d'édifices, même si vous les utilisez comme référence; et
- 3) le circuit. Il sera à droite ou à gauche selon les circonstances.

LE CIRCUIT EN HIPPODROME

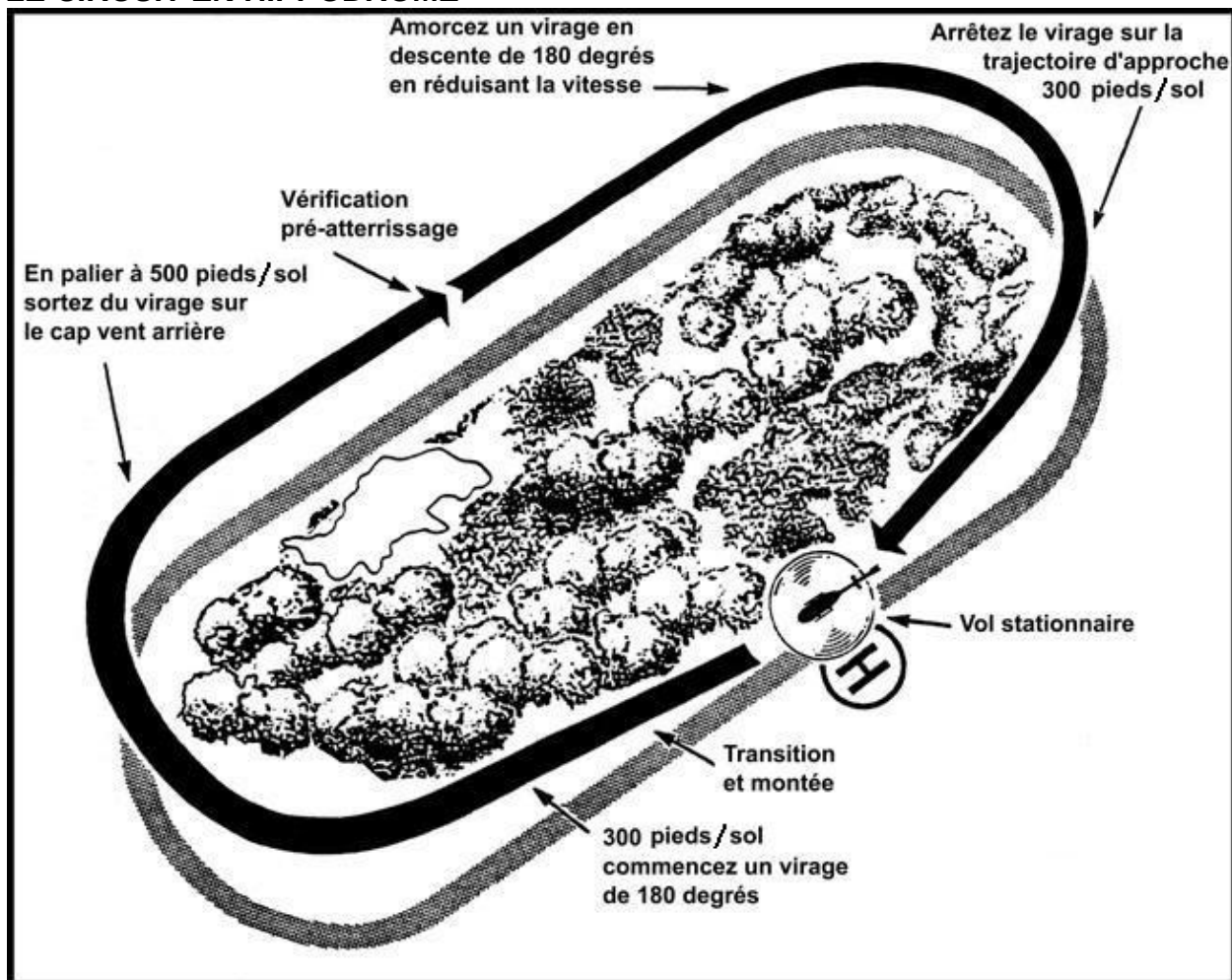


Figure 15-1 Circuit typique « en hippodrome » d'hélicoptère

Décollez l'hélicoptère, mettez-le en vol stationnaire et exécutez un virage de sécurité, commencez une transition normale, et :

- 1) à 300 pieds, commencez un virage en montée de 180 degrés vers l'étape vent arrière à 500 pieds/sol. L'angle d'inclinaison ne doit pas dépasser 30° et, en fait, il devrait varier selon les conditions du vent afin que l'étape vent arrière soit approximativement à un demi-mille et parallèle à l'étape de départ / vent debout;
- 2) sur l'étape vent arrière, exécutez une vérification pré-atterrissage. Lorsque vous exécutez des circuits sur un aéroport contrôlé, il faut faire un appel pendant l'étape vent arrière afin de prévenir la tour et le reste du trafic aérien de vos intentions d'atterrir ou d'une remontée; et
- 3) lorsque l'hélicoptère se trouve approximativement à 45° après le point d'atterrissage, amorcez un virage en descente de 180° en réduisant la vitesse vers votre trajectoire d'approche finale pour vous retrouver à 300 pieds/sol et 60 mi/h, à environ un demi-mille avant le point d'atterrissage. (La vitesse dépend évidemment du type d'hélicoptère mais elle est généralement proche de la vitesse ascensionnelle optimale.)

LE CIRCUIT RECTANGULAIRE

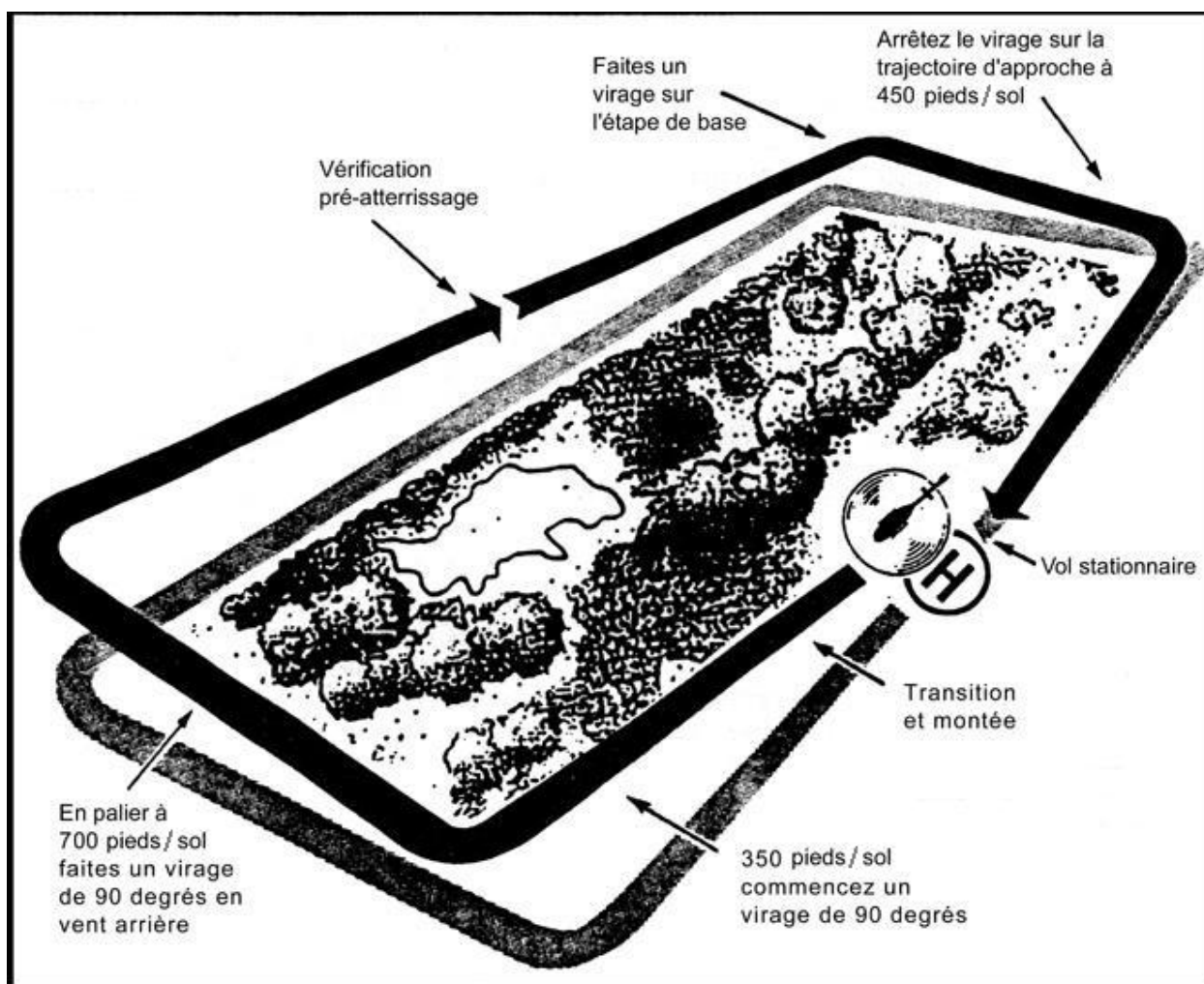


Figure 15-2 Circuit rectangulaire typique d'hélicoptère

Le circuit rectangulaire varie d'une école à l'autre en ce qui concerne la hauteur de vol mais le circuit de base est le même. En voici un exemple:

La montée en vol stationnaire et l'inspection de l'espace environnant sont les mêmes que pour le circuit en « hippodrome », ensuite, commencez une transition normale et :

- 1) À 350 pieds/sol, commencez un virage en montée de 90 degrés et toujours en montée après le virage sur l'étape vent de travers, mettez-vous en palier à 700 pieds/sol,
- 2) virez sur l'étape vent arrière et exécutez une vérification avant atterrissage lorsque vous êtes à travers du point d'atterrissage voulu,
- 3) lorsque l'hélicoptère se trouve à 45 degrés après le point d'atterrissage, amorcez un virage en descente de 90 degrés sur l'étape de base. En même temps, réglez l'assiette de l'appareil pour 60 mi/h, et
- 4) amorcez votre virage sur l'approche finale à 450 pieds/sol, sortez du virage quand vous vous alignez avec l'axe de départ à 300 pieds/sol et 60 mi/h, à environ un demi-mille avant le point d'atterrissage.

L'ESPACEMENT

Il est extrêmement important que vous soyez constamment conscient de la position des autres aéronefs dans le même espace aérien. Ceci est encore plus important s'il y a, au même aéroport, des aéronefs à voilure fixe et à voilure tournante. En faisant votre circuit, vous devez tenir compte des autres hélicoptères qui exécutent des circuits et vous en tenir à une distance appropriée. Il est possible que vous ayez à changer votre point d'atterrissage pour faciliter leurs manœuvres. Souvenez-vous que la courtoisie fait également partie du professionnalisme. Si vous faites des manœuvres à un aéroport où il y a un mélange d'appareils à voilure fixe et à voilure tournante, un bon jugement et de la considération pour les autres pilotes sont ce qu'il y a de plus important. Il est très probable qu'il sera nécessaire de changer votre circuit pour rester en dehors du circuit des avions, il faut cependant demander la permission à la tour pour exécuter un circuit dans le sens contraire du circuit qu'exécutent les avions. Cela signifie que vous ne pourrez peut-être pas organiser votre circuit de façon à être directement dans le vent pour le décollage et l'atterrissage. Il est possible que vous ne rencontriez pas cette difficulté sur un aérodrome non contrôlé mais, de toutes façons, vous verrez que votre capacité à modifier votre circuit de façon à ne pas déranger le reste du trafic, non seulement sera appréciée des autres pilotes, mais renforcera la sécurité des opérations aériennes.

LA TURBULENCE DE SILLAGE

De nombreux incidents et accidents d'aéronef dans nos aéroports les plus occupés sont le résultat de la turbulence de sillage et ce malgré de nombreuses études sur le sujet et une publicité intense dans la communauté aéronautique. Bien que généralement ces incidents concernent les avions légers, l'hélicoptère est également vulnérable si le pilote choisit une trajectoire de vol qui coupe la turbulence engendrée par l'écoulement de l'air du bord de fuite d'un profil aérodynamique.

Le tourbillon engendré par un profil aérodynamique est proportionnel à la portance engendrée par ce profil, sa taille et son angle d'attaque. Le rapport de la masse de l'aéronef à la taille du profil aérodynamique a également une incidence sur le tourbillon produit. Un gros aéronef avec une petite voilure (et par conséquent une haute charge alaire) produit des tourbillons intenses, tandis que plus le plan aérodynamique est long et large, plus grande sera la zone affectée par les tourbillons.

Le même principe s'applique aux hélicoptères. Les rotors des hélicoptères produisent les mêmes tourbillons jumeaux qu'un aéronef à voilure fixe et plus l'hélicoptère est lourd, plus la turbulence dans son sillage est grande.

Les tourbillons sont inversement proportionnels à la vitesse; c'est-à-dire qu'un aéronef qui vole à basse vitesse produit des tourbillons plus intenses qu'à la vitesse de croisière. Il faut donc s'attendre à trouver les turbulences de sillage les plus fortes lorsque les aéronefs atterrissent ou décollent. Un S61 volant à 20 nœuds produira toutefois de forts tourbillons bien qu'il ne soit pas nécessairement en train d'atterrir ou de décoller.

Ces tourbillons tendent à descendre au-dessous de la trajectoire de l'aéronef qui les produit et à se séparer. Le vent, naturellement, a une incidence sur les tourbillons et les force à dériver avec lui. Les tourbillons se dissipent lentement dans des vents calmes et plus rapidement dans des vents forts. Il faut remarquer, cependant, que les déplacements des tourbillons ne sont pas vraiment prévisibles.

Pour éviter la turbulence de sillage, le pilote d'hélicoptère devrait choisir des trajectoires d'approche ou de départ qui se trouvent au-dessus des trajectoires de vol d'autres aéronefs plus gros.

De plus, il devrait éviter de choisir une trajectoire de vol qui l'obligerait à intercepter la trajectoire de vol d'arrivée ou de départ de tout aéronef capable de créer de forts tourbillons et il devrait éviter de passer sous la trajectoire d'autres aéronefs.

LES SERVICES DE LA CIRCULATION AÉRIENNE

Des zones de contrôle ont été désignées à certains aérodromes pour garder le trafic IFR dans l'espace contrôlé pendant les approches et pour faciliter le contrôle du trafic VFR et IFR. Les zones de contrôle qui offrent un service radar ont normalement un rayon de sept milles. Les autres zones ont un rayon de cinq milles à l'exception de quelques-unes qui ont un rayon de trois milles seulement. Les zones de contrôle ont un niveau supérieur égal à 3000 pieds au-dessus de l'aéroport sauf indication contraire.

Les aéronefs ont besoin d'une autorisation de l'unité du contrôle de la circulation aérienne ou d'établir un contact radio avec ce dernier pour pénétrer dans une zone de contrôle. Toutefois, les instructions/informations ne libèrent pas le pilote de la responsabilité d'éviter d'autres aéronefs, de maintenir la marge de franchissement d'obstacle et du relief et en restant dans des conditions de vol VFR. En outre, il est obligatoire que l'aéronef soit équipé d'un équipement radio capable de communications bilatérales avec l'unité du contrôle de la circulation aérienne approprié. Il arrive parfois que des vols sans radio (NORDO) soient autorisés. Vous devriez consulter votre A.I.M. Canada pour plus de détails.

Lorsque vous avez l'intention de faire des exercices de vol à l'intérieur d'une zone de contrôle, il est plus que probable que l'unité de contrôle vous demande :

- 1) de rester sur sa fréquence;
- 2) de l'aviser de vos intentions.

Si vous avez l'intention de quitter la zone de contrôle, vous devriez prévenir l'unité de contrôle de vos intentions; à son tour, celle-ci vous autorisera du moment de quitter sa fréquence.

Plusieurs zones de contrôle ont établi des points de compte rendu que les aéronefs en vol VFR peuvent utiliser pour signaler leur position lorsqu'ils communiquent avec l'unité de contrôle.

Votre instructeur vous expliquera les procédures d'utilisation de la fréquence obligatoire (MF) et de la fréquence de trafic d'aérodrome (ATF). Aux aérodromes non contrôlés, bien qu'il n'y ait pas de tour de contrôle en service, il peut y avoir une station d'information de vol. La station d'information de vol n'exerce pas un contrôle sur le trafic aérien mais n'a qu'un rôle consultatif, offrant des informations sur le vent, la piste en service, le trafic aérien connu, les conditions météorologiques, etc. Certains terrains d'aviation ne sont pas équipés ni d'une tour, ni d'une station d'information de vol mais ont une fréquence « Unicom » qui est écoutée ou non. Aux aérodromes non contrôlés, les pilotes doivent utiliser la fréquence radio appropriée pour transmettre leur position et leurs intentions lorsqu'ils volent dans la zone.

LE PREMIER SOLO

Le premier solo est un jalon dans votre carrière de pilote. Vous ne l'oublierez jamais et il est normal de l'attendre impatiemment mais n'exagérez pas son importance. L'important n'est pas tellement le moment où vous faites votre premier solo mais plutôt ce que vous savez et ce que vous pouvez faire correctement à ce stade de votre entraînement. Le solo n'est qu'une autre étape dans le processus ordonné de la formation qui vous amène au stage où l'apprentissage commence réellement.

Avant d'être autorisé à faire votre premier solo, vous devez démontrer à votre instructeur que vous êtes capable :

- 1) De décoller et d'atterrir d'une manière raisonnablement douce et toujours verticalement, sans mouvement de lacet, ni dérive latérale ou déplacement vers l'arrière. Le vol stationnaire doit être stabilisé et bien contrôlé;
- 2) De faire une transition précédée d'un virage de sécurité comme une manœuvre aéronautique normale. Les réglages de vitesse et de puissance doivent être bien contrôlés et doux;
- 3) D'exécuter un circuit précis et sécuritaire d'une manière constante et d'être capable de corriger toutes les erreurs sans aide de votre instructeur;
- 4) D'exécuter une approche sécuritaire et de pouvoir corriger tout écart important de l'angle d'approche choisi. Réduire la vitesse de façon progressive avec souplesse. L'approche doit toujours se terminer par un vol stationnaire au-dessus du point d'atterrissage à la hauteur stationnaire recommandée; et
- 5) De pouvoir affronter toutes les urgences qui peuvent survenir durant l'exécution d'un circuit.

Pendant un vol solo, comme pilote commandant de bord, vous êtes responsable du fonctionnement et de la sécurité de l'hélicoptère. Cependant, pour ce premier solo votre instructeur va s'assurer que les conditions sont appropriées et que des précautions sont prises. Par exemple :

- 1) le carburant nécessaire: soyez sûr que l'hélicoptère a suffisamment de carburant pour le vol solo prévu avec une réserve adéquate pour tout retard possible;
- 2) la clarté du jour: il doit rester suffisamment de lumière du jour pour terminer le vol prévu tout en laissant une marge généreuse pour faire des circuits supplémentaires ou pour tenir compte d'un retard dû au trafic;
- 3) la météo : le premier vol solo ne doit pas être pris en considération à moins que la météo et les prévisions soient bonnes;
- 4) le trafic aérien : aux aéroports où il existe généralement une forte activité à certaines heures du jour, il peut être recommandé d'éviter un premier solo; et
- 5) la fatigue : après une longue session d'instruction en double commande, un premier vol solo n'est pas recommandé même si votre performance est satisfaisante.

Assurez-vous que votre ceinture de sécurité est bien attachée ainsi que vos bretelles de sécurité, s'il y en a, et que celles du siège libre ne risquent pas d'entraver le collectif ou le cyclique.

Pendant un vol solo vous allez remarquer que le centre de gravité latéral se déplace quelque peu et que le décollage et la transition semblent être plus rapides puisque l'hélicoptère est plus léger. C'est la caractéristique la plus évidente du premier vol solo.

Pour une puissance donnée vous allez trouver que l'hélicoptère monte beaucoup plus rapidement et que pour amorcer une descente il faut réduire davantage le collectif.

De nouvelles manœuvres et procédures s'ajouteront à mesure que la progression le permettra et d'autres périodes en solo seront prévues et autorisées. Des exercices précis sur les procédures déjà apprises aussi bien que sur les nouvelles y seront compris. Lorsque vous êtes autorisé à voler en solo pour pratiquer des manœuvres précises, il est important que vous vous exerciez au travail indiqué avec diligence afin d'acquérir des compétences de vol sécuritaire. L'objectif de tout vol solo doit être d'améliorer la précision, la coordination et le jugement.

EXERCICE 16 - LES TRANSLATIONS LATÉRALES ET ARRIÈRE

Les translations latérales et arrière au-dessus du sol font partie des capacités uniques de l'hélicoptère. Il est essentiel que le pilote puisse piloter de cette façon pour profiter au maximum des possibilités de l'hélicoptère.

Si les conditions le permettent, il est toujours préférable de circuler en vol vers l'avant plutôt que latéralement ou vers l'arrière. Il est évident que la visibilité est meilleure en avant que dans une autre direction, par conséquent, il vous sera plus facile de repérer les obstacles sur votre trajectoire. Il est également plus facile de réagir à une panne de moteur lorsque les patins se déplacent au-dessus du sol dans la même direction que l'hélicoptère. Pendant les manœuvres de vol en stationnaire, il est important de maintenir les patins à une hauteur de 3 à 5 pieds au-dessus du sol tel que recommandé par plusieurs constructeurs. Les hélicoptères possédant des pales à faible inertie doivent généralement exécuter le vol stationnaire plus bas. De toutes façons, la hauteur doit être suffisante pour que les patins ne prennent pas contact avec le sol ou avec des petits obstacles et risquent de causer le basculement de l'hélicoptère.

Lorsque vous êtes en circulation près du sol, maintenez une vitesse égale à celle d'un homme à pied. Si la vitesse est plus élevée, elle risque d'entraîner une portance de translation; il sera alors plus difficile de contrôler la hauteur de l'hélicoptère puisque celui-ci aura tendance à monter. Lorsque cette condition se produit en translation latérale ou arrière près du sol, il est possible, dans ces directions, de dépasser les limites de vitesses recommandées par le constructeur. La translation latérale ou arrière rapide près du sol exige un emploi judicieux des pédales pour contrer tout effet de girouette. Rappelez-vous qu'un battement du rotor peut arriver dans n'importe quelle direction et pas seulement en vol vers l'avant et que le pilote, lorsqu'il est en vol latéral ou arrière, doit contrer le basculement de la façon habituelle.

LA TRANSLATION LATÉRALE

Amorcez une translation latérale à partir du vol stationnaire de la façon suivante (Fig. 16-1) :

- 1) prenez deux points de repère, un vers l'avant et un sur le côté, pour vous aider à maintenir la trajectoire au sol adéquate, faites un virage de sécurité de 90° pour vérifier qu'il n'y a pas d'obstacle ni de trafic;
- 2) déplacez légèrement le cyclique dans la direction voulue pour que l'hélicoptère commence à se déplacer;
- 3) à l'aide du collectif, maintenez la hauteur de stationnaire en empêchant l'appareil de descendre;
- 4) appliquez le palonnier suivant les besoins pour garder le cap et empêcher le lacet ou l'effet de girouette;

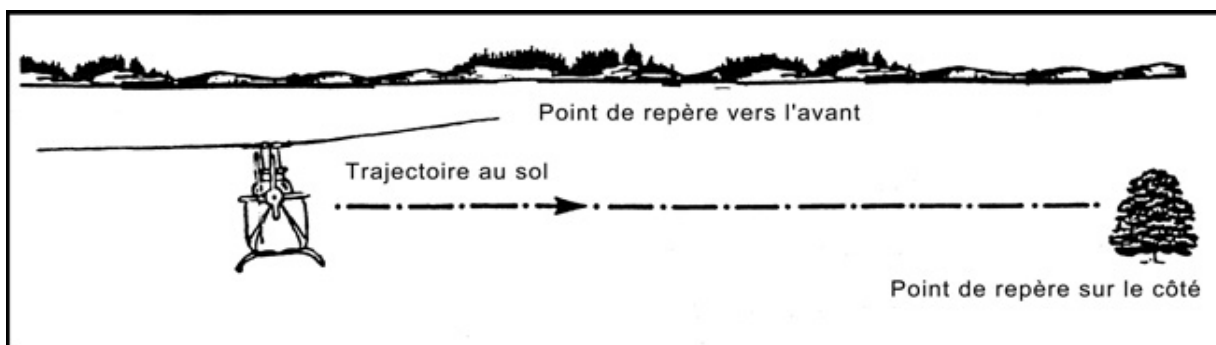


Figure 16-1 Translation latérale

- 5) réglez le cyclique suivant les besoins pour contrer le battement du rotor et pour maintenir un déplacement souple et régulier de l'hélicoptère;
- 6) regardez devant vous pour vous assurer que l'hélicoptère maintient le cap voulu et dans la direction du déplacement pour repérer les obstacles.

Pour ramener l'hélicoptère en vol stationnaire :

- 1) déplacez le cyclique doucement dans le sens opposé du déplacement pour choisir l'assiette de stationnaire;
- 2) maintenez une hauteur constante à l'aide du collectif et le cap voulu à l'aide du palonnier; marquez une pause,
- 3) lorsque le déplacement latéral cesse, réglez le cyclique pour maintenir un vol stationnaire stabilisé et gardez le cap voulu.

LA TRANSLATION ARRIÈRE

Avant d'amorcer une translation arrière, effectuez un virage de sécurité de 90° ou de 180° pour vous assurer qu'il n'y a pas d'obstacle sur la trajectoire que vous vous proposez de prendre et pour repérer le point où cessera la translation arrière. Après vous être assuré que la zone est exempte d'obstacle, reprenez votre cap original et après avoir pris vos repères :

- 1) augmentez la hauteur du vol stationnaire d'un ou deux pieds pour compenser pour l'assiette queue basse qu'a l'appareil lorsqu'il se déplace vers l'arrière. Cette hauteur supplémentaire assurera un dégagement suffisant pour le rotor de queue;
- 2) déplacez le cyclique légèrement vers l'arrière pour commencer à vous déplacer vers l'arrière. Anticipez le battement du rotor à l'aide d'un autre déplacement du cyclique vers l'arrière afin d'assurer un déplacement constant et en souplesse;
- 3) maintenez la hauteur à l'aide du collectif et le cap à l'aide du palonnier;
- 4) ne cherchez pas à regarder vers l'arrière, cela ne fait que vous désorienter; balayez du regard l'avant et le côté pour vous assurer que vous êtes toujours dans la bonne direction.

Pour ramener l'hélicoptère au vol stationnaire, vous devez :

- 1) appliquer le cyclique doucement vers l'avant afin de choisir l'assiette de vol stationnaire;
- 2) lorsque l'hélicoptère s'arrête, réglez le cyclique de façon à maintenir l'hélicoptère en vol stationnaire stabilisé;
- 3) pendant cette manœuvre, maintenez le cap à l'aide du palonnier;
- 4) une fois l'appareil immobilisé, abaissez légèrement le collectif pour ramener l'hélicoptère à sa hauteur normale de vol stationnaire.

Normalement, il n'est pas nécessaire d'effectuer de longs déplacements vers l'arrière et si, pour une raison quelconque, vous devez le faire, il est de bonne discipline aéronautique de s'arrêter de temps à autre pour faire un virage de sécurité pour vérifier que la zone est exempte d'obstacle. Sachez que les fumées d'échappement peuvent parfois pénétrer dans le poste de pilotage lorsque l'hélicoptère se déplace vers l'arrière.

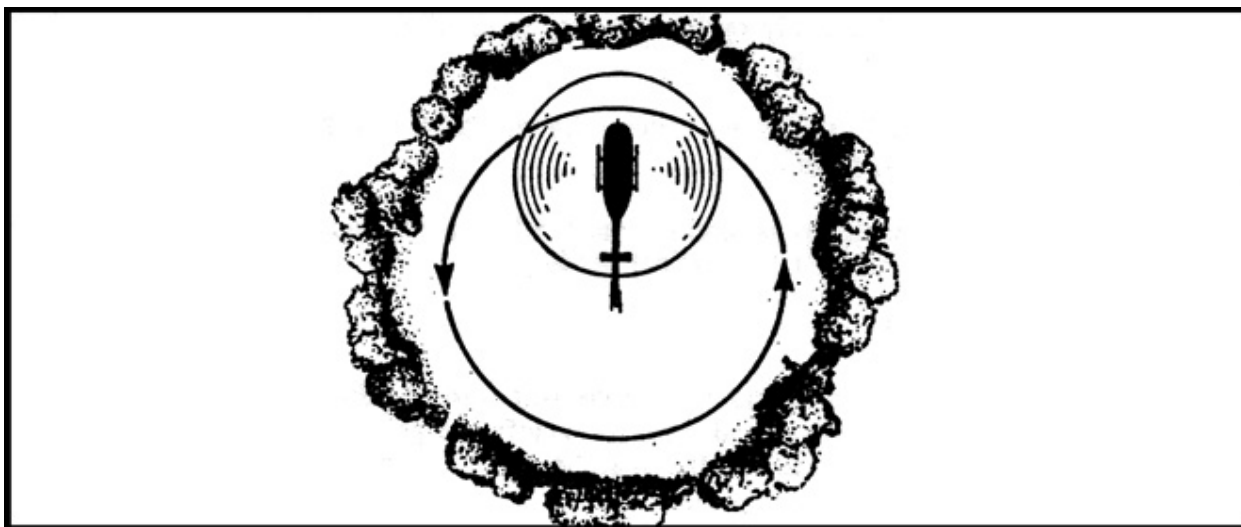


Figure 16-2 Virage sur la queue

LES VIRAGES SUR LA QUEUE

Cette manœuvre est, du point de vue opérationnel, très utile (Fig. 16-2) et vous trouverez que l'on y a souvent recours lorsqu'il faut déplacer un hélicoptère dans une zone restreinte. Cela se fait sensiblement de la même façon que pour le déplacement latéral (voir Fig. 16-1)

Pour amorcer cette manœuvre, regardez d'abord dans la direction où vous allez faire votre virage, puis assurez-vous que la zone est exempte d'obstacle pouvant présenter un danger pour l'hélicoptère. Pendant cette manœuvre, imaginez-vous que le poste de pilotage de votre hélicoptère se trouve à cheval sur la circonférence et que la queue de l'hélicoptère se trouve au centre d'un cercle. Contrairement à ce qui a lieu dans un virage sur place où, par vent nul, le virage peut se faire entièrement au palonnier, il faut maintenant que vous coordonniez le palonnier et le cyclique pour déplacer l'hélicoptère selon le cercle imaginaire. Utilisez le palonnier pour maintenir la queue sur le centre tandis qu'à l'aide du cyclique vous gardez une vitesse latérale égale à celle d'un homme à pied. Gardez une hauteur normale pour le vol stationnaire à l'aide du collectif. Prenez conscient que, dans toute condition du vent, le cyclique doit toujours être déplacé dans la direction d'où vient le vent.

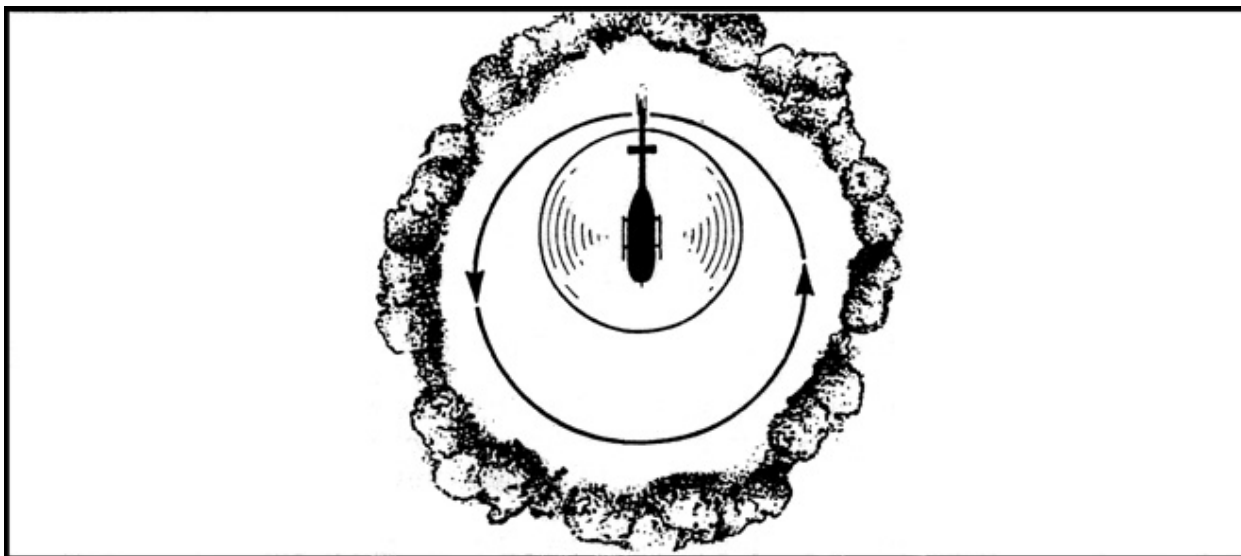


Figure 16-3 Virage sur le nez

LES VIRAGES SUR LE NEZ

(Fig 16-3) Vous trouverez également très utile cette variante du virage en vol stationnaire au cours de votre vie professionnelle. Pour faire cette manœuvre, identifiez un repère sur le sol près du nez de l'hélicoptère, 10 à 15 pieds suffisent. Évitez de choisir un repère trop proche car vous allez voir que, comme en vol stationnaire simple, il vous sera difficile de contrôler la hauteur. Regardez dans la direction où vous allez déplacer l'hélicoptère et assurez-vous que toute la zone est exempte d'obstacle. La manœuvre en elle-même est semblable au virage sur la queue, sauf que maintenant c'est la queue qui se trouve sur le cercle imaginaire.

Gardez le nez sur le repère choisi à l'aide du palonnier pendant que vous vous déplacez latéralement à l'aide du cyclique. Gardez la bonne hauteur de vol en stationnaire à l'aide du collectif. Maintenez les déplacements lents et souples car les virages précipités entraînent des surcorrections et vous risquez de dépasser les limites recommandées du constructeur.

EXERCICE 17 - LES VIRAGES SERRÉS

Les virages serrés servent à faire tourner l'hélicoptère dans un espace relativement restreint. La pratique de ces manœuvres est excellente pour développer la coordination des trois commandes de vol et de la commande de puissance. Il est important que vous acquériez de l'habileté à les exécuter avec précision et souplesse. Votre instructeur vous les démontrera dans différentes situations de vol opérationnel.

Il est possible d'exécuter un virage serré sans augmenter la puissance si l'angle d'inclinaison est modéré. Cependant, afin de maintenir une hauteur constante, il faut sacrifier de la vitesse en raison de la pression additionnelle vers l'arrière qu'il faut appliquer sur le cyclique pour maintenir cette hauteur. Rappelez-vous que plus l'angle d'inclinaison est grand, plus la portance doit être grande pour maintenir une hauteur constante; dans ce cas, l'augmentation de puissance fournira la portance additionnelle requise.

On amorce un virage serré comme n'importe quel autre virage, mais au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison dépasse environ 30°, vous devez augmenter le collectif pour maintenir la hauteur et la vitesse. Il faut une coordination simultanée des trois commandes de vol. À cause du changement rapide de direction, la surveillance avant le virage de l'espace environnant est encore plus importante que pour les autres virages.

Pour amorcer un virage serré, faites d'abord une inspection de l'espace environnant puis appliquez le cyclique dans le sens du virage et:

- 1) au fur et à mesure que l'inclinaison augmente, déplacez le cyclique vers l'arrière pour que le fuselage ait une assiette adéquate par rapport à l'horizon. (Ce faisant, vous avez augmenté le basculement arrière du disque-rotor qui, s'il n'est pas compensé, entraîne une perte de vitesse.);
- 2) pour maintenir la vitesse donnée au fur et à mesure que l'angle d'inclinaison dépasse les 30°, augmentez le collectif suivant les besoins;
- 3) une fois que vous avez obtenu l'inclinaison voulue, maintenez-la à l'aide de mouvements latéraux du cyclique;
- 4) pendant toute la manœuvre maintenez un vol coordonné (la bille au centre) à l'aide du palonnier;
- 5) gardez une bonne surveillance extérieure.

La procédure de sortie d'un virage serré est la même que pour n'importe quel autre virage sauf qu'au moment du rétablissement horizontal, il faut réduire le pas collectif à mesure que l'appareil reprend un vol rectiligne en palier. Il faut également relâcher la pression arrière sur le cyclique pour s'assurer que l'hélicoptère ne monte pas. Rappelez-vous que ces mouvements doivent être coordonnés et en souplesse.

Si, lors d'un virage serré, vous trouvez que le nez de l'appareil tend à piquer, n'essayez pas de corriger en tirant sur le cyclique, cela ne servirait qu'à serrer le virage davantage. Utilisez un mouvement de cyclique latéral pour réduire l'angle d'inclinaison, puis réglez l'assiette à l'aide d'un mouvement coordonné du cyclique vers l'arrière. Une autre erreur fréquemment commise est la traction excessive et prématurée sur le cyclique pendant l'inclinaison dans le virage ce qui donne un contrôle irrégulier de la hauteur.

EXERCICE 18 - AUTOROTATIONS 3 (VARIATION DE DISTANCE FRANCHISSABLE)

En préparation à cet exercice, revisez les deux exercices de vol en autorotation précédents; les exercices 7 et 13.

Dans les exercices en autorotation précédents, vous avez vu que pour obtenir le taux de descente minimal, dans la plupart des hélicoptères, il faut exécuter ces autorotations à la vitesse recommandée par le constructeur. Dans des situations critiques, cette vitesse ne vous permet cependant pas toujours d'atteindre le point d'atterrissage choisi. En fait, dans des situations critiques réelles, il sera souvent nécessaire d'apporter des changements à la vitesse, la trajectoire de vol ou d'exécuter une combinaison de vitesse et de virages pour atteindre l'endroit voulu. Si, par exemple, le point d'atterrissage est une petite clairière dans une zone boisée, il vous faudra peut-être faire plusieurs manœuvres pour effectuer un atterrissage sans danger. Pour ces raisons, vous devriez tirer avantage de la maniabilité du vol en autorotation de l'hélicoptère.

LA DISCIPLINE AÉRONAUTIQUE

Avant de faire un vol de pratique en autorotations, il est conseillé de ramener la manette des gaz au ralenti pendant que l'hélicoptère est au sol. Cela confirmera que l'embrayage ou la roue libre fonctionne correctement, que le moteur ne s'arrêtera pas. Pour l'autorotation complète, il faut toujours choisir un grand espace plat avec une grande marge de sécurité.

En vol, la confirmation de l'emplacement choisi devrait être suivie de la vérification HZSMEE.

Avant d'exécuter cet exercice, votre instructeur repassera avec vous les vitesses, le régime du rotor et la VNE correspondant à votre type d'hélicoptère. La vitesse de distance franchissable maximale varie également selon les types d'hélicoptères (voir Fig.18-1).

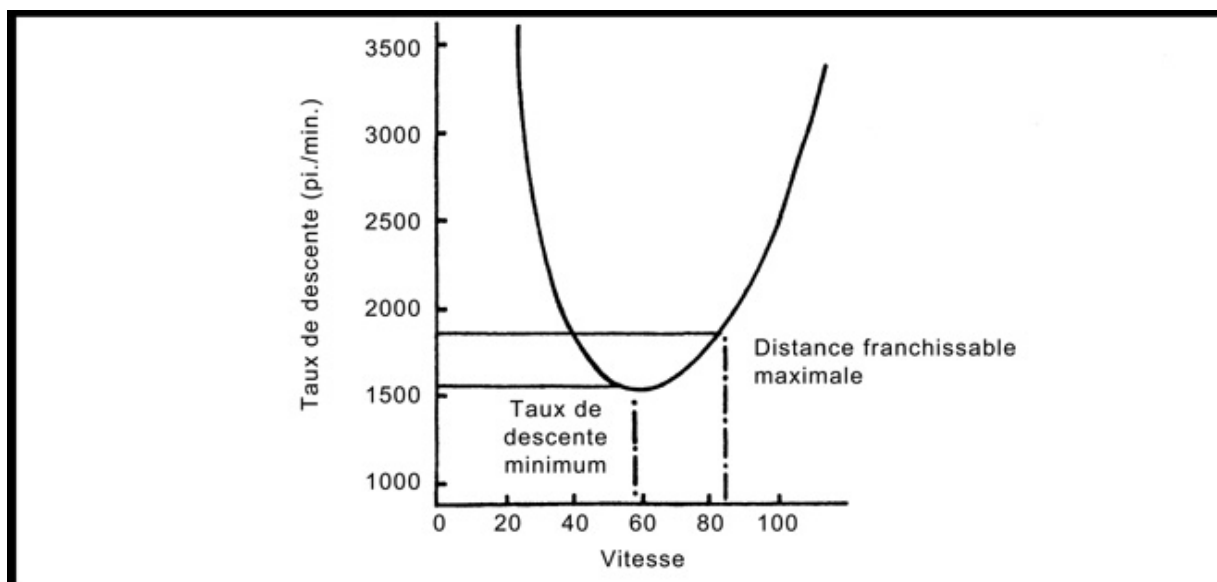


Figure 18-1 Relation entre le taux de descente et la vitesse vers l'avant en autorotation

AUGMENTATION DE LA DISTANCE FRANCHISSABLE

Plusieurs constructeurs d'hélicoptères précisent une vitesse de distance franchissable maximale en autorotation dans leurs manuels de vol, il faudra s'y référer pour cet exercice. Il n'existe certainement pas d'avantage à dépasser cette vitesse puisque au-delà, la distance franchissable ne s'améliore pas. En fait, le taux de descente augmente, la distance franchissable diminue.

Vous remarquerez, quoique le taux de descente soit plus élevé, la distance parcourue au sol est sensiblement supérieure.

Après avoir complété les vérifications, pour amorcer et faire l'autorotation avec distance franchissable:

- 1) à partir de la vitesse de croisière face au vent, donnez un avertissement verbal « exercice de panne moteur », baissez le collectif pendant que vous réduisez les gaz jusqu'au ralenti;
- 2) en même temps, réglez le cyclique pour obtenir la vitesse de distance franchissable maximale et maintenez un vol stabilisé au palonnier;
- 3) vérifiez le régime du rotor souvent, plus particulièrement pendant les virages et apportez les corrections voulues au collectif pour maintenir le régime du rotor dans les limites;
- 4) gardez la vitesse de distance franchissable maximale jusqu'à ce que le point d'atterrissage puisse être atteint, puis réduisez à la vitesse pour un taux de descente minimal, ce qui réduira aussi le taux de descente;
- 5) effectuez l'arrondi, la mise au niveau et l'atterrissage comme vous l'avez appris auparavant.

Essayez de revenir à la vitesse pour un taux de descente minimal dès que possible (à 200 pieds/sol). Si vous deviez maintenir la vitesse de distance franchissable maximale jusqu'à la hauteur de l'arrondi, vous verriez que l'arrondi devrait être maintenu plus longtemps afin de ramener la vitesse-sol à une valeur acceptable pour l'atterrissage.

AUTOROTATION POUR UNE DISTANCE FRANCHISSABLE MAXIMALE

On peut améliorer la distance franchissable en réduisant le régime du rotor à l'aide du collectif, le tachymètre doit cependant être surveillé de près (Fig. 18-2). Dans ce cas, il est encore plus important de revenir dans les limites de l'autorotation normale dès que l'on est assuré d'atteindre le point d'atterrissage.

DIMINUTION DE LA DISTANCE FRANCHISSABLE

Dans cet exercice vous allez apprendre deux façons de réduire la distance franchissable en autorotation :

- 1) en réduisant la vitesse;
- 2) par virage.

1) En réduisant la vitesse (Fig. 18-2):

Jusqu'à la mise en autorotation, les procédures sont les mêmes que pour les autres autorotations puis, dès que l'hélicoptère se met en autorotation, déplacez le cyclique vers l'arrière pour ralentir. Il est possible de se mettre en autorotation à vitesse nulle mais le taux de descente augmente rapidement et il se peut qu'il y ait un mouvement de lacet difficile à contrôler à cause de la perte de l'effet de dérive du fuselage. Pendant les autorotations à basse vitesse, s'il est permis d'avoir une vitesse-sol négative, il ne faut **JAMAIS** avoir une vitesse indiquée négative, assurez-vous donc de maintenir une certaine vitesse. Choisissez une vitesse réduite qui vous permettra d'atteindre le point d'atterrissage choisi; avec votre instructeur, vous vous exercerez à faire cette manœuvre à des vitesses aussi faibles que de 10-15 mi/h.

Remarquez bien que le taux de descente dans ce type d'autorotation est passablement plus élevé qu'à la vitesse de taux de descente minimal. Ainsi, il est important d'augmenter la vitesse à celle correspondant au taux de descente minimal dès que vous êtes sûr d'atteindre le point de contact choisi. Cela ramènera un taux de descente adéquat pour vous permettre de faire l'arrondi et de poser l'hélicoptère sans danger. Lorsque vous faites des autorotations, n'oubliez pas de respecter le diagramme hauteur/vitesse. Assurez-vous donc que la vitesse est augmentée pour le taux de descente minimal afin de rester en dehors des zones « à éviter ». Empiriquement, pour augmenter la vitesse de 10 mi/h, il faut 100 pieds de hauteur supplémentaire.

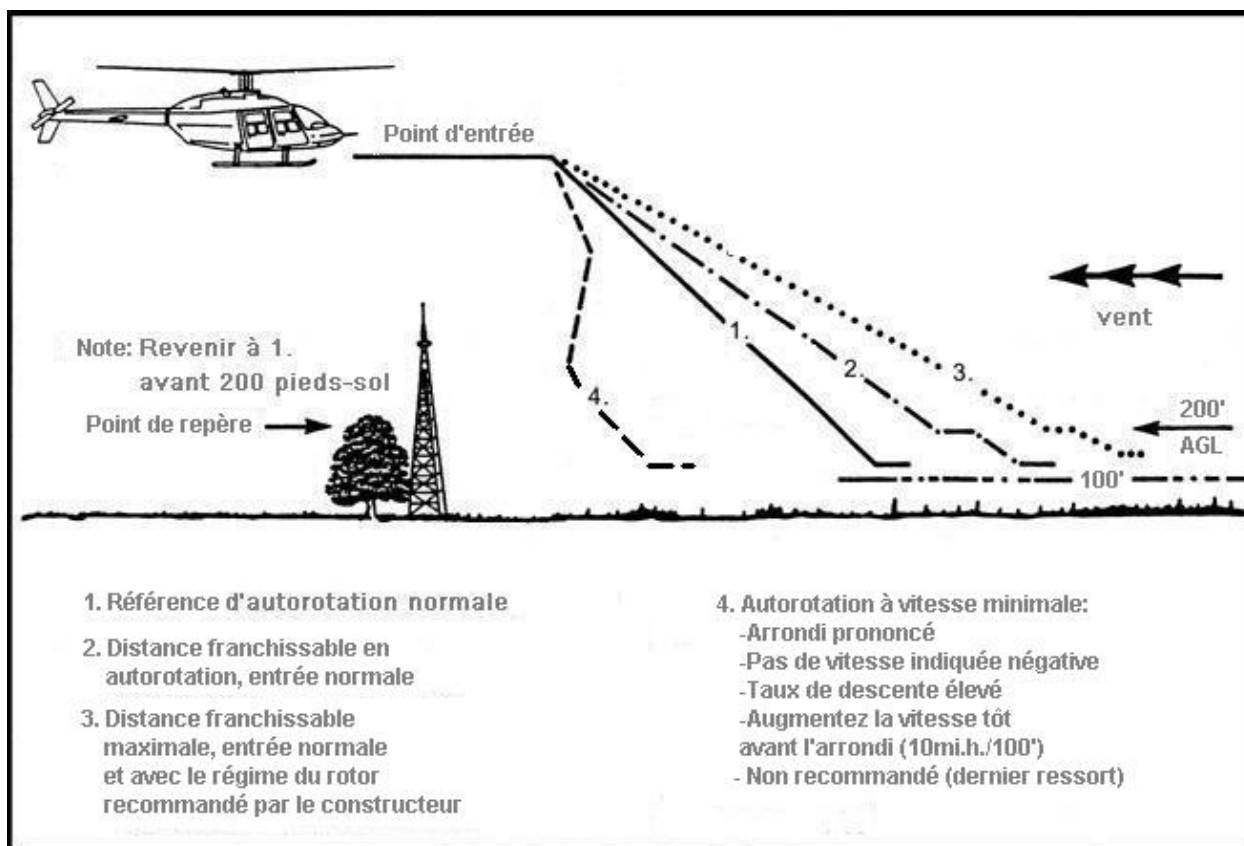


Figure 18-2 Changements à la distance franchissable

2) Par virages (Fig. 18-3)

Il est également possible de diminuer la distance franchissable d'une autorotation par des virages. Lorsque vous avez recours à un virage, rappelez-vous que l'effort additionnel sur le disque-rotor peut provoquer une augmentation rapide du régime du rotor. Surveillez ce dernier afin de ne pas dépasser les limites; il peut être également nécessaire d'augmenter légèrement le collectif pour empêcher le rotor de passer en survitesse mais réduisez le pas collectif dès que cela est possible afin de garder le régime du rotor pour l'atterrissage.

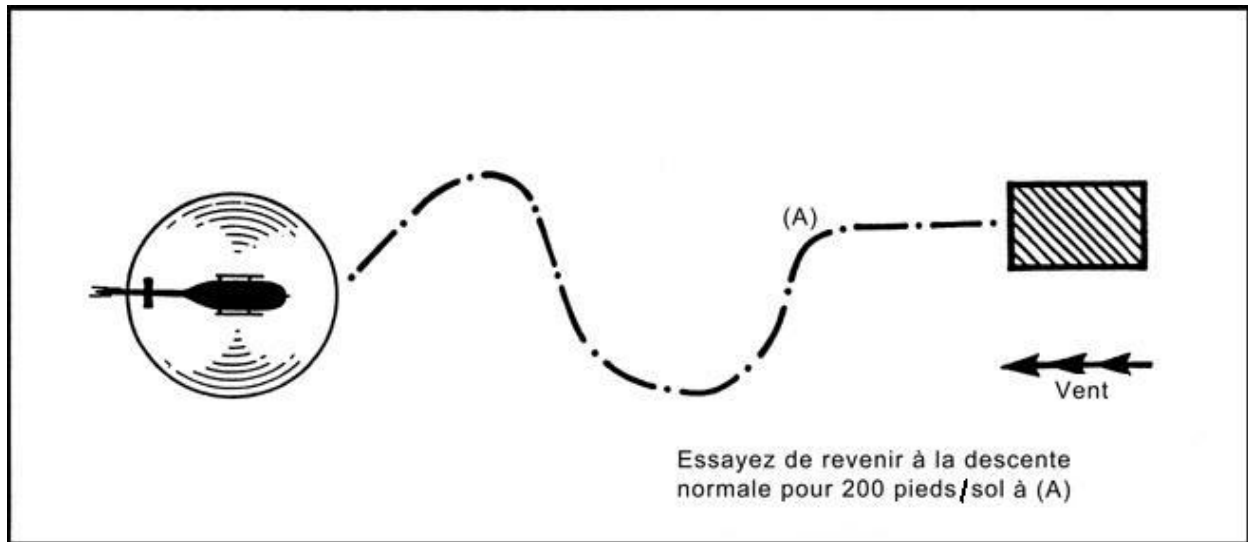


Figure 18-3 Diminution de la distance franchissable par virage

Le virage, en plus de diminuer la distance franchissable de l'autorotation, augmente nettement le taux de descente. Prenez ce fait en considération lorsque vous estimez la distance au point d'atterrissage voulu car il déterminera le genre de manœuvre que vous devrez exécuter pour atteindre ce point d'atterrissage. Les figures 18-4, 18-5 et 18-6 représentent divers exemples de virages en autorotation.

Les virages serrés en autorotation peuvent augmenter le taux de descente jusqu'à 2500 pieds par minute suivant le type d'hélicoptère.

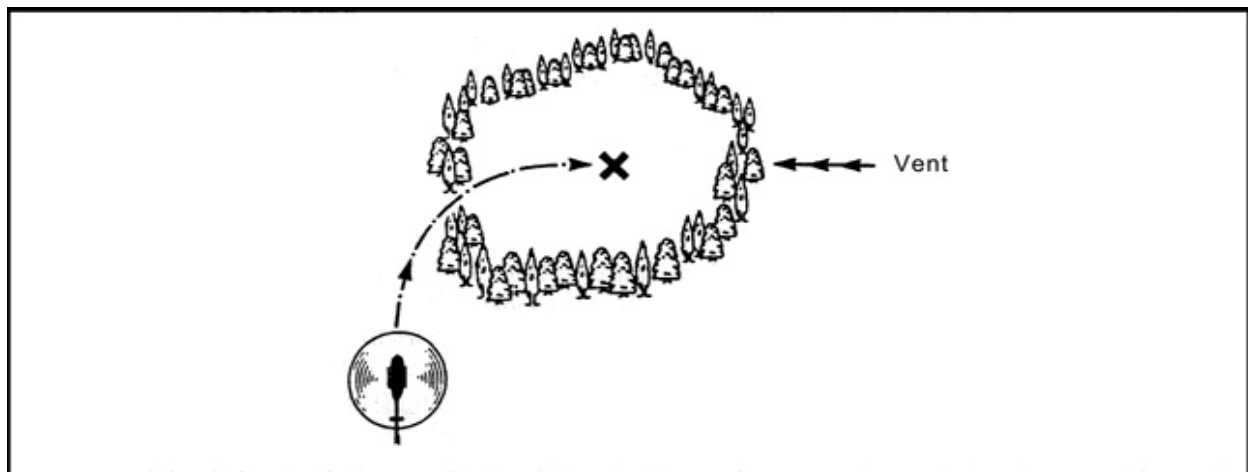


Figure 18-4 Le virage de 90 degrés en autorotation

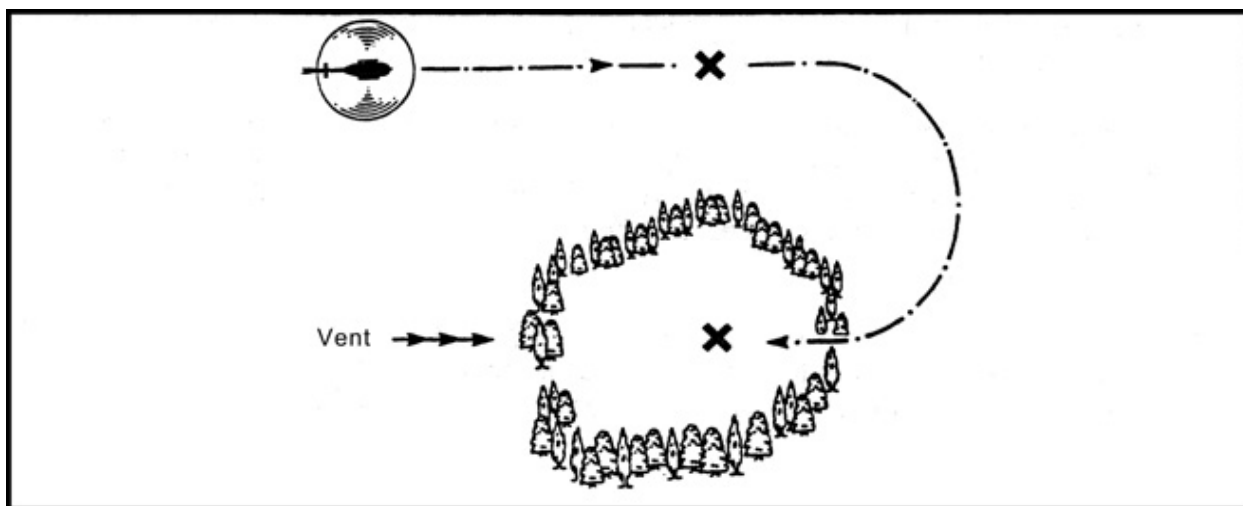


Figure 18-6 Le virage de 180 degrés en autorotation

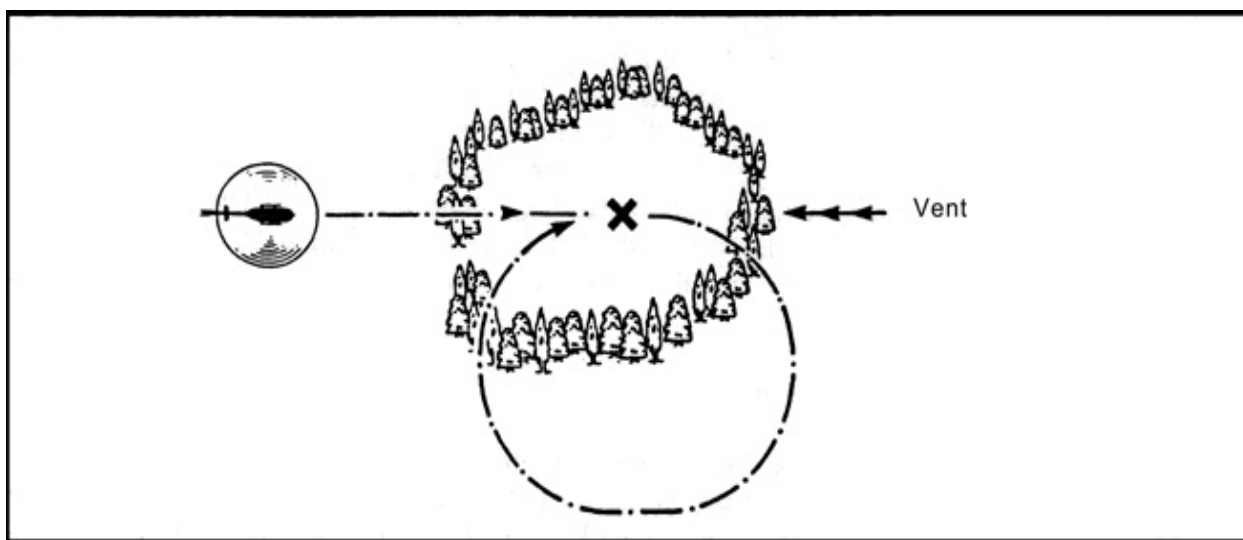


Figure 18-5 Le virage de 360 degrés en autorotation

EXERCICE 19 - PRATIQUES D'APPROCHE FORCÉE

Les atterrissages forcés, comme leur nom l'indique, sont l'application de l'autorotation et la pratique des procédures d'urgence que votre instructeur vous a déjà enseignés.

Pendant cet exercice, vous allez apprendre à mettre en application ces compétences à toutes les situations d'urgences simulées par votre instructeur. La simulation d'urgence la plus courante est la panne-moteur surprise. Votre instructeur vous enseignera les mesures à prendre en cas de panne moteur. Cette panne est généralement simulée par la réduction des gaz au ralenti initiée par l'instructeur; à ce moment-là :

- 1) mettez-vous en autorotation en baissant complètement le levier de pas collectif, adoptez le taux de descente optimal à l'aide du cyclique et contrôlez le mouvement de lacet à l'aide du palonnier;
- 2) choisissez une zone d'atterrissage, de toute évidence, plus elle sera grande et plate mieux cela vaudra; si c'est possible, arrangez-vous pour qu'elle soit face au vent;
- 3) réglez vos commandes pour atteindre la zone choisie conformément aux procédures que vous avez apprises dans les leçons précédentes sur l'autorotation (Fig. 19-1);
- 4) choisissez entre l'atterrissage ou, si vous êtes en exercice de simulation de panne, la remontée à l'aide de la procédure de reprise au moteur.

Les manœuvres précédentes sont les actions minimales à accomplir pour assurer les meilleures chances pour un atterrissage forcé réussi. Si vous disposez de temps et que vous vous trouvez à une hauteur suffisante, il existe d'autres procédures à faire :

- 1) émettez un appel MAYDAY; un exemple est donné à la fin de cet exercice;
- 2) si cela est possible repérez la cause de la panne et prenez les mesures nécessaires pour la rectifier;
- 3) avertissez l'équipage et les passagers, assurez-vous qu'ils sont avertis d'adopter la position en cas d'urgence;
- 4) coupez le carburant, la batterie et la génératrice avant l'atterrissage.

Il est évident que d'autres facteurs auront une incidence sur le choix de l'emplacement, ceux-ci seront étudiés en détail. Certains méritent mention, par exemple : le vent, les montagnes, les zones bâties, les reliefs très boisés et l'eau. Comme vous pouvez voir, il y a beaucoup à penser au moment de prendre la décision.

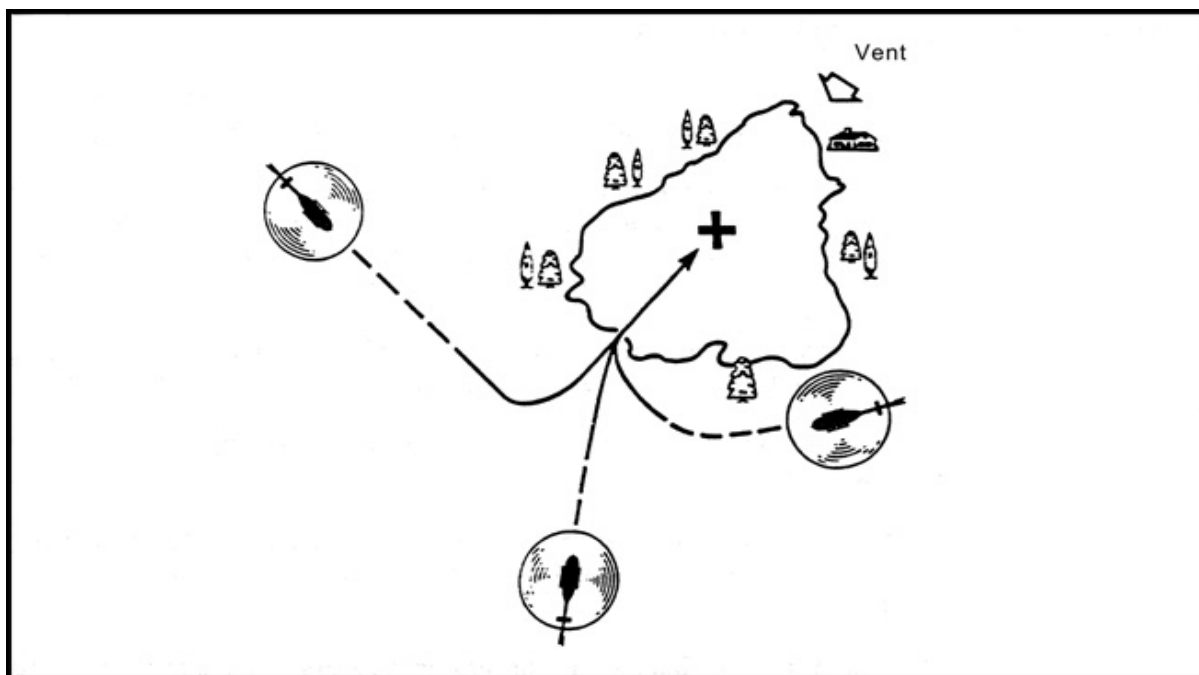


Figure 19-1 Approche d'atterrissage forcé

APPEL DE DÉTRESSE

Chaque fois que vous simulez une panne-moteur, il faudrait faire un appel MAYDAY simulé. Cela deviendra peu à peu un réflexe et sera énoncé automatiquement en cas d'urgence réelle. Si le temps ne permet pas un appel complet, un appel même partiel peut entraîner une différence dans la réaction du personnel de sauvetage. Votre appel MAYDAY simulé doit comprendre les éléments suivants :

Préfixe MAYDAY	« MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY »
Indicatif de l'aéronef	« GABC, GABC, GABC »
Nature de l'urgence	« Panne moteur »
Intentions	« descente en autorotation au bord du lac »
Position actuelle	« 10 milles au nord-est de Franz »

Essayez toujours de voler aussi haut que la tâche que vous êtes en train d'accomplir le permet, cela vous donne beaucoup plus de terrain où choisir un point d'atterrissage. En général, les vols à basse altitude au-dessus d'obstacles se terminent par des atterrissages forcés qui sont rarement réussis.

EXERCICE 20 - LA NAVIGATION

Un avantage important que possède un aéronef sur la plupart des moyens de transport de surface réside dans le fait qu'il est capable de se rendre plus ou moins directement à destination à une vitesse constante et relativement élevée. Cependant, pour pouvoir profiter de cet avantage, il est indispensable que le pilote soit compétent en navigation au-dessus de zones peu ou non peuplées. Le premier stade de cette science est une combinaison de navigation pratique et de lecture de carte qu'on appelle navigation du pilote. Elle implique l'aptitude de piloter l'aéronef sur une distance raisonnable au-dessus d'un territoire relativement inconnu avec un minimum d'appréhension et un maximum de plaisir.

Des vols-voyages en solo sont nécessaires pour la délivrance d'une licence de pilote mais ils seront précédés par des vols d'instruction en double commande couvrant tous les aspects de l'exercice. La réussite ou l'échec d'un vol-voyage dépend de votre aptitude à :

- 1) planifier le vol en tenant compte des conditions météorologiques présentes et anticipées, du relief, des distances à franchir et de vos propres aptitudes en tant que pilote;
- 2) prendre et maintenir un cap et une altitude voulus;
- 3) reconnaître l'effet de la dérive et calculer de nouveaux caps pour revenir sur la route voulue et s'y maintenir ou voler directement à destination;
- 4) calculer les vitesses-sol et corriger les heures d'arrivée prévues (ETA) avec précision;
- 5) lire les cartes et identifier les points caractéristiques au sol; plus particulièrement, identifier correctement les points de repère prédéterminés et nouveaux;
- 6) reconnaître la nécessité de dévier d'un itinéraire prévu et savoir déterminer un cap et une ETA vers un héliport ou un terrain de dégagement en un minimum de temps et avec le moins de confusion possible.

Il est difficile de placer les points qui précèdent dans un ordre défini d'importance du fait que des changements de situation obligeraient à en modifier l'ordre. Par exemple, lorsqu'un vol s'effectue au-dessus d'un terrain ou dans des conditions météorologiques rendant la lecture des cartes extrêmement difficile, une aptitude à maintenir un cap avec précision et à calculer correctement des ETA prend une importance vitale sur la poursuite du vol ou le déroutement vers une autre destination.

LA PRÉPARATION AVANT LE VOL

La réussite d'un vol de navigation et le plaisir que l'on peut y prendre dépendent dans une grande mesure de la préparation avant le vol et de l'organisation. Plusieurs facteurs sont à considérer et peuvent varier suivant les conditions dans lesquelles le vol sera mené. Les conditions météorologiques, le relief, les installations d'atterrissage et de ravitaillement ainsi que la fréquence des points de repère en route peuvent influencer les décisions. Il est recommandé d'effectuer la préparation, l'étude et les calculs point par point, pour le vol, dans l'ordre suivant :

- 1) conditions météorologiques;
- 2) choix de la route;
- 3) étude des NOTAM et des comptes rendus sur l'état des terrains;
- 4) préparation des cartes aéronautiques;
- 5) préparation du journal de vol;
- 6) dépôt du plan ou de l'itinéraire de vol.

LES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

Les vols de navigation du pilote doivent être entrepris dans des conditions météorologiques permettant de respecter les règles de vol à vue et sous réserve que les prévisions assurent leur maintien sur la route choisie. Il faut donc obtenir les renseignements météorologiques appropriés. Ceux-ci peuvent être obtenus par différents moyens et différentes sources. Veillez à bien vérifier les bulletins des conditions météo observées en les comparant aux prévisions applicables aux aérodromes de destination et d'escale prévus ainsi qu'à l'itinéraire choisi. Attachez une attention particulière aux vents. La force du vent peut avoir une incidence capitale sur la planification du vol. Les conditions météorologiques sont toujours sujettes à des changements; par conséquent, quelles qu'elles soient, la préparation d'un vol-voyage doit comprendre et prévoir la possibilité de vous dérouter vers un terrain de dégagement. On peut le faire en dressant la liste appropriée de tous les terrains de dégagement qui conviennent le long de l'itinéraire, dans l'ordre chronologique indiqué sur l'imprimé du journal de vol. On peut également les entourer sur la carte de navigation.

CHOIX DE LA CARTE

La carte utilisée presque exclusivement pour la navigation du pilote est la carte à projection transversale de Mercator, à l'échelle de 1/500 000. À cette échelle, un pouce sur la carte représente 500 000 pouces sur le terrain (approximativement 8 milles terrestres). Les autres échelles auxquelles vous pouvez avoir affaire sont l'échelle de 1/1 000 000 (approximativement 16 milles au pouce) et de 1/250 000 (approximativement 4 milles au pouce). On peut également utiliser, si on a besoin d'une représentation très détaillée au sol, une échelle donnant un mille au pouce. Sur ce genre de carte, même les édifices sont représentés isolément, ce qui est particulièrement utile dans le cas des opérations d'hélicoptère. L'échelle de 1/500 000 ne correspond pas exactement à 8 milles au pouce, ce qui donnerait une échelle de 1/506 880. Sur les distances courtes, il n'y a pas lieu de tenir compte de la différence.

ÉTUDE ET CHOIX DE LA ROUTE

Après avoir déterminé que les conditions météorologiques seront satisfaisantes pour le vol, il faut analyser tous les facteurs pertinents et décider d'un itinéraire. Le plus direct peut ne pas être le plus souhaitable, car il peut se trouver en grande partie au-dessus de l'eau, à une distance de la terre ne pouvant être franchie en vol plané ou traverser une zone interdite ou dangereuse. Les points de ravitaillement sont un facteur essentiel dans le choix de la route car la plupart des hélicoptères ont juste assez de carburant pour des parcours relativement courts.

Lorsque vous choisissez des itinéraires, essayez d'éviter ceux qui comportent des temps de vol prolongé au-dessus de zones où la lecture des cartes est difficile. La capacité de lire des cartes constitue une part très importante de la navigation du pilote. L'objectif est « d'arriver en toute sécurité et confortablement »; la rapidité n'est vraiment que secondaire et peut être sacrifiée dans l'intérêt de cet objectif.

Un point de contrôle ou le point de position observée, consiste en une marque ou plusieurs marques distinctes sur le sol, le long ou près de la route suivie par l'hélicoptère et servant à établir la position de celui-ci, à calculer en cours de route la vitesse par rapport au sol et à réviser l'ETA.

Des routes principales, des rivières, des voies ferrées et des lacs constituent d'excellentes aides, facilement identifiables, pour la navigation du pilote. Afin d'en tirer le maximum d'avantages, l'itinéraire doit être choisi de façon à en comporter le plus grand nombre de ces repères. Au cas où une situation quelconque exigerait de s'écarter du plan de vol initial, un pilote se sent considérablement plus sûr de lui s'il sait exactement où il est au moment de procéder au déroutement.

Il importe que la carte aéronautique utilisée soit à jour et qu'elle ne soit pas abîmée au point que certains détails importants se trouvent effacés. Un grand nombre de pilotes expérimentés ajoutent à leurs cartes aéronautiques des informations provenant de cartes routières puisque ces dernières indiquent plus de routes secondaires et plus de détails à jour sur les routes principales. Il ne faut, cependant, pas perdre de vue que les cartes routières ne servent qu'à titre de document de second ordre, vu que les échelles de distances et les caractéristiques du relief n'y sont pas toujours indiquées avec précision.

PRÉPARATION DE LA CARTE

Une fois que vous avez choisi la ou les cartes aéronautiques appropriées, en veillant à ce qu'elles soient à jour et que vous avez décidé de votre itinéraire, tracez la « route à suivre » qui sera représentée par une ligne allant du point de mise en cap au point de destination; jalonnez la route de points intermédiaires et déterminez les routes vraies et les distances. Les lignes représentant les « routes à suivre » devront être tracées d'une manière qui permette de les distinguer facilement des détails d'impression de la carte sans pour autant cacher les particularités de celle-ci. On peut se servir d'un surligneur pour faire ressortir la route tracée sur la carte.

Déterminez les distances puis examinez attentivement l'itinéraire et notez ce qui suit :

- 1) la hauteur du relief, en portant une attention particulière aux collines, points culminants, tours, lignes de transport d'électricité et autres obstacles;
- 2) les zones dangereuses et interdites;
- 3) les autres aérodromes et terrains convenant à un atterrissage;
- 4) l'emplacement, la disponibilité et l'écartement des points de repères.

Pour faciliter l'évaluation et la correction des écarts de la route suivie en vol, des lignes de dérive peuvent être tracées sur la carte. Il s'agit de lignes tracées sur la carte à 10 degrés de divergence de part et d'autre de la ligne représentant la route à suivre; ces lignes sont issues, d'une part, du point de mise en cap et, d'autre part, du point de destination. La façon dont elles sont tracées est indiquée en détail plus loin dans le corps du texte, mais vous pouvez en avoir un aperçu en consultant la figure 20-1. Un point de mise en cap est un point sur la carte représentant un repère au sol facile à identifier ou connu tel qu'une voie ferrée, une intersection de routes, un coude de cours d'eau, une tour, un petit village ou un lac sur lequel le pilote peut facilement se diriger à vue pour faire la mise en cap. La précision avec laquelle on met le cap revêt une importance essentielle. Il n'est pas admissible de mettre le cap à partir de l'étape vent arrière si l'origine de la ligne représentant la route se trouve au centre du symbole représentant l'héliport, étant donné qu'en procédant de cette façon une erreur de route d'un demi-mille à un mille survient dès le départ.

Pour permettre d'effectuer rapidement des calculs de distance, la ligne tracée sur la carte pour représenter la route devrait également être jalonée à intervalles régulier de 10 milles (voir Fig 20-1). Une autre méthode consiste à faire une marque au quart, à la moitié et aux trois quarts de chaque segment. Ces deux méthodes facilitent les calculs mentaux de temps, de distance et d'erreur de route.

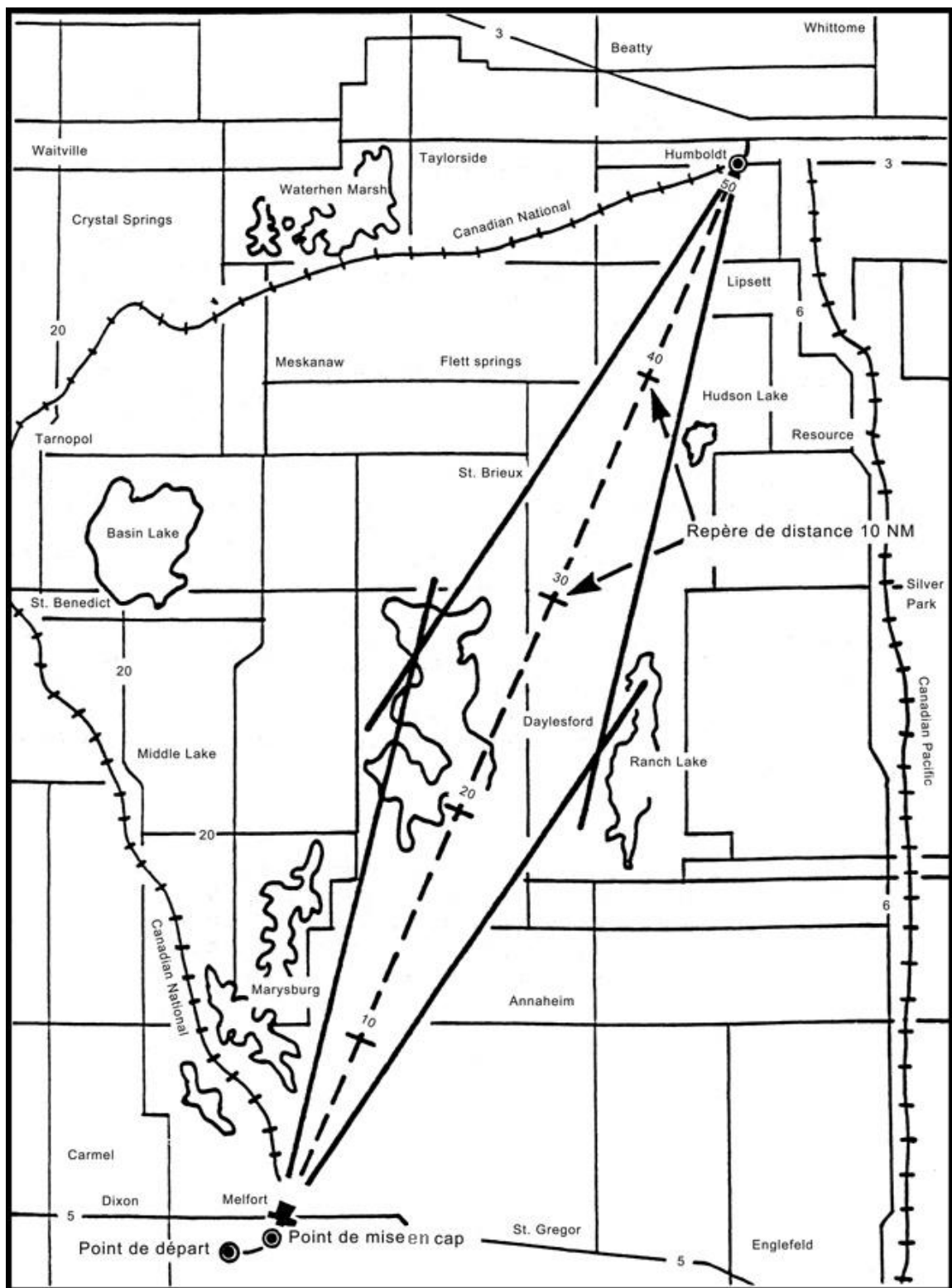


Figure 20-1 Préparation de la carte en se servant de lignes de dérive à 10 degrés

LE FORMULAIRE DE PRÉPARATION DE VOL

Inscrivez les renseignements sur le vol envisagé sous les rubriques appropriées du formulaire de préparation de vol à mesure que ces renseignements s'accumulent. La figure 20-2A vous donne l'exemple comment inscrire un vol planifié reliant Melfort à Humbolt. Vous y inscrivez l'altitude de croisière de 4500 pieds, la vitesse vraie, la route et la vitesse du vent; à mesure que vous obtenez soit par mesure, soit par calcul les autres données, vous les ajoutez sur le formulaire. Les autres renseignements significatifs, notamment les conditions météorologiques et les conditions d'atterrissage, peuvent également être ajoutés pour considération immédiate et ultérieure.

FORMULAIRE DE PRÉPARATION DE VOL												(✓)			
												Distances/Vitesses en		noeuds	✓
												m/h			
De	À	Alt.	Vi	Vv	Route (T)	Vent	Cap (T)	Décl.	Cap (M)	Vs	Dist.	Temps	Qté. carb.		
MELFORT -															
POINT DE RÉPÈRE #1		↗	80	-	080			17E	063		3	3			
POINT DE RÉPÈRE #1 -		4500	90	98	024	290/20	012	17E	355	97	50	31	12		
HUMBOLDT															
												34	12		

Prévisions météorologiques YXE/YPA 50 SCT 70 OVC 6-8 RW- 0CNL GUSTS 30 3-250 20+10 Bulletins de stations en route	Fréquences radio en route et aides à la navigation YPA VOR 113.0 YXE VOR 116.2 TWR 118.3 315' TOUR	Renseignements sur la destination YXE 40SCT 0CNL 6 RW- W/V 275/20+25 Prévisions Piste(s)
--	---	--

Figure 20-2A Formulaire de préparation de vol

LA MESURE DU TRACÉ DE ROUTE

L'un des avantages que procurent les cartes à projection transversale de Mercator est que l'échelle y est pratiquement invariable. En raison de ceci, les méridiens de longitude, soit les lignes verticales, convergent en un point imaginaire situé dans le prolongement nord de la carte ce qui fait qu'une droite tracée sur la carte coupe chaque méridien à un angle légèrement différent. Pour compenser ces différences d'angles, le rapporteur devrait être placé à mi-longueur de la droite représentant la route lorsque l'on cherche à mesurer cet angle. Cette méthode est particulièrement importante lorsque la ligne représentant la route est longue et longe les parallèles de latitude.

LES CORRECTIONS DE VITESSE

La vitesse vraie (VV) est utilisée pour les calculs de navigation puisque la vitesse indiquée (VI) varie suivant la température, la pression et l'altitude. La VI peut être convertie facilement en VV (ou inversement) à l'aide de la règle à calcul de navigation. En ce qui concerne les hélicoptères on utilise très souvent la vitesse indiquée (VI), à cause du fait qu'ils volent généralement assez bas et que la différence entre les deux vitesses est minime.

LE VENT

Dans la terminologie aéronautique, le terme « vent », habituellement abrégé « Vw », s'applique à la direction du vent et sa vitesse. Les vents changent normalement en fonction de l'altitude il faut donc, lorsqu'on planifie un vol-voyage, en tenir compte pour préparer la formule de préparation de vol. De nombreux facteurs interviennent dans le choix de l'altitude ou des altitudes de vol et très souvent le vent en est un des principaux.

LA FEUILLE DE NAVIGATION

Le vent étant déterminé pour les altitudes de vol, calculez les caps, les vitesses-sol et les temps, puis remplissez la feuille de navigation (Fig. 20-2B). Détaillez toutes les routes, les caps, les distances, les vitesses, les temps, etc. relatifs au vol. De cette façon, vous aurez un dossier organisé et un programme pour le vol, ce qui réduit au minimum la possibilité d'oublier des données importantes et d'avoir à résoudre des problèmes en vol. Il convient de calculer la quantité de carburant à emporter et de vérifier les calculs en cours de route à la lumière de la consommation de carburant observée afin d'évaluer si les réserves suffiront à se rendre à destination. Il existe différentes formules de préparation de vol, de feuille de navigation; chacune est conçue dans un but particulier. Les formulaires des écoles de formation seront fournis par l'instructeur de vol qui apportera également son aide pour leur préparation.

La feuille de navigation

Le pilote d'hélicoptère dispose de peu de temps pour tenir une feuille de navigation (Fig. 20-2B), bien que cela ne soit pas toujours possible sur certains types d'hélicoptères, il lui faut néanmoins enregistrer certains éléments qui sont :

- 1) les caps compas (utilisez 3 chiffres, par exemple 037°);
- 2) l'heure à laquelle l'hélicoptère prend chaque nouveau cap compas;
- 3) l'ETA à destination et aux points tournants prévus;
- 4) l'heure de passage à la verticale ou vis-à-vis des points de contrôle et des points tournants;
- 5) les nouvelles vitesses-sol et les ETA révisées.

FEUILLE DE NAVIGATION			Distances/Vitesses en				Noeuds mi / h		✓
De	—	À	Alt.	Vi.	Route (T)	Vent	Cap (M)	Dist.	Temps
MELFORT	—	REPÈRE #1	/	80	080	290/20	→	3	3
REPÈRE #1	—	HUMBOLT	4500	90	024	290/20	355	60	31
								53	34
TEMPS DE VOL									
Heure	Cap (C)	Remarques						Vs réelle	ETA
1255		DÉCOLLER MELFORT							
1300	355	AU-DESSUS DU REPÈRE #1.						117	1322
1307		4 MILES N.E. DE MARYSBURG (6°G)							
1307	007	CHANGER CAP POUR REPRENDRE LA ROUTE (2x6) - 120°							
		VITESSE-SOL 14 MILES EN 8 MINS.						120	1322

Figure 20-2B Feuille de navigation

PLAN DE VOL OU ITINÉRAIRE DE VOL

Il est obligatoire de déposer un plan de vol ou un itinéraire de vol avant tout vol menant à plus de 25 milles du point de départ. Entre autres, cela assurera que les autorités concernées seront alertées en cas de retard de l'hélicoptère. Les recherches aériennes peuvent demander beaucoup de temps et d'argent, il est donc impératif pour le pilote de fermer son plan de vol ou son itinéraire de vol en avisant l'organisme approprié une fois qu'il est arrivé à la destination prévue ou à son terrain de dégagement.

GÉNÉRALITÉS

Dans ce texte, on ne se propose pas de traiter de tous les détails pertinents à la navigation du pilote dans la conduite d'un vol, du fait que l'organisme de formation assurera la formation appropriée au moyen d'exercice de navigation en double commande. On trouvera cependant dans les lignes qui suivent certaines généralités concernant tous les vols-voyages.

Le compas magnétique

Vous noterez dans les lignes suivantes du présent chapitre, au sujet des « erreurs du compas », que cet instrument de navigation peut ne pas être digne de foi lorsque l'hélicoptère est en virage, incliné ou encore soumis à une accélération ou à une décélération. Par conséquent, afin de pouvoir maintenir le cap d'un hélicoptère au moyen du compas magnétique, l'appareil doit être en vol rectiligne à vitesse constante.

Les virages au compas

On ne peut pas se fier aux indications du compas lorsque l'hélicoptère est en virage. Suivant les divers types d'hélicoptères, un virage de plus de 90° ou d'une fraction de cette valeur, peut être estimé au moyen de l'angle formé par le nez de l'appareil, soit 12 heures, et les positions respectives pour 3 heures et 9 heures. Par exemple, pour faire un virage de 100° vers la gauche il faut prendre le cap qu'indiquerait la petite aiguille à 8 heures et demie.

L'indicateur de cap

Cet instrument est sujet aux erreurs de précession. L'indicateur de cap doit être calé manuellement par le pilote d'après le compas magnétique et recalé par la suite toutes les 15 minutes. Il est important de caler l'indicateur de cap avec précision en VOL RECTILIGNE.

L'altimètre

La pression atmosphérique varie de temps à autre et d'un endroit à un autre. L'altimètre doit donc être recalé par le pilote afin de compenser ces variations. On peut obtenir les calages altimétriques en vigueur en s'adressant aux tours de contrôle ainsi qu'aux stations d'information de vol ou encore, en se mettant à l'écoute du Service automatique d'information en région terminale (ATIS).

LECTURE DES CARTES

On acquiert l'expérience dans ce domaine dès le tout début des exercices en vol en apprenant, progressivement d'abord, à identifier les routes principales, les voies ferrées ou les rivières et à établir leur rapport avec d'autres particularités très visibles au sol, comme les villes, les aéroports, les lignes à haute tension etc., puis, à mesure que la compétence augmente, à maintenir un cap précis au compas pendant la lecture d'une carte.

Il faut disposer les cartes de façon à pouvoir les manier facilement en même temps que les commandes de l'hélicoptère. Une carte doit être pliée de façon à exiger un minimum de manutention et à faciliter la consultation. Si l'on se sert de plusieurs cartes, il faut les disposer dans l'ordre dans lequel elles seront nécessaires en vol. Orientez la carte de façon à ce que la route à suivre qui y est tracée soit parallèle à la route suivie et dirigée dans la même direction.

Il est recommandé en navigation par lecture de carte d'aller « du chronométrage à la carte au sol ». Autrement dit, il faut prévoir d'après le chronométrage et l'étude de la carte ce que l'on peut s'attendre à voir au sol. Il arrive parfois qu'il soit préférable de faire le contraire, c'est-à-dire de comparer les caractéristiques du sol à celles de la carte. La pratique des deux méthodes est nécessaire.

Estimation

Pour devenir compétent en navigation aérienne, vous devez acquérir un sens aigu de « l'estimation ». Vous ne pourrez y parvenir qu'avec de la pratique et encore de la pratique. En vol, évaluez le relèvement et la distance de l'hélicoptère par rapport à un aéroport ou à une ville ou à un point de contrôle; observez les signes naturels des vents en surface et évaluez leur direction et leur force; estimez les dimensions des objets au sol et la distance les séparant les uns des autres. En passant à proximité d'un emplacement que vous pourriez envisager pour un atterrissage d'urgence, estimez s'il est convenable. Regardez rapidement une carte et estimez la distance à laquelle un certain lac pourrait se trouver de l'hélicoptère, quel cap il faudrait suivre pour y aller et combien de temps il faudra pour s'y rendre.

Plus un pilote en sait à propos de la navigation, plus ses estimations se feront avec facilité et précision.

Erreurs et corrections de route

En raison du manque de précision inhérent aux prévisions du vent et au pilotage d'un hélicoptère, il se produit souvent des erreurs nécessitant des modifications de cap pour arriver à destination. Avant d'étudier ces corrections, il convient de définir les expressions suivantes:

- 1) Route à suivre. - La trajectoire envisagée de l'hélicoptère au-dessus du sol;
- 2) Route réellement suivie. - La trajectoire réelle de l'hélicoptère au-dessus du sol.
- 3) Erreur de route. - L'angle entre la route à suivre et la route réellement suivie, mesuré en degrés et toujours exprimé comme étant à gauche ou à droite de la route à suivre.
- 4) Angle de divergence ou d'ouverture. - L'angle entre la route à suivre et la route réellement suivie.
- 5) Angle de convergence ou de fermeture. - L'angle entre l'ancienne route à suivre et la nouvelle route à suivre de façon à arriver à destination.

Lignes de dérive ou lignes à 10 degrés

Dans la figure 20-1, les lignes de dérive ou lignes à 10 degrés, sont des droites divergentes qui s'ouvrent à partir du point de mise en cap et qui se referment au point de destination. Ces lignes permettent au pilote d'estimer avec une précision acceptable les erreurs de routes et les changements de cap nécessaires.

Le point A de la figure 20-3, montre que la route suivie se trouve à 7 degrés à gauche de la route à suivre, ce qui indique l'existence d'un angle d'ouverture de 7 degrés. On peut estimer avec plus d'exactitude la valeur de cet angle en l'imaginant ou en le matérialisant au moyen d'un repère situé sur la bissectrice (soit le point B) à 5 degrés et en se servant de ce repère pour se situer avec exactitude. Les angles de fermeture peuvent être déterminés de la même façon, au moyen des lignes de dérive à 10 degrés qui convergent au point de destination. L'angle situé entre la route à suivre et la ligne joignant le point C au point de destination montre l'existence d'un angle de fermeture.

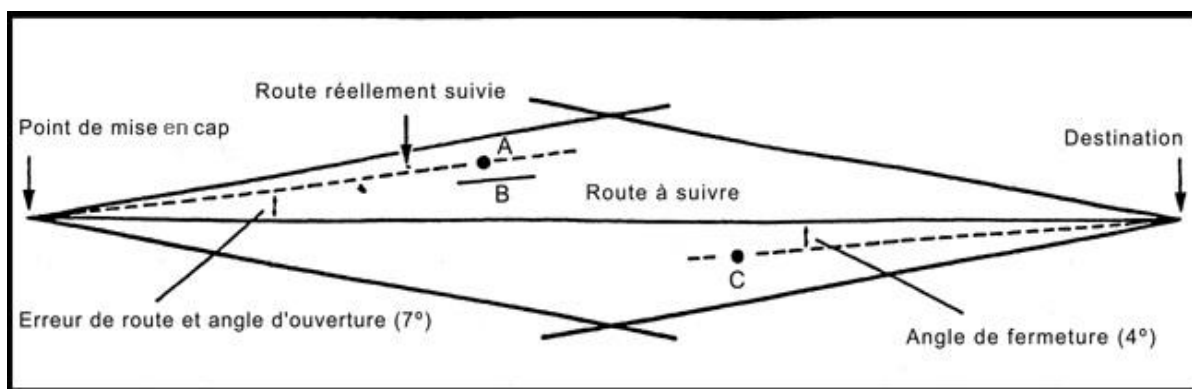


Figure 20-3 Erreurs de route et angles d'ouvertures et de fermetures

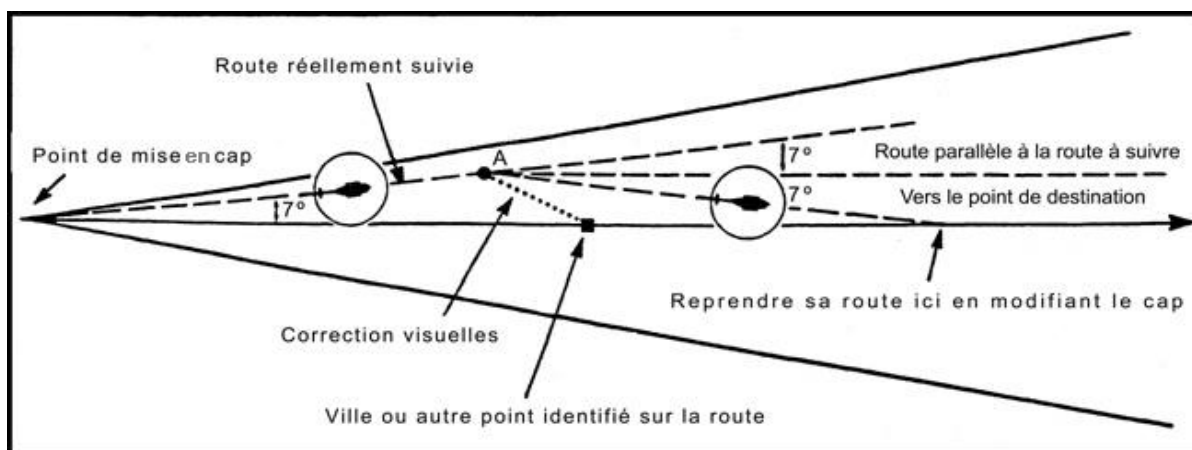


Figure 20-4 Correction en inversant et en doublant l'erreur de route

Corrections de cap

Une fois que la position de l'hélicoptère a été établie avec exactitude, si elle ne se trouve pas sur la route suivie, le pilote doit décider de ce qu'il convient de faire. Normalement, il faut voler pendant environ 10 à 25 milles avant de chercher à estimer une erreur de route quelconque parce que les erreurs commises sur de courtes distances sont considérablement amplifiées. On peut changer le cap de l'hélicoptère, soit en vue de revenir vers la route à suivre soit en vue de parvenir directement à destination. Cela dépendra de la position de l'hélicoptère. Il est habituellement préférable de revenir sur la route à suivre puisque c'est la région que l'on a le plus particulièrement étudiée; de plus, il est beaucoup plus facile de suivre une ligne déjà tracée sur la carte.

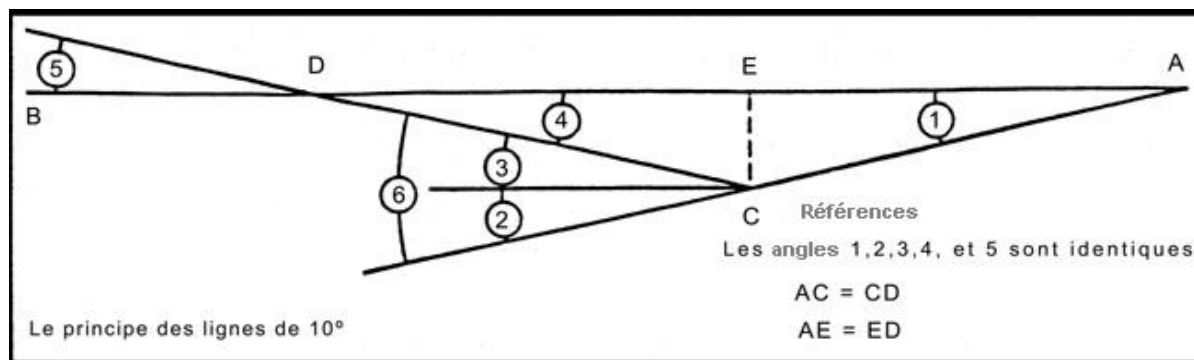
Dans la mesure où l'hélicoptère n'a pas dépassé le point médian du parcours, on peut utiliser la méthode consistant « en doublant l'erreur de route » ou encore la méthode « en altérant le cap à vue ». Si l'hélicoptère a dépassé le point médian, il est toujours possible d'utiliser soit la méthode « d'altération du cap à vue » soit la méthode consistant à « refermer l'angle de divergence ». Chaque méthode sera étudiée en détail dans les lignes qui suivent, mais avant de les étudier, voyons quelques notions élémentaires de géométrie qui faciliteront la compréhension des choses.

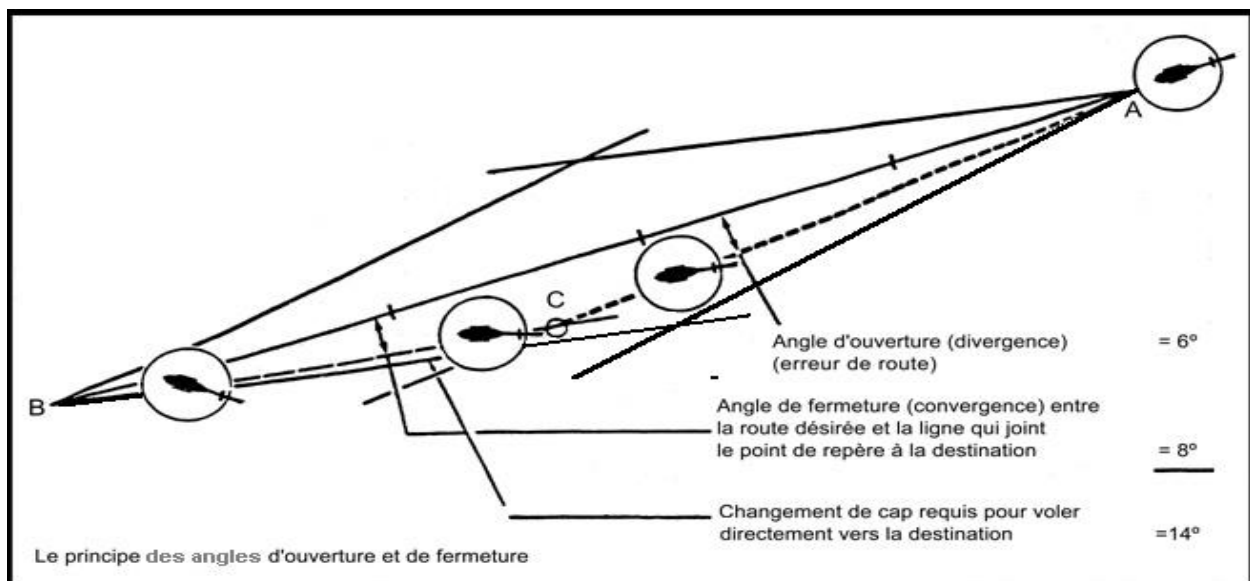
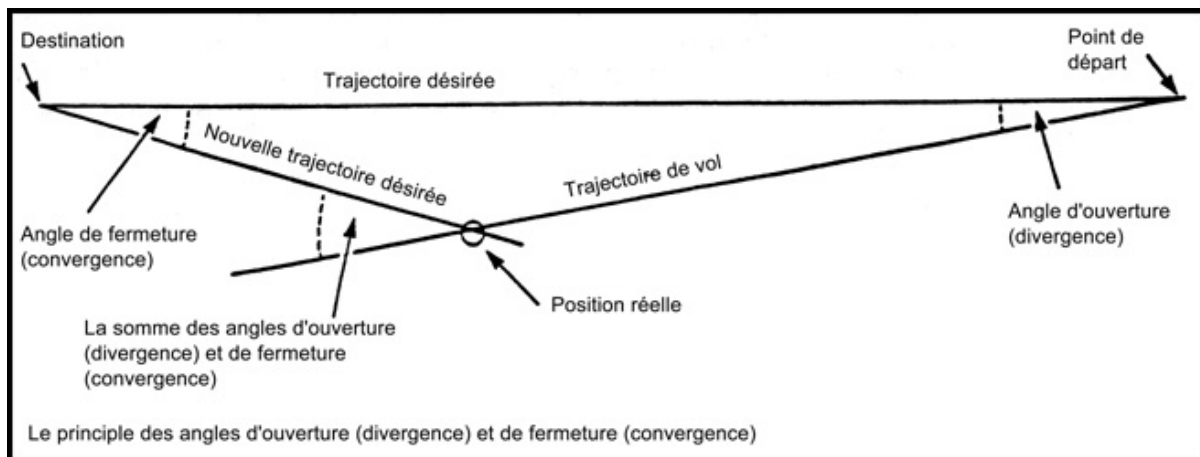
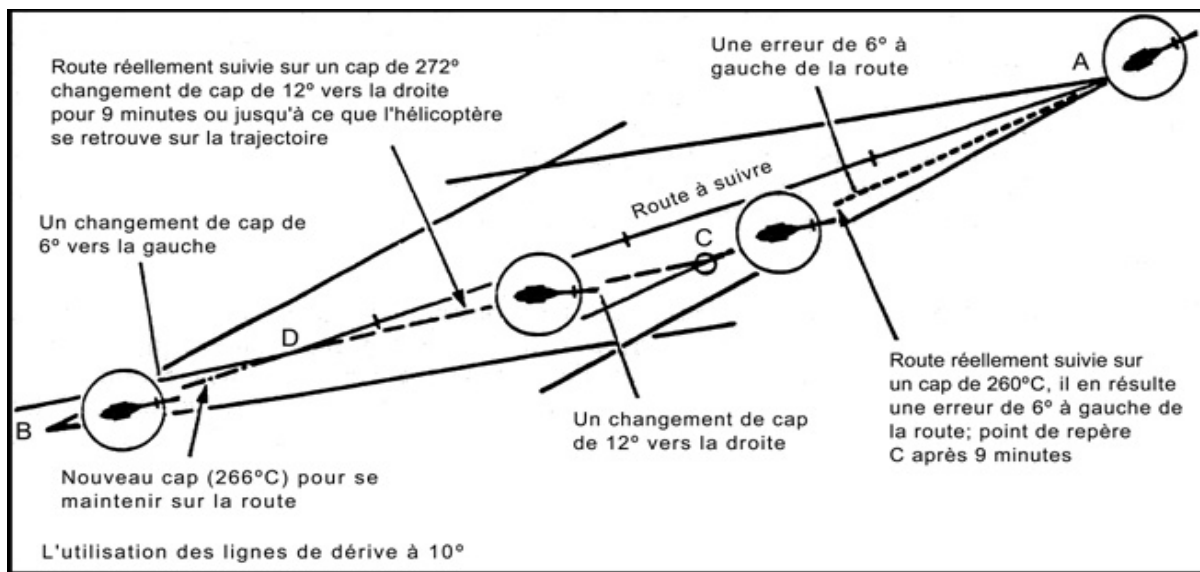
Ce qu'il faut d'abord comprendre au sujet de ces diverses méthodes, est le fait que si le cap de l'hélicoptère est modifié en direction de la « route à suivre » d'un nombre de degrés égal à l'erreur de route ou à l'angle de divergence (angle d'ouverture), le cap résultant donnera une route parallèle à la « route à suivre ». Ce que nous voulons maintenant, c'est revenir sur la route de façon à ce que nous puissions voler sur ce cap. Il nous faut suivre une méthode assez rigoureuse pour ramener l'hélicoptère sur un point de la route à suivre, de laquelle il se trouve actuellement écarté. Lorsque c'est chose faite, nous pouvons alors prendre le nouveau cap corrigé et voler selon ce cap. Nous avons également la possibilité de voler directement à destination à partir de notre position sans revenir sur la route.

On peut au moyen des lignes de dérive à 10 degrés (Fig.20-4) voir que la route réellement suivie s'écarte de la route à suivre selon un angle de 7°. En modifiant le cap de 7 degrés vers la droite, nous avons maintenant un cap qui nous donne une route parallèle à la route à suivre : c'est le cap à suivre une fois que l'on sera revenu sur la route à suivre. (Ceci n'est pas rigoureusement exact du fait que, dans chacune des méthodes dont il est question plus bas, le nouveau cap calculé pour maintenir l'hélicoptère sur la route peut ne pas être parfaitement correct, du fait que la direction du vent par rapport au nouveau cap est modifiée et que la dérive peut ne pas demeurer ce qu'elle était auparavant. À toutes fins pratiques, cependant, le changement de dérive résultant d'une aussi faible modification de cap peut être négligé.)

Si l'on décide de revenir sur la route à suivre, la méthode la plus courante consiste à doubler l'erreur de route. En doublant simplement la valeur de l'erreur de route ou l'angle de divergence et en appliquant la valeur ainsi obtenue au cap d'origine en direction de la route à suivre, l'hélicoptère reviendra sur celle-ci en un temps correspondant environ à celui qui lui a été nécessaire pour s'écarter de la route à suivre et on aura regagné celle-ci après avoir parcouru une distance égale à deux fois la distance parcourue entre le point de mise en cap et le point de changement de cap (point A dans la fig. 20-3) Au moment où on rejoint la route, il faut soustraire la moitié de la correction appliquée au cap d'origine afin d'obtenir le cap à maintenir pour garder l'hélicoptère sur la route à suivre.

S'il est possible d'apercevoir un repère au sol, identifiable avec certitude sur la route à suivre elle-même, on peut employer la méthode visuelle de changement de cap. Encore une fois, ce qu'il importe d'éviter, c'est un changement de cap qui nous donnerait une route parallèle à la route à suivre. Après avoir déterminé l'angle de divergence et avoir appliqué la valeur correspondante au cap qui est à l'origine de l'erreur commise, nous obtenons un cap qui peut être suivi une fois que nous avons regagné la route à suivre. En volant simplement à vue à partir de notre position actuelle (A dans la Fig. 20-4) en direction d'un repère au sol identifié avec certitude, nous pouvons prendre le nouveau cap et l'hélicoptère devrait demeurer sur la route à suivre.





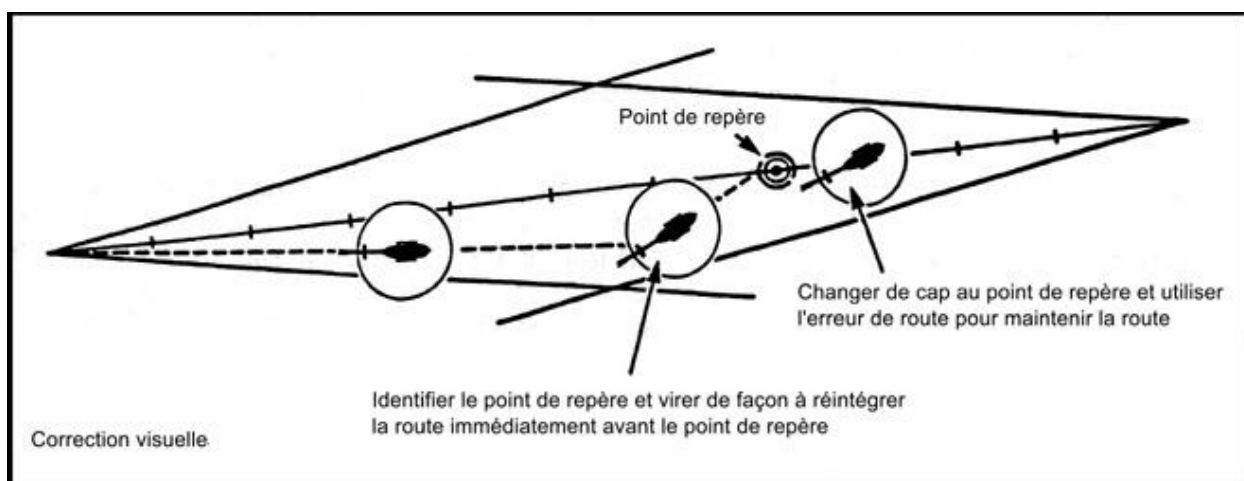


Figure 20-6 Correction de route en inversant et en doublant l'erreur de route et par correction visuelle

Prenons maintenant un exemple pratique de ces deux méthodes dans la figure 20-7.

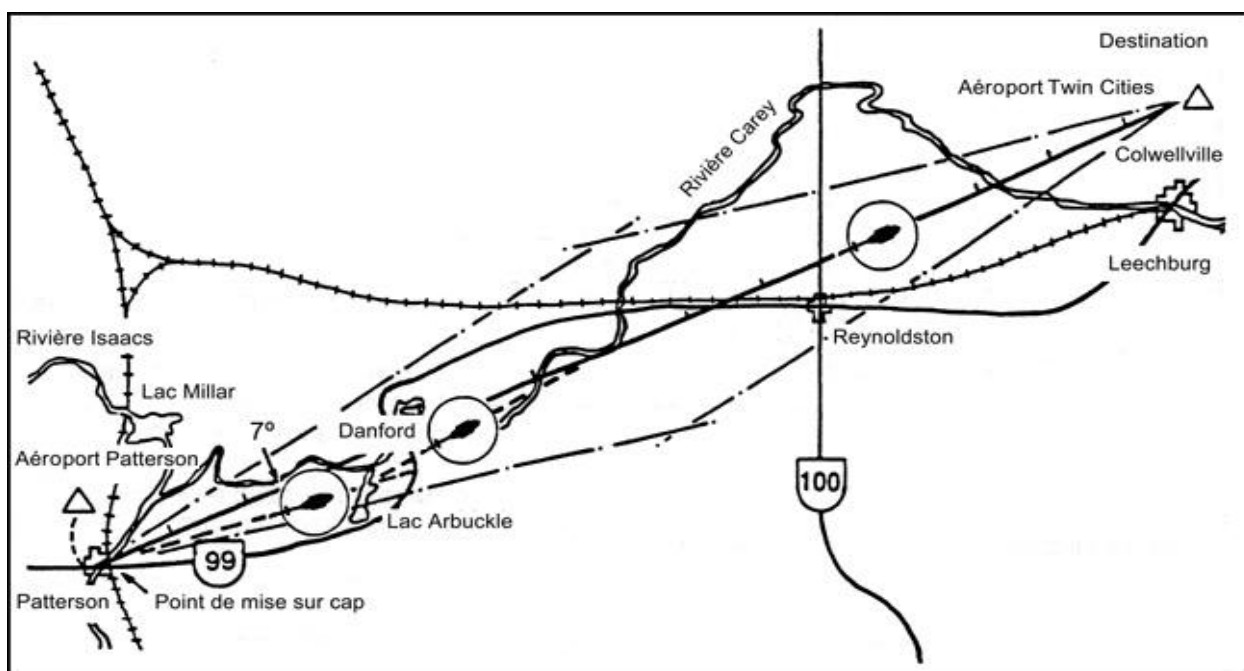


Figure 20-7 Correction de route par correction visuelle et correction en inversant et doublant l'erreur de route

Nous décollons de l'aéroport de Patterson et mettons en cap à 16:00 Z au-dessus du point où la voie de chemin de fer traverse la rivière Isaacs dans la ville de Patterson. Nos calculs nous ont indiqué que nous devons suivre un cap au compas de 065° pendant notre voyage en direction de l'aéroport de Twin Cities, à une distance de 148 milles. Après 14 minutes de vol (à 16:14 Z) nous nous repérons avec précision à l'extrémité nord du lac Arbuckle et en utilisant les lignes de dérive de 10°, nous déterminons un écart de route de 7° à droite. Un changement de route de 7° à gauche (pour prendre un cap au compas de 058°) nous amènerait à voler parallèlement à la route à suivre. Mais, puisque nous voulons rejoindre notre route au moyen de la méthode consistant à doubler l'erreur de route, nous modifions notre cap au compas 051° ($065 - 14 = 051$). Nous tenons ce cap pendant 14 minutes et nous rejoignons notre route juste au sud du coude que forme la rivière Carey à 16:28 Z. À ce moment, nous modifions notre cap de 7° vers la droite et nous suivons le cap de compas de 58°.

N'importe quelle caractéristique de terrain qui, située à proximité ou le long de la route, pourrait nous confirmer que nous avons regagné celle-ci serait utile mais, s'il n'y en a pas, le cap devra être modifié à l'heure calculée. La révision de l'ETA peut être effectuée tandis que nous volons en direction de la route à suivre. Si nous avons décidé d'utiliser la méthode d'altération de cap à vue, nous aurions pu voler à vue en direction de Danford qui se trouve à droite de notre route et qui est facilement identifiable; nous aurions alors navigué au cap compas de 058° ($065 - 7^\circ = 058^\circ$), ce qui nous aurait permis de maintenir l'hélicoptère sur la route.

Certains vols sont effectués au-dessus de terrains dépourvus de particularités se prêtant au point identifié, au point qu'il est fort possible que nous pouvons franchir la moitié du parcours avant d'avoir localisé un repère qui nous permette de nous situer avec précision. C'est dans ce cas qu'on peut avoir recours à la méthode de fermeture de l'angle de divergence ou encore à la méthode d'altération de cap à vue. Puisque nous avons déjà étudié la méthode d'altération de cap à vue, voyons en quoi consiste le principe sur lequel est basée la méthode de fermeture de l'angle de divergence. Revenons en arrière de quelques pages et étudions les définitions de l'angle de divergence et de l'angle de convergence. Un rappel des connaissances élémentaires de géométrie, joint à la consultation de la figure 20-5, permet de voir qu'en modifiant le cap d'une valeur égale à la somme des angles de divergence et de convergence, nous devrions parvenir à destination.

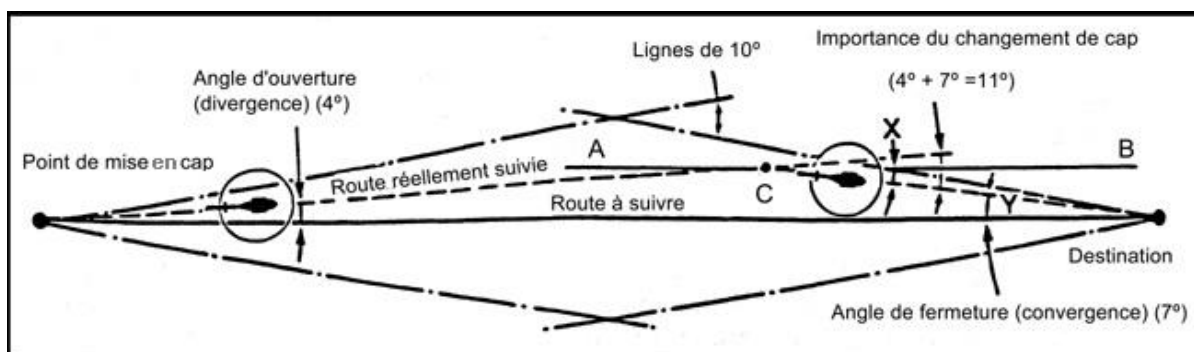


Figure 20-8 Suivre une route

Dans la figure 20-8, la ligne A-B passe par le point C où l'on effectue le changement de cap et est parallèle à la route à suivre. Au point C, qui se trouve à 4° à gauche de la route, un changement de 4° à droite nous amènerait sur une trajectoire parallèle à la route. L'angle X est égal à l'angle Y (angle de convergence) et, en utilisant les lignes à 10° (lignes de dérive), nous pouvons déterminer que l'angle Y est égal à 7°. Par conséquent, un changement de cap de 11° à droite au point C ($4^\circ + 7^\circ = 11^\circ$) devrait permettre à l'hélicoptère de se rendre directement à destination.

Voyons maintenant comment les choses se passent en prenant un exemple pratique. Dans la figure 20-9 le cap calculé pour se rendre de l'aéroport de Leech à l'aéroport de Carnegie est de 105° au compas.

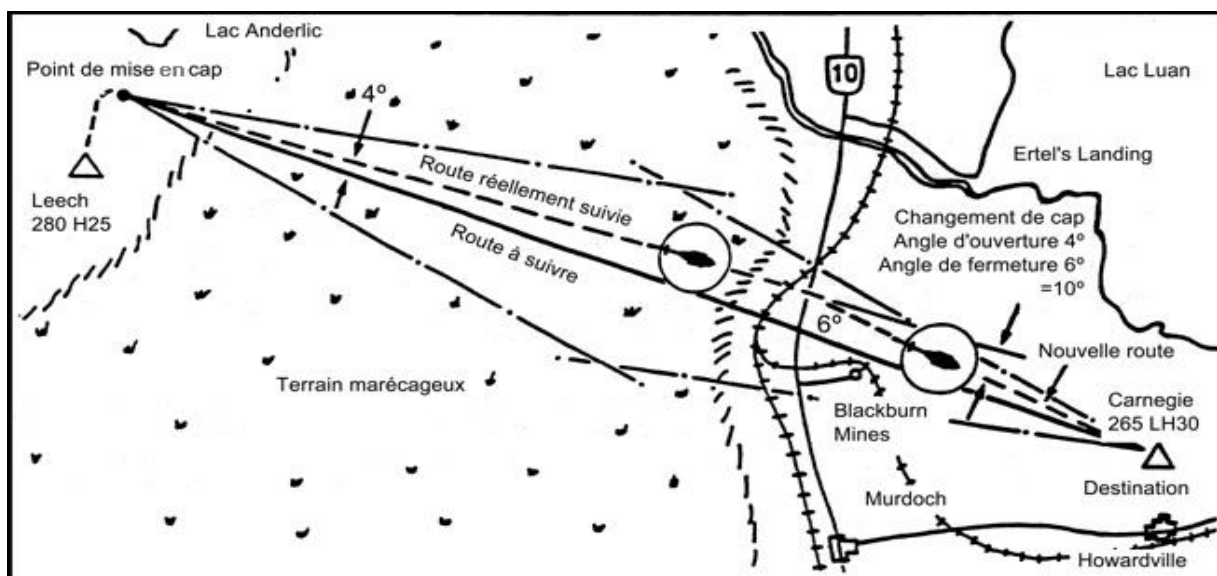


Figure 20-9 Suivre une route: application pratique

L'heure de mise en cap a été 15:00 Z. Il a fallu plus de 45 minutes et 82 milles pour pouvoir trouver un point de repère fiable, proche de l'endroit où la voie ferrée allant du nord au sud coupe la route 10. En utilisant les lignes de dérive de 10° , nous trouvons que l'angle de divergence est de 4° et que l'angle de convergence est de 6° . Par conséquent, pour voler directement vers l'aéroport de Carnegie il faut un changement de cap de 10° vers la droite ($4^\circ + 6^\circ = 10^\circ$) nous amène au cap compas de 115° ($105^\circ + 10^\circ = 115^\circ$). Une vitesse-sol de 109 nœuds a été calculée et il reste 49 milles à parcourir, l'ETA corrigée doit être de 16:12 Z. Il importe maintenant de comprendre que la méthode de fermeture après divergence peut être employée quelle que soit la distance parcourue le long de la route à suivre et n'est pas limitée aux cas où l'on a dépassé le point de médian. Une autre possibilité aurait consisté à effectuer une correction à vue en direction du point où la route à suivre initiale passe par la courbe que forme la ligne de chemin de fer à Blackburn Mines, où un cap compas de 109° ($109^\circ = 105^\circ + 4^\circ$ angle de divergence ou d'ouverture) qu'on aurait pris à ce moment-là aurait maintenu l'hélicoptère sur la route jusqu'à Carnegie.

La méthode de compensation de la dérive

Les pilotes chevronnés se servent souvent de cette méthode pour pouvoir se fixer un cap qui compense continuellement la dérive à mesure que le vol se déroule. Lorsque le cap permettant de maintenir une route voulue est déterminé d'après cette méthode, l'angle de dérive peut ensuite se calculer facilement si cela s'avère nécessaire. La visibilité en vol doit procurer suffisamment de points de contrôle de façon à pouvoir maintenir une route exacte.

Choisissez deux points de contrôle remarquables, distants de 5 à 10 milles (suivant le relief) l'un de l'autre et situés sur la route voulue en avant de l'hélicoptère. Maintenez un cap en conservant le point de contrôle le plus proche aligné sur le plus éloigné. Lorsque l'hélicoptère et les points de contrôle se trouvent tous sur une même ligne, le cap indiqué par le compas sera le cap à afficher pour le reste du vol sur cette route, sous réserve qu'il n'y ait pas de changement de vent. Afin de compenser continuellement l'effet du vent et avant d'atteindre le point de contrôle le plus proche, choisissez en un autre à distance sur la route puis recommencez l'opération d'alignement et de compensation de la dérive. Calculez la vitesse-sol d'après le temps et la distance entre les points de contrôle afin de garder des ETA précises.

LE VOL

La mise en cap

Après le décollage, établissez l'hélicoptère sur le cap compas prévu pour la première étape du trajet, à la verticale, soit de l'héliport, soit d'un point de contrôle pouvant être facilement distingué. Notez l'heure et inscrivez-la sur la feuille de navigation. Calculez ensuite l'ETA à destination et au premier point de contrôle. Il faut se rappeler que pour déterminer avec exactitude l'ampleur de la dérive, il convient de commencer l'exercice de navigation exactement au-dessus du point de mise en cap. Dès qu'on a pris le cap initial, on reporte son attention sur la carte ainsi que sur les points de position observés au sol afin de s'assurer que l'on a pris le bon cap.

Il importe de ne pas oublier que l'exercice de navigation pendant le vol-voyage a pour but de s'entraîner à la navigation et en gardant des caps exacts, en calculant et en compensant la dérive et, enfin, en calculant des ETA précises. Bien savoir lire les cartes est indispensable à qui veut obtenir, lorsqu'il en a besoin, des renseignements exacts pour le calcul et les corrections de cap et de l'ETA.

En route

Une fois que la mise en cap a été effectuée correctement, vous pouvez vous appliquer à piloter avec précision, à identifier les points de contrôle et à rester vigilant. En connaissant d'avances les ETA à la verticale des points de contrôle le long de sa route, vous pourrez vous attendre à les apercevoir au bon moment et, dès lors, vous serez en mesure de les identifier aisément. Toutefois, il ne faut jamais relâcher sa vigilance à l'égard d'autres mouvements d'aéronefs en prêtant trop attention à la navigation de l'hélicoptère; de plus, il faut faire les vérifications en vol normales à intervalles réguliers.

Les révisions de l'ETA

Au premier repère connu, idéalement de 10 à 25 milles du point de départ, il faut calculer la vitesse-sol et réviser les ETA si nécessaire. Il faut faire confiance aux instruments de navigation de l'hélicoptère plutôt qu'à son jugement et à son inexpérience. Il importe au plus haut point de maintenir stable un cap prévu ainsi qu'une vitesse constante. Si la route suivie ne peut pas être reconnue immédiatement, ne soupçonnez pas le compas d'un manque de fiabilité. Continuez à suivre un cap stable jusqu'à ce que vous ayez atteint un point de contrôle reconnaissable. Si vous vous servez d'un indicateur de cap, vérifiez fréquemment son indication par rapport au compas magnétique et recalez-le si nécessaire.

Les points de contrôle et les points identifiés

Le temps est un des éléments essentiels de la navigation, aussi faut-il acquérir l'habitude de calculer les ETA pour les points de contrôle sur l'itinéraire. De cette façon, leur localisation sera facilitée et vous empêchera de prendre l'habitude de chercher trop tôt ou trop tard des endroits précis au sol. Il est impératif de disposer d'une montre fiable à bord de l'hélicoptère pendant les vols-voyages. Le nombre de points identifiés d'une étape est fonction de sa longueur. En général, un point identifié toutes les dix minutes devrait suffire, bien qu'on puisse en utiliser plus si on le désire. Une fois que l'hélicoptère a passé un de ces points identifiés, vous devez tout de suite vous préparer mentalement à passer le prochain point de contrôle comme vous l'avez fait pour le point de contrôle précédent.

Ne suivez pas une trajectoire en zigzag d'un point de contrôle à un autre si vous pouvez les identifier facilement depuis une position située sur ou près de la route désirée. Il n'est pas honteux de ne pas arriver directement au-dessus d'un point de contrôle ou d'un point tournant. Les modifications de cap doivent être faites intentionnellement et avoir pour but de vous faire suivre une ligne aussi droite que possible.

LE DÉROUTEMENT

L'un des talents exigés d'un pilote d'hélicoptère est de pouvoir estimer rapidement un nouveau cap vers une autre destination lorsque, pour différentes raisons, la poursuite du vol envisagé n'est guère possible. Le calcul des caps, vitesses, distances et ETA en vol nécessite les mêmes opérations fondamentales qu'au cours de la préparation avant le vol. Cependant, à cause des limites d'espace et de temps, et du fait qu'il faut continuer à piloter l'hélicoptère en même temps, le pilote doit profiter de toutes les possibilités d'abrégier les calculs. On peut rarement tracer une ligne sur une carte et porter les points de contrôle et les distances comme lors d'une préparation avant le vol.

Avec de la pratique, on peut déterminer les caps de déroutement rapidement et avec une précision raisonnable en interpolant et en transposant mentalement l'orientation des voies et les routes aériennes ou les renseignements d'azimut fournis par la rose entourant les stations VOR. Ces indications de direction présentent toutes l'avantage de comporter déjà la déclinaison magnétique pour l'ensemble du secteur. Servez-vous d'un crayon ou de la tranche de la main comme règle. Si la carte utilisée ne présente pas de voies aériennes ni de rose suffisamment proches du tracé de la route à suivre, vous pouvez déterminer la valeur approximative d'un angle comme étant une fraction d'un des angles de 90° formés par les méridiens de longitude avec les parallèles de latitude figurant sur la carte. Cherchez à tracer à main levée sur la carte une ligne reliant le point de déroutement vers la nouvelle destination envisagée.

Les distances peuvent s'estimer avec suffisamment de précision pour les besoins d'un déroutement en se servant du pouce et de l'index comme « pointes sèches » appliqués sur l'échelle de la carte ou, encore plus facilement, sur les lignes de distances tracées avant le début du vol sur la route initiale. Le cercle des roses entourant les stations VOR a toujours environ 35 milles terrestres (30 milles marins) de diamètre sur les cartes aéronautiques canadiennes à l'échelle de 1/500 000.

Lorsque le déroutement vers un terrain de dégagement s'avère nécessaire, la décision de changer de cap doit être prise dès que possible. Tout d'abord, tenez compte de la distance à laquelle se trouvent tous les terrains de dégagement convenables dont vous disposez afin de choisir le plus approprié, puis estimez avec le plus de précision possible la correction de dérive, la distance, la vitesse, le cap compas et l'ETA tout en vous dirigeant vers le terrain de dégagement. Dans certaines circonstances, vous pouvez avoir avantage à vous mettre « en attente » à la verticale d'un point de contrôle connu pendant que vous faites les calculs.

Si vous disposez d'un choix convenable, il vaut toujours mieux se dérouter sur le terrain offrant l'itinéraire d'accès le plus facile à suivre comme une route principale, une rivière, une ligne de haute tension etc. Un choix prudent s'impose particulièrement lorsque la visibilité en vol est mauvaise. Si la hauteur du plafond dicte une navigation à basse altitude, soyez vigilant et surveillez les obstacles dans l'espace environnant. Un déroutement est souvent synonyme d'urgence, ce n'est pas le moment de tester ses talents de navigateur sans nécessité.

Pour compenser le vent, qui peut être souvent une inconnue dans le cas d'un déroutement vers un terrain de dégagement non prévu, la mise en cap par élimination de la dérive peut constituer le meilleur moyen. Les repères au sol vers l'avant doivent être facilement identifiables et, si la visibilité est mauvaise, ils doivent se situer assez près de la route à suivre. Une fois de plus, fiez-vous aux indications instrumentales et sachez que toute mise en cap par élimination de dérive doit être à un cap proche de celui estimé initialement pour le déroutement.

Le calcul mental en vol

Il peut s'avérer très difficile de faire des calculs mentaux en cours de vol, aussi les quelques conseils suivants pourraient-ils venir en aide à mesure que l'on acquiert de l'expérience. En connaissant les valeurs de temps et de distance, le calcul de la vitesse-sol s'effectue aisément lorsque le temps est exprimé en fractions de 60 minutes. Une distance de 25 NM parcourue en 12 minutes correspond à une vitesse par rapport au sol de 125 KT. On sait en effet que 12 (minutes) multiplié par 5 est égal à 60. Par conséquent, en multipliant la distance parcourue par 5, on obtient la vitesse-sol. D'un autre côté, une distance de 40 NM parcourue en 20 minutes donne 120 KT (40×3). Si l'un des repères de distance du tracé de la route coïncide avec un point de contrôle, le temps de vol au repère placé deux fois plus loin, sera du double que le temps de vol à ce premier repère.

Si vous êtes incertain de votre position

Il est très facile et dangereux à la fois de tirer des conclusions hâtives lorsque vous n'apercevez pas au sol les repères auxquels vous vous attendiez. Il y aura parfois des cas où vous serez incertain de votre position. C'est là qu'il faut faire preuve de calme et procéder de façon ordonnée, comme suit :

- 1) si possible, identifiez sur la carte la dernière position connue;
- 2) maintenez un cap stable et vérifiez l'indicateur de cap au compas magnétique;
- 3) commencez à lire du sol vers la carte;
- 4) si c'est possible, montez plus haut, plus vous êtes haut, plus vous voyez de terrain;
- 5) vérifiez tous vos calculs précédents en regardant de près votre carte et votre feuille de navigation;
- 6) tracez un cercle d'incertitude;
- 7) essayez de déterminer si le vent n'a pas changé de direction;
- 8) essayez de prendre un relèvement en vous servant d'aides radio à la navigation;
- 9) si tout échoue, trouvez un terrain convenable et atterrissez pour régler votre problème.

Normalement, vous devriez être capable de vous orienter en peu de temps et de continuer votre vol. Vous ne devez cependant jamais deviner votre position. Essayez de déterminer si le vent a changé de direction en traçant un cercle d'incertitude.

Pour ce faire, tracez un cercle autour de la position où vous devriez vous trouver si vous étiez sur la bonne route d'après les calculs de cap et de temps. Le rayon du cercle devrait être égal à 10% de la distance parcourue estimée depuis la dernière position confirmée. Vous essaieriez de repérer à l'intérieur du cercle d'incertitude toute caractéristique évidente du relief ou du sol et lorsque vous aurez identifié avec certitude un ou plusieurs repères au sol, relevez votre position. Rappelez-vous que l'identification absolue d'un repère au sol est le moyen de retrouver sa route. Si vous décidez que vous êtes perdu, ATTERRISSEZ. Ne gaspillez pas votre carburant en suivant au hasard un cap ou un autre dans l'espoir de trouver un repère. Vous trouverez généralement un espace pour atterrir où vous consommerez beaucoup moins de carburant et serez capable de penser plus froidement et rationnellement. Soyez toujours méthodique. Prévenez l'ATC que vous êtes perdu ou essayez d'entrer en contact avec un autre organisme de contrôle. Une fois le contact établi, donnez votre position approximative, la quantité de carburant qu'il vous reste, demandez quelle aide vous pouvez recevoir puis donnez votre plan d'action.

Normalement vous aurez une vague idée de la direction à suivre pour retourner au point d'attache vous pourrez donc y mettre le cap tout en vous efforçant de repérer des marques distinctives au sol. Les caps de radio-ralliement peuvent facilement être obtenus de l'ATC dans bien des régions, à condition d'être à leur portée. Ne soyez ni trop orgueilleux ni trop gêné pour demander de l'aide.

Si vous n'avez aucune idée dans quelle direction vous devez vous diriger, prévenez le réseau de radar, en établissant un circuit triangulaire à l'altitude pratique la plus élevée en réglant vos commandes pour obtenir la vitesse d'autonomie maximale. Si vous craignez un manque de carburant atterrissez pour garder le carburant qui reste.

Dans les cas d'extrême urgence, s'il n'y a absolument aucun endroit où atterrir, il convient d'émettre un message de détresse MAYDAY sur 121,5 MHz en indiquant le type d'hélicoptère, la nature de l'urgence, la quantité de carburant disponible, l'aide dont vous avez besoin ainsi que votre plan d'action immédiat. Gardez l'écoute sur la même fréquence en vue de recevoir des instructions.

La navigation du pilote

Un des avantages de l'hélicoptère sur les autres aéronefs est sa capacité d'atterrir sur des terrains non aménagés. N'épuisez pas le carburant en continuant le vol; choisissez un terrain convenable, si possible proche d'habitations puis atterrissez en gardant suffisamment de carburant pour rentrer au point d'attache. Une étude attentive de la carte pendant que vous êtes au sol, peut vous orienter à nouveau mais ne décollez pas si vous êtes toujours incapable de relever d'une façon certaine et précise votre position.

La route inverse

Pour une raison ou une autre, comme pour un déroutement vers un terrain de dégagement, il peut être nécessaire de calculer la route en sens inverse de la route que vous venez de prendre. La méthode la plus facile pour calculer le cap réciproque est d'ajouter 200 lorsqu'un cap est inférieur à 180°, puis de soustraire 20. Pour les caps de plus de 180°, soustrayez 200 puis ajoutez 20.

Une fois que vous êtes sur la route inverse, la correction de vent sera opposée à celle de l'aller; par exemple si à l'aller vous aviez ajouté 10°, pour obtenir le cap compas retour, il faut maintenant les soustraire de la route inverse. Ce cap devrait être suffisamment juste jusqu'à ce que vous en calculiez un nouveau plus précis. Retournez la carte de 180° puis dirigez-vous à l'aide de celle-ci jusqu'au prochain point de repère connu et ensuite reprenez normalement la navigation dans le but soit de retourner au point de départ, soit de vous diriger vers le terrain de dégagement.

La navigation à basse altitude

Il arrive qu'au cours d'un vol-voyage, il vous faille effectuer un vol de navigation à basse altitude. Il se peut également qu'au cours du test en vol pour la licence de pilote, on vous demande d'en effectuer; par conséquent, le texte suivant traitera particulièrement de la lecture des cartes à basse altitude.

La plus grande différence que vous allez remarquer en navigation à une altitude plus basse que celle généralement utilisée est la restriction du champ de vision surtout en région accidentée ou montagneuse. Si vous ajoutez à cela le fait que le pilotage de l'hélicoptère demande alors davantage d'attention, vous constaterez que vous disposez de moins de temps pour identifier avec certitude les repères au sol et vérifier les points qui jalonnent la trajectoire au fur et à mesure qu'ils se présentent. Comme vous ne pouvez espérer comparer, sans perdre le fil, les points de repères au sol et leur représentation sur la carte pour en faciliter l'identification, il faut choisir des repères caractéristiques et faciles à reconnaître : voies ferrées, routes etc. Les repères rectilignes orientés à 90° de la route servent de points de vérification et ceux qui conduisent à un point tournant servent à se guider sur celui-ci.

Au cours d'un vol de navigation à basse altitude, il faut prêter particulièrement attention aux obstacles comme les antennes de télévision ou de radio, les lignes de transport d'électricité, les cheminées d'usine et les accidents du relief. La mise en cap devrait s'effectuer si possible avant de descendre à basse altitude et la navigation doit être strictement limitée à la lecture de carte. La tenue de la feuille de navigation est impossible parce qu'il est plus urgent d'exercer une vigilance extérieure constante. Jetez souvent des coups d'œil à l'extérieur surtout si l'altitude est dangereusement faible afin d'éviter de percuter le sol. En cas d'incertitude quant à la position, il faut gagner, dans la mesure du possible, une altitude qui vous permettra d'avoir un champ de vision plus grand afin d'identifier un repère au sol.

Rappelez-vous que lorsque vous effectuez des vérifications à l'intérieur du poste de pilotage, il ne faut pas que vous gardiez la tête baissée trop longtemps. Effectuez les vérifications une par une en jetant, à chaque fois, un coup d'œil à l'extérieur jusqu'à ce que toutes les vérifications soient faites. Pour faire une bonne navigation à basse altitude, il faut que vous adoptiez de bonnes habitudes de façon à ce que le temps dont vous disposez puisse être consacré à vous assurer de votre position et à surveiller les alentours.

Les erreurs du compas magnétique

Dans certaines conditions de vol, cet instrument peut réagir de façon désordonnée.

Les raisons mécaniques et autres du comportement de cet instrument ne seront pas traitées ici. Ce qu'il est important de savoir, dans le cas présent, c'est que vous ne pouvez vous fier aux indications du compas magnétique que lorsque l'hélicoptère est en vol rectiligne à vitesse constante.

Lorsqu'un hélicoptère sur un cap nord exécute un virage, la rose reste fixe sur son pivot ou tourne momentanément dans le sens opposé; cette fausse indication est inférieure à l'amplitude réelle du virage. On dit que le compas retarde en virage à partir d'un cap nord.

Dans le cas d'un virage à partir d'un cap sud, la rose tourne plus vite que l'hélicoptère au lieu de rester fixe sur son pivot, ce qui donne une indication supérieure à l'amplitude réelle du virage. On dit que le compas avance en virage à partir d'un cap sud.

Lorsque l'hélicoptère suit un cap est ou ouest, les variations de vitesse causeront de fausses indications sur le compas; une décélération est indiquée par un virage vers le sud et une accélération est indiquée par un virage vers le nord.

Les conditions météorologiques

Il faut constamment les observer pendant un vol-voyage. Tout signe de dégradation de conditions météorologiques doit être sérieusement évalué et des mesures appropriées, prises sans délai afin de se tenir à l'écart du mauvais temps. Si vous rencontrez ou êtes sur le point de rencontrer du mauvais temps, évitez les changements de cap effectués au hasard en cherchant un chemin pour le traverser, ce n'est qu'une façon de perdre votre orientation, l'exercice de navigation se réduisant alors à une recherche confuse d'un moyen de sortir du mauvais temps. En cas de doute sur les conditions météorologiques sur la route, pour éviter le mauvais temps et ne pas compromettre la navigation de l'hélicoptère, faites demi-tour et suivez votre route originale dans le sens inverse. À cette fin, effectuez un virage au taux un de 180°, ce qui devrait prendre une minute si le virage est chronométré.

Rappelez-vous que vous êtes en train de piloter un hélicoptère. À moins que vous ne vous trouviez en terrain exceptionnellement inhospitalier, vous devriez trouver un terrain convenable où poser votre hélicoptère jusqu'à ce que les conditions météorologiques s'améliorent.

Le bon sens

La navigation du pilote exige le recours au bon sens. Par exemple, la direction approximative peut se vérifier à l'aide de certains éléments comme le soleil, les rivières, les lacs, l'emplacement de repères facilement identifiables etc.. Lorsque l'hélicoptère est en route, communiquez brièvement avec le plus grand nombre possible de stations au sol; c'est une bonne habitude de faire connaître la progression du vol et c'est toujours une assurance de connaître les conditions météorologiques à destination et aux points intermédiaires; tous ces renseignements peuvent vous être donnés par certaines stations au sol. Lorsque le vol se passe apparemment bien, ne vous laissez pas tromper par un sentiment de fausse sécurité en abandonnant la lecture des cartes pendant de longs moments. Prenez continuellement note des espaces situés sur l'itinéraire pouvant convenir en cas d'atterrissage forcé. Si quelque événement se produit pouvant avoir une incidence sur la sécurité du vol, évaluez la situation avec soin; la mesure la plus sécuritaire peut être d'atterrir le plutôt possible.

Ne tenez pas de cartes ni d'autre matériel de navigation près de hublots ouverts; la puissante aspiration qui s'y produit en vol peut facilement aspirer à l'extérieur les objets légers qui s'y trouvent. Enfin, assurez-vous que vous disposez de plus d'un crayon ou stylo.

EXERCICE 21 - DÉCÉLÉRATIONS RAPIDES

« Un hélicoptère se trouve en vol avec visibilité réduite. le pilote a ralenti à 60 mi/h à cause des conditions météorologiques. Alors qu'il est en train de voler dans une vallée étroite, de nulle part surgissent des câbles de haute tension. » Ceci arrive trop souvent, que faire? Corrigez — faites une décélération rapide ou, comme on dit parfois, un arrêt rapide. Une des utilisations de l'arrêt rapide est pour la situation décrite dans l'exemple ci-dessus, une autre utilisation serait le développement de la coordination et de la précision.

L'objectif de la décélération rapide est d'arrêter l'hélicoptère rapidement. Il existe deux variations principales : l'arrêt face au vent et l'arrêt vent arrière, il est évident que si vous vous trouvez par vent de travers vous devrez exécuter un virage partiel dans le vent. Le virage vent arrière ou virage d'urgence à 180° signifie que vous devrez tourner l'hélicoptère face au vent pendant l'arrêt, évitant ainsi les dangers causés par la faible vitesse de l'hélicoptère en vent arrière.

FACE AU VENT

Pilotez l'hélicoptère en vol rectiligne en palier à 70 mi/h et à 50 pieds/sol, lorsque vous êtes prêt à commencer l'exercice, choisissez un point de repère lointain (Fig. 21-1). Donnez l'avertissement verbal « Exercice de la décélération rapide, Allons-y! »; dès la commande d'exécution « Allons-y! », exécutez les manœuvres suivantes :

- 1) amorcez un léger arrondi, en déplaçant légèrement le cyclique vers l'arrière, en même temps, abaissez le collectif pour maintenir la même hauteur et appliquez le palonnier droit pour maintenir le cap.
- 2) à mesure que l'arrondi perd son effet, montez doucement le collectif pour maintenir la hauteur, lorsque la vitesse-sol approche de zéro, choisissez l'assiette de stationnaire à l'aide du cyclique, puis continuez à augmenter la puissance afin d'établir le vol stationnaire à 50 pieds/sol;
- 3) pendant toute la manœuvre, gardez le cap et évitez de surcorriger au palonnier;
- 4) une fois en vol stationnaire, descendez l'hélicoptère à la hauteur normale de vol stationnaire;
- 5) si le type d'hélicoptère l'exige, maintenez le régime à l'aide de la manette des gaz.

L'arrondi léger sert à vous aider à devenir compétent dans cet exercice et à assouplir votre coordination aux commandes. Une fois maîtrisée, cette manœuvre peut être accélérée afin d'obtenir la distance d'arrêt nécessaire. Plus l'arrondi est prononcé, plus la tendance à monter est grande. Ce qui entraîne des grands mouvements des commandes en général et rend la coordination des commandes plus difficile.

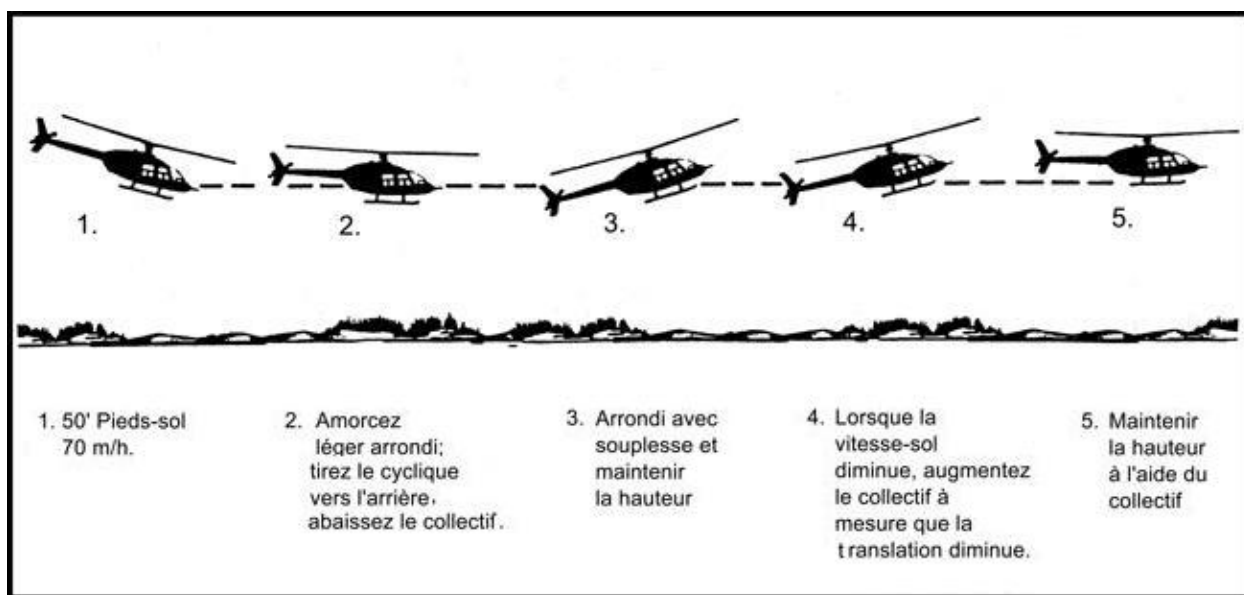


Figure 21-1 Arrêt rapide face au vent

Votre instructeur vous enseignera que si vous faites votre arrondi trop brusquement, les aiguilles se désynchronisent, il vous enseignera en outre comment redresser cette situation. Assurez-vous d'anticiper la perte de portance de translation avec le collectif, pour contrer toute tendance à descendre, sans quoi vous établiriez les conditions nécessaires pour les anneaux tourbillonnaires.

VENT ARRIÈRE (VIRAGE D'URGENCE DE 180°)

Pilotez l'hélicoptère en vol rectiligne en palier à une vitesse de 70 mi/h à 50 pieds/sol.

- 1) amorcez un virage coordonné en palier à une inclinaison d'environ 30°, déplacez très légèrement le cyclique pour commencer un léger arrondi, gardez la hauteur à l'aide du collectif et équilibrez au palonnier.
- 2) votre taux de virage augmente à mesure que votre vitesse diminue; gardez une vitesse d'au moins 30 mi/h jusqu'à ce que le nez soit à moins de 30° de la direction d'où vient le vent pour éviter tout problème résultant d'une basse vitesse hors vent.
- 3) pendant les derniers 30 degrés du virage, réglez votre angle d'inclinaison de façon à faire votre redressement face au vent et réglez simultanément votre arrondi pour avoir une vitesse- sol nulle;
- 4) à mesure que votre vitesse-sol approche de zéro, augmentez la puissance et mettez-vous en stationnaire comme auparavant, face au vent à 50 pieds/sol, puis descendez jusqu'à la hauteur normale de stationnaire; et
- 5) empêchez le mouvement de lacet à l'aide du palonnier tout en maintenant le régime à l'aide de la manette des gaz, si approprié.

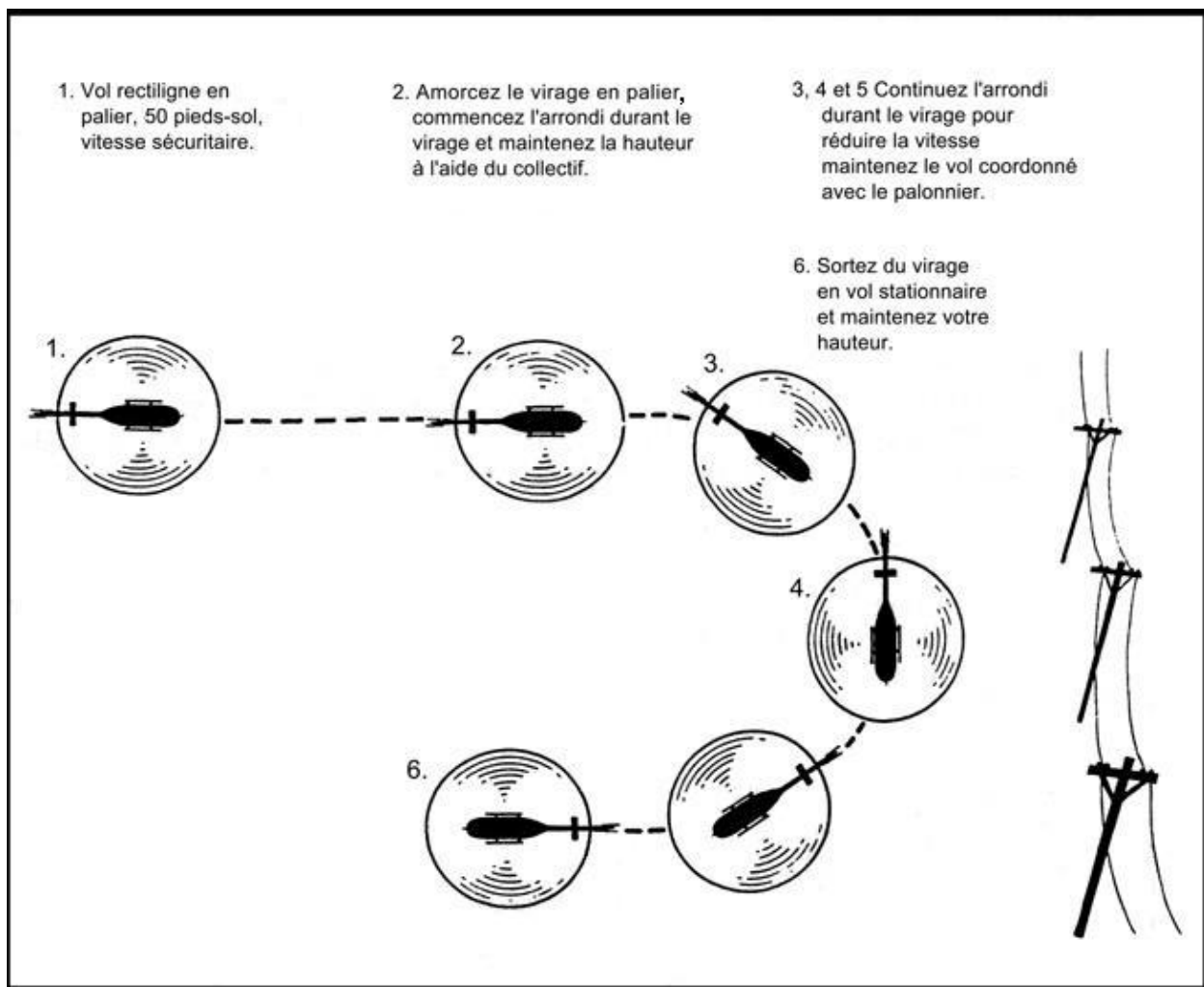


Figure 21-2 Obstacle

Parce que cet exercice demande un haut degré de coordination et de précision, l'hélicoptère doit se manœuvrer à l'aide de petits mouvements souples.

EXERCICE 22 - MANOEUVRES À BASSE ALTITUDE

L'hélicoptère est un appareil très polyvalent, c'est pourquoi il est appelé à remplir une variété de tâches; on lui trouve de plus en plus d'applications et à mesure que le nombre de tâches augmente, le nombre de manoeuvres à basse altitude augmente. Voici quelques exemples de vol à basse altitude : inspection des pipelines, des lignes de transport d'électricité, recensement des castors, des orignaux et des cerfs. Il existe de nombreuses autres tâches, la plupart sont du type reconnaissance et exigent beaucoup d'efforts à cause de la proximité du sol et des dangers connexes au vol à basse altitude.

LES FACTEURS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

A) La navigation.

Comme vous l'avez sans doute déjà remarqué au cours des exercices des manoeuvres de vol-voyage, plus vous volez bas, plus il est difficile de faire une lecture de la carte à cause de la diminution du champ de vision et du temps disponible pour l'identification des repères. Il est pratiquement impossible de naviguer en ligne droite à cause des collines ou des obstacles sur votre route.

- 1) Les câbles : Lorsque vous effectuez un vol à basse altitude, votre vigilance ne doit pas se relâcher plus d'un instant, car nombreux sont les câbles difficiles à voir, particulièrement ceux en travers de vallées et ceux exposés à des contre-jours.

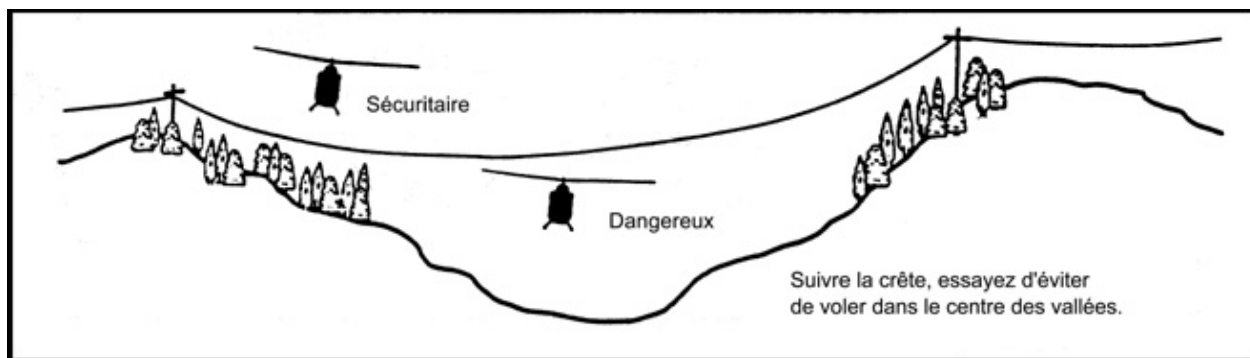


Figure 22-1 Manoeuvres à basse altitude

Si vous devez voler à basse altitude avec quelqu'un, prévenez-le d'annoncer « Câbles » dès que cette personne les voit. Le pilote commandant de bord doit répondre « contact » ou « Pas de contact » pour confirmer ou non qu'il ait repéré les câbles. Le pilote doit également suivre cette procédure.

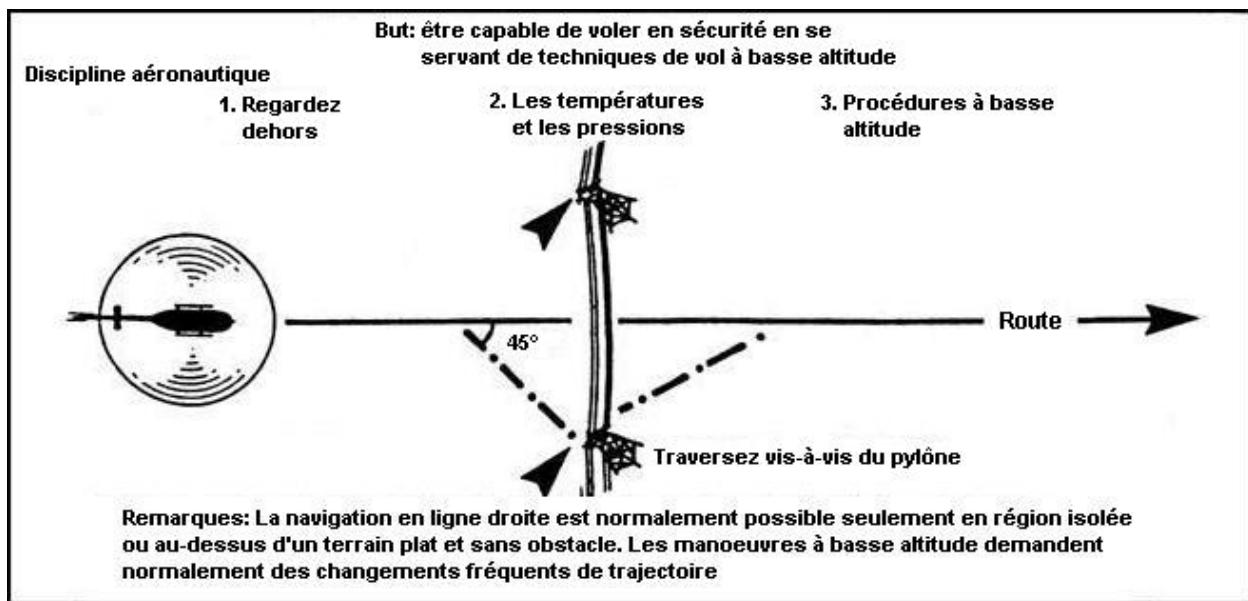


Figure 22-2 Manœuvres à basse altitude : Câbles

Les câbles doivent être traversés à un angle de 45° pour permettre au pilote de s'écarter ou de passer par-dessus les câbles en cas d'urgence.

- 2) Altitudes et distances minimales : Il faut éviter, lorsque vous volez à basse altitude, les zones bâties, le bétail et les troupeaux. La plupart du temps, les vols au-dessus de ces zones sensibles sont interdits.

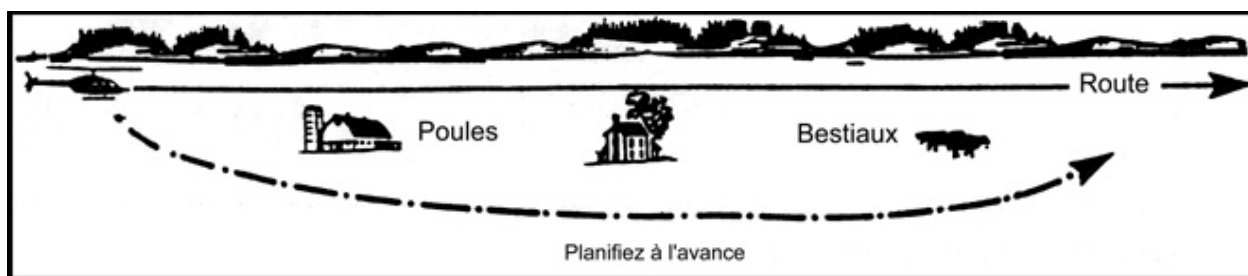


Figure 22-3 Manœuvres à basse altitude; Zones bâties et le bétail

- 3) Vol à basse altitude au-dessus des arbres : ces derniers ne vous offrent aucun ou peu de choix pour un atterrissage forcé. S'il existe des zones déboisées, essayez de choisir la meilleure trajectoire par rapport à votre route.

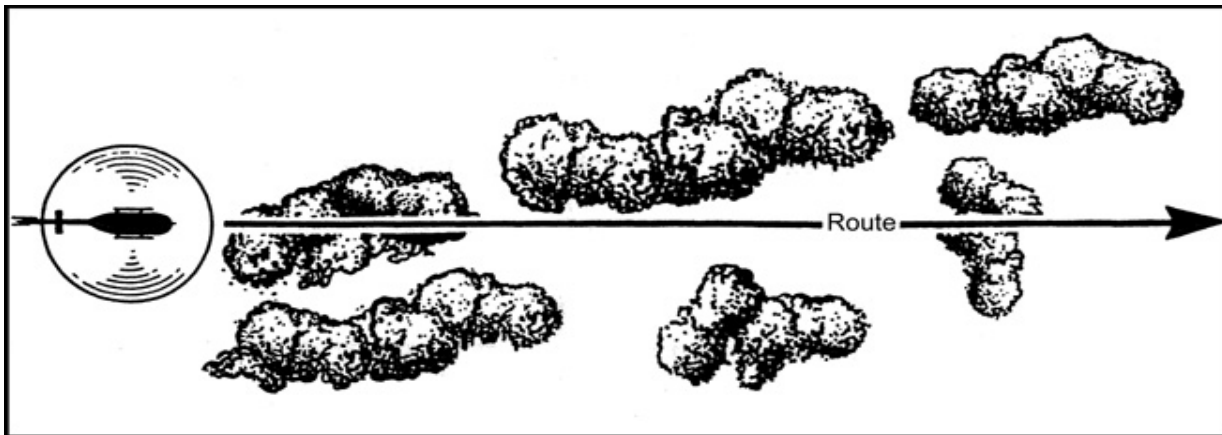


Figure 22-4 Manœuvres à basse altitude; Arbres

- 4) **Terrain surélevé:** Un sol en pente ou un plateau peuvent vous détourner de votre route. Lorsque vous approchez d'un plateau, essayez de l'aborder à un angle inférieur à 90° , en cas d'urgence, cela faciliterait le dégagement.

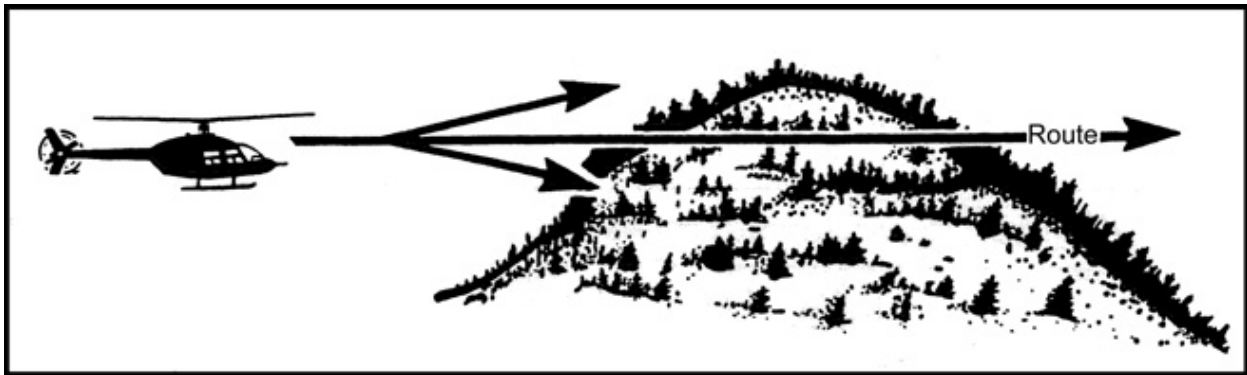


Figure 22-5 Manœuvres à basse altitude; Sol en pente, plateau

B) **Les vents forts**

- 1) La vitesse-sol, lorsque l'on vole à basse altitude, est beaucoup plus évidente que lorsque l'on vole plus haut, ce qui en vent arrière peut vous donner l'impression d'une vitesse beaucoup plus élevée. Si à ce moment vous réduisez davantage la vitesse, il vous sera presque impossible de virer dans le vent en cas de panne moteur, le contrôle de direction devenant de plus en plus difficile à mesure que la vitesse diminue. Lorsque l'hélicoptère est proche de sa masse maximale d'exploitation et à une altitude-densité élevée, gardez toujours une vitesse sécuritaire à cause du risque toujours présent de rencontrer les conditions nécessaires à la création d'anneaux tourbillonnaires.
- 2) Un virage commençant face au vent et se terminant en vent arrière vous donne l'impression que l'hélicoptère glisse vers l'intérieur du virage. Ceci est une illusion mais la dérive est réelle et il faut prévoir de la place pour éviter les obstacles se trouvant à l'intérieur du virage. Inversement, un virage commençant vent arrière et se terminant face au vent, donne l'impression contraire. Rappelez-vous que, pour un vent donné, plus la vitesse est basse et plus l'illusion de la glissade ou du dérapage est grande.
- 3) D'une manière générale la turbulence mécanique augmente à mesure que l'altitude diminue.

C) **Les communications:**

La radio. L'efficacité de la radio ainsi que celle des aides à la navigation baisse avec la baisse d'altitude et plus particulièrement les systèmes fonctionnant en faisceaux hertziens en « portée optique ».

D) **Les urgences.**

Votre instructeur vous montrera les procédures à employer en cas d'urgence à basse altitude. Soyez conscient des zones à éviter du diagramme Hauteur/Vitesse

Généralement, on ne pratique pas le vol à basse altitude en solo, tous les écoles de pilotage ont des règles qu'il faut respecter quant à l'altitude et aux zones locales d'entraînement.

EXERCICE 23 - LE TERRAIN EN PENTE

Les hélicoptères sont souvent amenés à atterrir sur des terrains en pente non aménagés; en fait, il est souvent très difficile de vérifier si le terrain est en pente, jusqu'au moment de l'atterrissage. Par conséquent, en tant que pilote d'hélicoptère, vous devez être capable de poser votre appareil sur un terrain en pente ou présentant une surface douteuse. Les procédures que vous allez apprendre dans cette leçon sont également valables lorsque vous envisagez un atterrissage en terrain marécageux, sur de la neige tassée ou sur toute surface douteuse.

Avant d'amorcer votre atterrissage, faites une bonne reconnaissance du terrain et assurez-vous que celui-ci est exempt d'obstacle qui pourrait présenter un danger, pendant la manœuvre, pour le rotor de queue ou qui pourrait accrocher les patins et provoquer un basculement. Vous devez également tenir compte de la vitesse du vent qui pourrait être un facteur déterminant du déroulement de la manœuvre. Par exemple, il se peut qu'il soit très difficile ou parfois dangereux d'effectuer des atterrissages en pente vent de dos, à cause des difficultés à contrôler l'hélicoptère. Avant de commencer cet exercice, vérifiez dans le manuel de vol de l'hélicoptère si le constructeur avait établi des limites de pentes. Cependant, une pente latérale de 5 ou 6 degrés est considérée normale pour la plupart des hélicoptères.

Les manœuvres en pente peuvent être divisées comme suit :

- 1) la reconnaissance;
- 2) la manœuvre sur place;
- 3) l'atterrissage;
- 4) le décollage.

LA RECONNAISSANCE

Pendant tout décollage et atterrissage le pilote fait une reconnaissance de la zone. Si la zone a vraisemblablement une surface molle ou glissante ou si il y a des obstacles, il faut alors s'assurer que les atterrissages et les décollages sont faits très soigneusement. Il en est de même avec les terrains en pente.

N'oubliez pas que l'hélicoptère a toujours un patin plus bas que l'autre lorsqu'il est en vol stationnaire stabilisé. Utilisez ce renseignement pour choisir quel patin placer en amont, puisqu'il sera plus facile d'atterrir sur la pente de cette façon-là. Votre aptitude à atterrir sur un terrain en pente peut également être déterminée par les limites du cyclique; il est possible que vous ne puissiez poser l'hélicoptère à cause d'un débattement cyclique insuffisant.

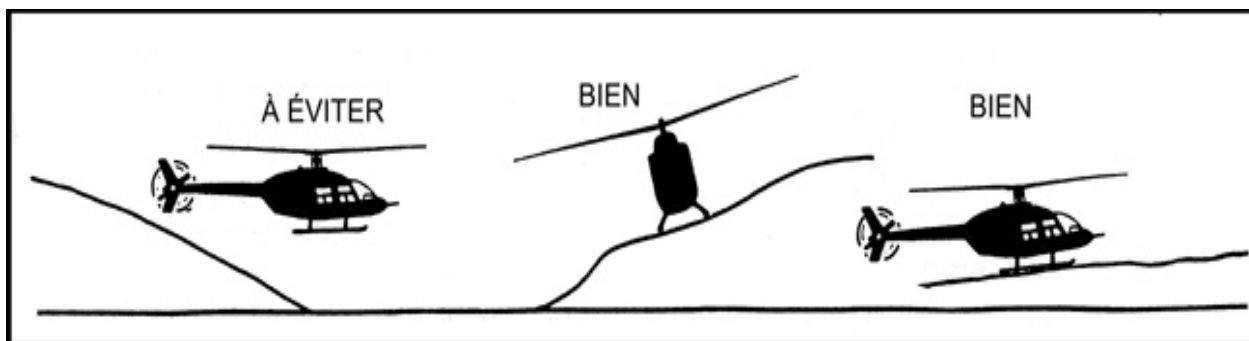


Figure 23-1 Atterrissage: Terrain en pente

Il est préférable d'atterrir face au vent chaque fois que cela est possible, mais parfois, vous devrez faire des concessions à la direction du vent. De même, il est possible que vous deviez faire des concessions à la pente du terrain pour pouvoir atterrir. Il est important de faire une reconnaissance complète de la zone choisie avant de tenter l'atterrissage.

LA MANOEUVRE SUR PLACE

La queue de l'hélicoptère est très vulnérable pendant les manœuvres en terrain en pente. Rappelez-vous que le rotor de queue est quelques pieds derrière vous et que vous devez faire attention lorsque vous faites des manœuvres sur place pour ne pas heurter un obstacle ou la pente elle-même. Ceci est particulièrement vrai lorsque vous faites des virages sur place et que vous atterrissez vers l'amont ou vers l'aval. Lorsque vous devez tourner proche de la pente, assurez-vous que la queue de l'hélicoptère est tournée du côté opposé à la pente, cette procédure réduira les chances de heurter le rotor de queue.

L'ATERRISSAGE

Pour vous préparer à atterrir vous devez vous mettre en stationnaire stabilisé au-dessus du point choisi (Fig. 23-2). Baissez lentement le collectif, ce qui permet à l'hélicoptère de se poser, jusqu'à ce que le patin en amont prenne contact avec le sol. Marquez une légère pause, ensuite, alors que vous baissez un peu plus le collectif, déplacez le cyclique progressivement du côté de la pente pour maintenir le disque-rotor parallèle à l'horizon. Ainsi, il empêchera l'hélicoptère de glisser en bas de la pente. À ce moment-là, il est possible de dépasser les limites de débattement du cyclique ou vous notez que l'hélicoptère commence à glisser. Si cela se produit, montez délicatement l'appareil en stationnaire au-dessus de la pente et cherchez un autre endroit pour atterrir. S'il reste suffisamment de contrôle cyclique, continuez à abaisser le collectif jusqu'à ce que le patin aval prenne contact avec le sol. Pendant toute la manœuvre d'atterrissage contre le mouvement de lacet à l'aide du palonnier. Une fois sur le sol, procédez à une vérification de l'assise à l'aide de petits mouvements délicats du palonnier et du collectif. Ne centrez pas le cyclique et ne réduisez pas les gaz tant que vous n'avez pas procédé à l'essai d'assise et que vous n'êtes pas persuadé que l'hélicoptère ne va pas glisser. Dans certaines conditions (p. ex. : le débarquement de passagers et le départ) il n'est pas souhaitable de centrer le cyclique ni de procéder à la vérification de l'assise ou de réduire les gaz.

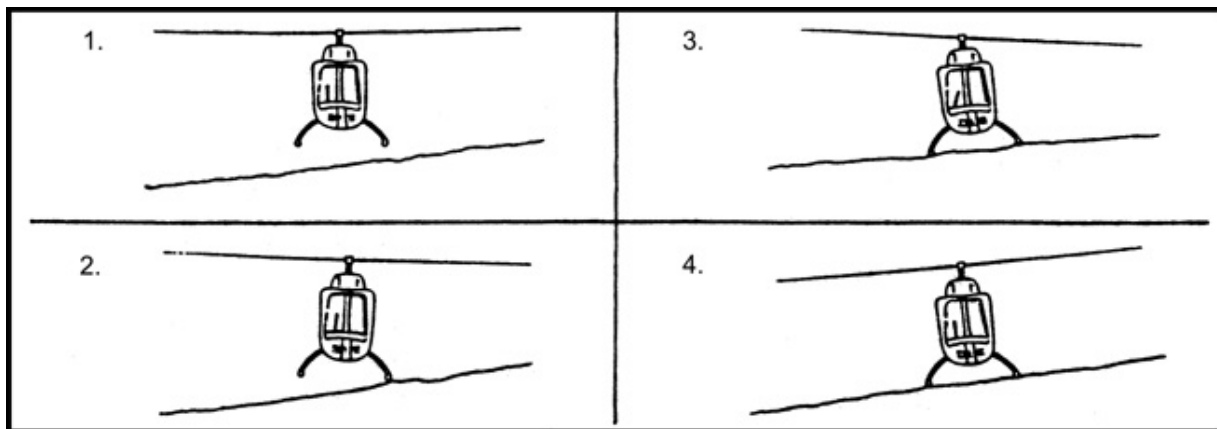


Figure 23-2 Atterrissage: Terrain en pente

Il est de première importance que vos mouvements de commande soient souples et précis et que vous évitiez toute tendance à surcorriger car il est possible d'amorcer un taux de basculement, surtout autour du patin en contact avec la pente, ce qui pourrait alors entraîner un basculement dynamique qu'un mouvement de cyclique contraire ne pourrait pas contrer.

LE DÉCOLLAGE

Avant le décollage, exécutez les vérifications avant-décollage puis assurez-vous que le régime rotor est bien réglé. Avant de commencer à monter doucement le collectif, réglez le disque-rotor afin qu'il soit de nouveau parallèle à l'horizon. Le patin aval commence à s'élever; dans l'ordre inverse de celui de l'atterrissage (Fig 23-2), le cyclique doit maintenant être progressivement écarté de la pente pendant qu'est levé le collectif. Coordonnez les mouvements des deux commandes afin que l'hélicoptère quitte le sol et s'élève verticalement. Maintenez le cap à l'aide du palonnier et éliminez tout déplacement latéral évitant ainsi toute possibilité de basculement dynamique.

GÉNÉRALITÉS

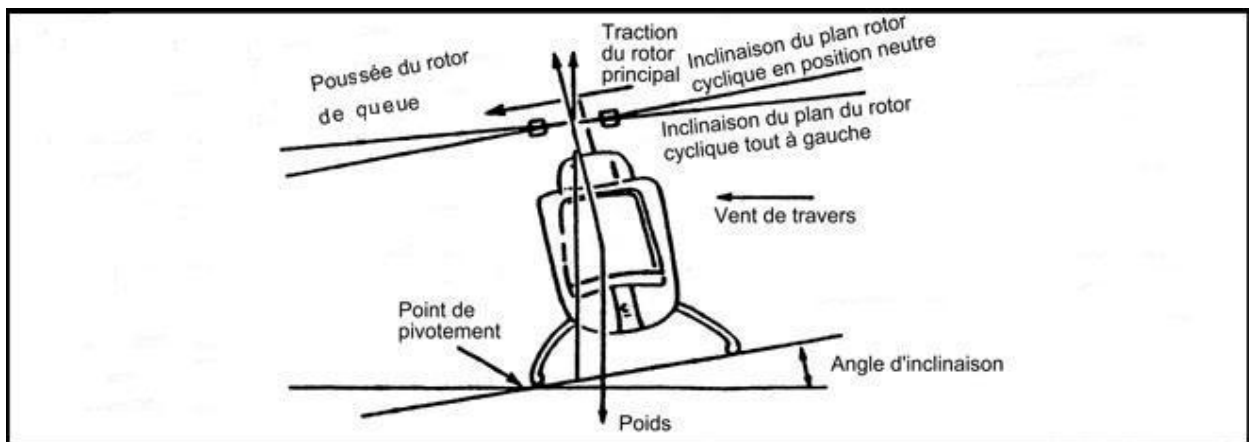


Figure 23-3 Basculement dynamique

Votre instructeur repassera avec vous les conditions pouvant mener à un basculement dynamique ainsi que les procédures pour l'éviter. Il est important que votre hélicoptère ait bien été chargé et qu'il se trouve dans les limites latérale et longitudinale de centre de gravité (CG), car un hélicoptère dont le CG est hors des limites recommandées, favorise beaucoup le basculement dynamique. Pour des raisons semblables, votre instructeur soulignera le besoin d'avoir des mouvements de commandes souples et doux, la nécessité de s'assurer que les patins ne sont pas accrochés ni gênés par des obstacles et, finalement, l'importance de maintenir le régime du moteur au maximum.

Il est possible de dépasser les limites de la commande cyclique lorsque vous faites des atterrissages en pente. Lorsque vous déplacez le cyclique vers la pente, il est possible :

- 1) que vous sentiez que vous êtes en fin de course;
- 2) que vous ayez des cognements du mât ou des martèlements de la butée d'affaissement, ce qui se manifeste par un bruit à la tête rotor et des vibrations.

N'essayez pas de tenter un atterrissage dans ces conditions, mais remontez en stationnaire.



Figure 23-4 Embarquement et débarquement des passagers

Votre instructeur vous expliquera les divers dangers pouvant se présenter lorsque vous embarquez ou débarquez des passagers sur une pente. Côté amont, les pales du rotor sont très proches du sol et représentent donc un danger réel pour les passagers. Expliquez à vos passagers la direction à prendre et qu'ils demeurent en vue du pilote.

EXERCICE 24 - LES DÉCOLLAGES ET ATTERRISSAGES PERFECTIONNÉS

Les procédures dans cette section sont généralement employées en condition d'ordre opérationnelle, empiriquement il ne faut les utiliser que lorsqu'elles sont absolument nécessaires.

Il arrive souvent que des considérations d'ordre opérationnel telles qu'une masse totale élevée, une altitude-densité et un vent ou un obstacle défavorables exigent l'utilisation de procédures de vol perfectionnées. Il faut continuer à utiliser en conditions normales les procédures de vol apprises dans les exercices 09 et 12. Lorsque vous pratiquez ces nouvelles procédures de vol il est important d'être vigilant et de s'assurer que les limites de l'appareil ne sont pas dépassées.

LE DÉCOLLAGE SANS VOL STATIONNAIRE

Le décollage sans vol stationnaire s'emploie souvent dans les conditions où la neige, la poussière, les cendres, le sable ou les débris peuvent présenter un danger si les procédures de vol normales sont employées (fig. 24-1).



Figure 24-1 Décollage sans vol stationnaire

- 1) Assurez-vous que le régime rotor/moteur est réglé au maximum pour le décollage et terminez les vérifications avant décollage;
- 2) faites une inspection extérieure attentive;
- 3) appliquez le collectif d'un seul mouvement pour amorcer la montée verticale, maintenez le cap au palonnier, dès que l'hélicoptère dépasse la hauteur normale de vol stationnaire, utilisez le cyclique pour mettre l'appareil en assiette de montée;
- 4) dès que l'espace autour de vous est exempt des particules gênant la vision, réglez les commandes pour amorcer une montée normale.

Comme ce type de décollage n'est pas précédé d'une vérification en stationnaire, vous devez vous assurer que la masse et le centrage de l'hélicoptère sont dans les limites et qu'il y a suffisamment de puissance pour ce type de départ.

LE DÉCOLLAGE DANS L'EFFET DE SOL

Ce type de décollage est économique du point de vue de la puissance nécessaire puisqu'il utilise au maximum l'effet de sol jusqu'à ce qu'il y ait une portance de translation (fig. 24-2). Cependant, pour cette procédure, il faut un terrain exempt d'obstacles et relativement plat. Cette procédure est pratique si l'hélicoptère est lourdement chargé et s'il n'est pas possible de faire une transition face au vent.

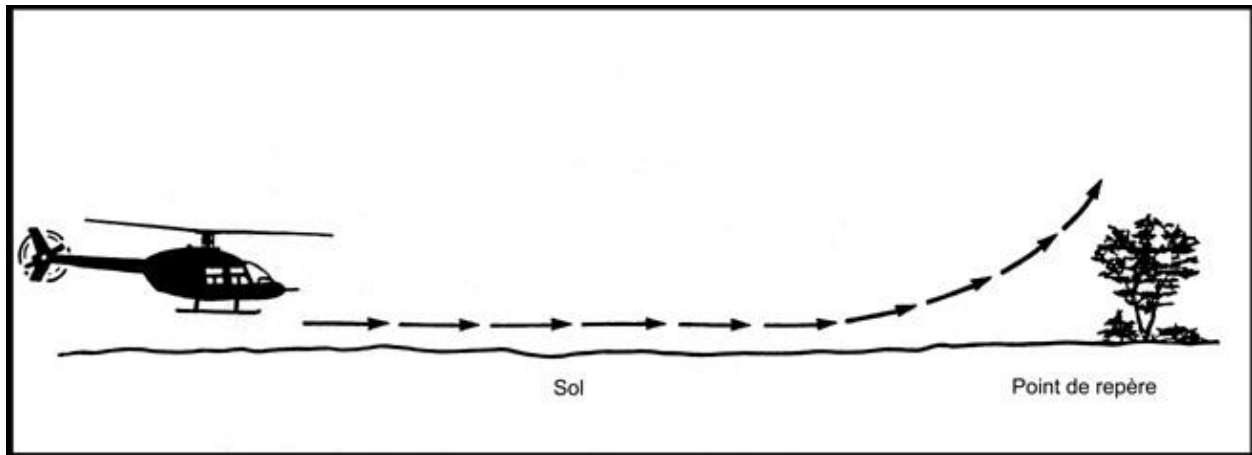


Figure 24-2 Décollage dans l'effet de sol

- 1) Faites les vérifications avant décollage, puis faites une vérification de puissance en vol stationnaire à faible hauteur;
- 2) regardez bien à l'extérieur;
- 3) amorcez un déplacement lent vers l'avant à l'aide du cyclique et utilisez le collectif pour contrer la tendance à perdre de la hauteur;
- 4) accélérez graduellement tout en restant en effet de sol maximal;
- 5) à environ 30 ou 40 KT, réglez les commandes pour obtenir une assiette et une puissance de montée.

Il est de la plus haute importance que les mouvements des commandes soient souples et sans à-coups pour profiter au maximum de ce genre de décollage. Au départ, le profil de décollage est extrêmement plat, il est donc essentiel surveiller l'extérieur et le terrain afin de garder un dégagement sûr avec ce dernier.

LE DÉCOLLAGE PASSE-OBSTACLE

Ce genre de décollage s'emploie lorsqu'il y a un obstacle sur la trajectoire de décollage mais que le terrain n'exige tout de même pas un décollage vertical. Cette procédure de décollage exige plus de puissance mais il ne faut utiliser que la puissance nécessaire pour passer au-dessus de l'obstacle. Un bon moyen pour vous assurer de franchir l'obstacle est de garder la même distance verticale relative entre l'obstacle à franchir et le disque-rotor telle qu'elle est perçue depuis le poste de pilotage.

- 1) Faites les vérifications avant-décollage et une vérification de puissance en vol stationnaire à faible hauteur;
- 2) regardez bien à l'extérieur et choisissez un repère latéral afin de monter verticalement au départ;
- 3) en vol stationnaire à faible hauteur, levez doucement le collectif, montez verticalement au départ, gardez le disque-rotor à la même distance verticale au-dessus de l'obstacle;
- 4) lorsque vos yeux sont au même niveau que le haut de l'obstacle et que vous êtes toujours en montée, amorcez le vol vers l'avant;
- 5) n'utilisez de la puissance que si vous en avez besoin et une fois l'obstacle franchi, remettez-vous en montée normale.

L'utilisation de la puissance requise seulement, comparé à un départ vertical ou à un départ « foncé » sur l'obstacle, vous donne une réserve si vous devez soudainement interrompre le décollage. L'obstacle peut protéger l'hélicoptère du vent et, à mesure que vous montez, vous allez peut-être trouver que vous « prenez le vent » ce qui facilitera votre départ. Il arrive parfois qu'il y ait de l'air turbulent du côté sous le vent de l'obstacle. Ce genre de décollage s'utilise pour les vols de nuit.

LE DÉCOLLAGE VERTICAL

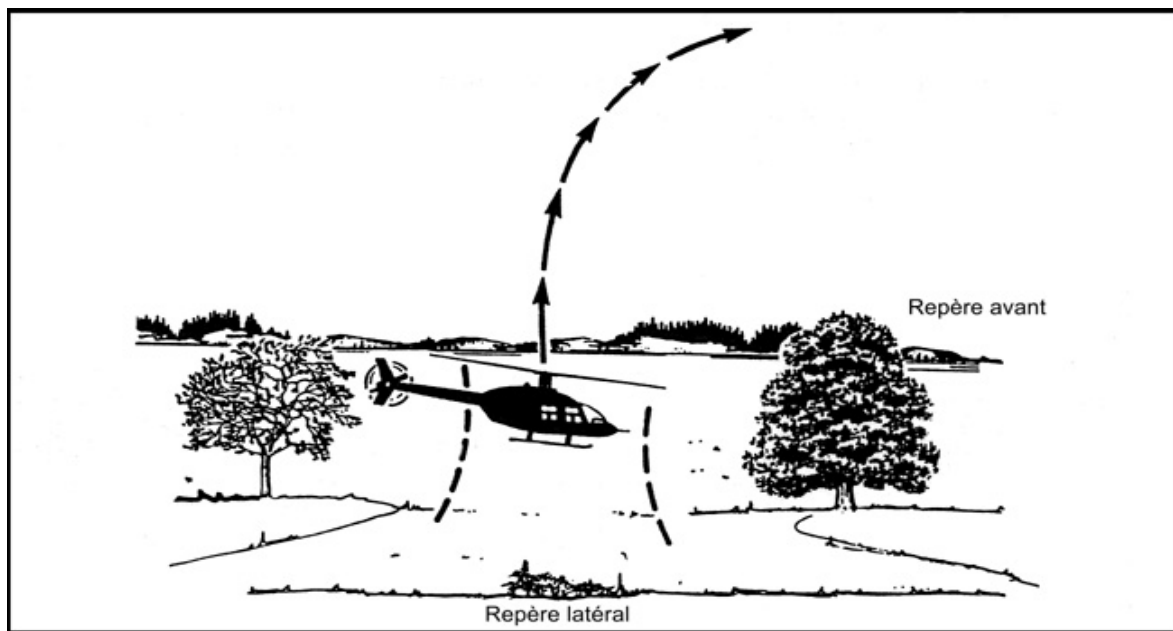


Figure 24-3 Décollage vertical

Cette procédure est à employer lorsqu'il n'y a pas suffisamment de place pour adopter les procédures de décollage décrites ci-dessus. Les conditions et la hauteur de l'obstacle dictent la puissance nécessaire, mais normalement elle est plus élevée (FIG. 24-3).

- 1) Faites les vérifications avant-décollage et une vérification de puissance en vol stationnaire à faible hauteur;
- 2) regardez bien à l'extérieur, choisissez des repères devant et sur le côté pour assurer une montée verticale;
- 3) mettez du collectif graduellement et sans à-coups pour amorcer une montée lente et verticale, réglez votre cyclique pour que la montée soit verticale en utilisant les repères;
- 4) dès que vous franchissez l'obstacle, déplacez lentement le cyclique pour augmenter la vitesse, déplacez les commandes petit à petit et assurez-vous que l'appareil est encore en montée avant d'amorcer le vol vers l'avant;

- 5) lorsque vous avez franchi l'obstacle et après avoir obtenu une portance de translation, réglez la puissance et les commandes pour une assiette de montée normale;
- 6) surveillez bien à l'extérieur en franchissant l'obstacle.

Lorsque vous utilisez cette procédure de décollage, assurez-vous que les commandes sont bien réglées pour un taux de montée faible, surtout si l'appareil est lourdement chargé car à mesure que vous perdez l'effet de sol, vous pourriez cesser de monter et être obligé de descendre. Si vous utilisez beaucoup de collectif pour un taux de montée élevé, il vous en faudra beaucoup pour arrêter la descente de l'hélicoptère et pour surmonter l'inertie accumulée dans la descente. Cela peut mener à dépasser les limites de l'appareil.

L'ATERRISSAGE SANS VOL STATIONNAIRE

Ce genre d'atterrissage s'emploie lorsqu'il n'est pas souhaitable de faire son approche pour le vol stationnaire, généralement parce qu'il y a de la neige, de la poussière ou des cendres. Il faut noter que cette procédure d'atterrissage demande moins de puissance que la procédure normale et peut être utilisée lorsque les besoins de puissance sont élevés, par exemple, si les charges sont lourdes ou s'il faut travailler par temps chaud et en altitude. En voici la procédure :

- 1) faites une approche normale;
- 2) dès que vous êtes au-dessus du point d'atterrissage, à une vitesse-sol zéro, appliquez suffisamment de collectif pour amortir l'atterrissage.

Il faut faire une bonne reconnaissance de la surface d'atterrissage afin de confirmer qu'elle convient à ce type d'atterrissage.

L'ATERRISSAGE EN TRANSLATION

Cette procédure d'atterrissage est semblable à celle pour un atterrissage sans vol stationnaire, sauf qu'elle exige moins de puissance; cependant, une surface plate et sans relief, ayant été de préférence bien reconnue, est essentielle. En voici la procédure :

- 1) faites une approche normale;
- 2) ralentissez l'hélicoptère graduellement jusqu'à la vitesse d'un homme à pied et utilisez suffisamment de collectif pour amortir l'atterrissage pendant que vous êtes encore en translation;
- 3) après l'atterrissage, maintenez les positions du cyclique et du collectif jusqu'à ce que le déplacement vers l'avant cesse.

LES APPROCHES

- 1) Les approches à forte pente s'utilisent lorsqu'il y a des obstacles sur la trajectoire d'approche ou lorsque des conditions opérationnelles l'exigent. La vitesse-sol apparente sera plus basse que normalement et il faudra plus de puissance. Il est important de garder un taux de descente faible pendant les derniers moments de l'approche afin d'éviter de passer en état des anneaux tourbillonnaires.
- 2) Les approches à faible pente demandent moins de puissance que les approches normales ou à forte pente, par contre leur trajectoire d'approche doit être relativement plate et exempte de tout obstacle. Cette procédure est utilisée lorsque les conditions limitent la puissance disponible ou lorsque l'on dispose de toute la puissance mais qu'elle ne suffit pas pour les procédures normales. Ne prenez pas un angle d'approche trop plat car cela peut vous amener à utiliser trop de puissance et, lors du ralentissement, cela augmenterait le risque de heurter le rotor de queue.

EXERCICE 25 - ZONES RESTREINTES

L'une des caractéristiques les plus souvent utilisées de l'hélicoptère est qu'il est capable de fonctionner dans des endroits pratiquement non aménagés, d'atterrir et de décoller de zones restreintes (Figure 25-1) pouvant être entourées d'édifices, d'arbres ou d'autres obstacles. Il est essentiel que le pilote apprenne à opérer son hélicoptère de façon sûre dans ces conditions et qu'il soit ainsi capable de profiter des caractéristiques de cet appareil.

Étudiez l'exercice suivant dont voici les sept étapes :

- 1) **La reconnaissance générale (ou haute).** Votre toute première étape est de bien identifier la zone dans laquelle vous voulez vous poser.

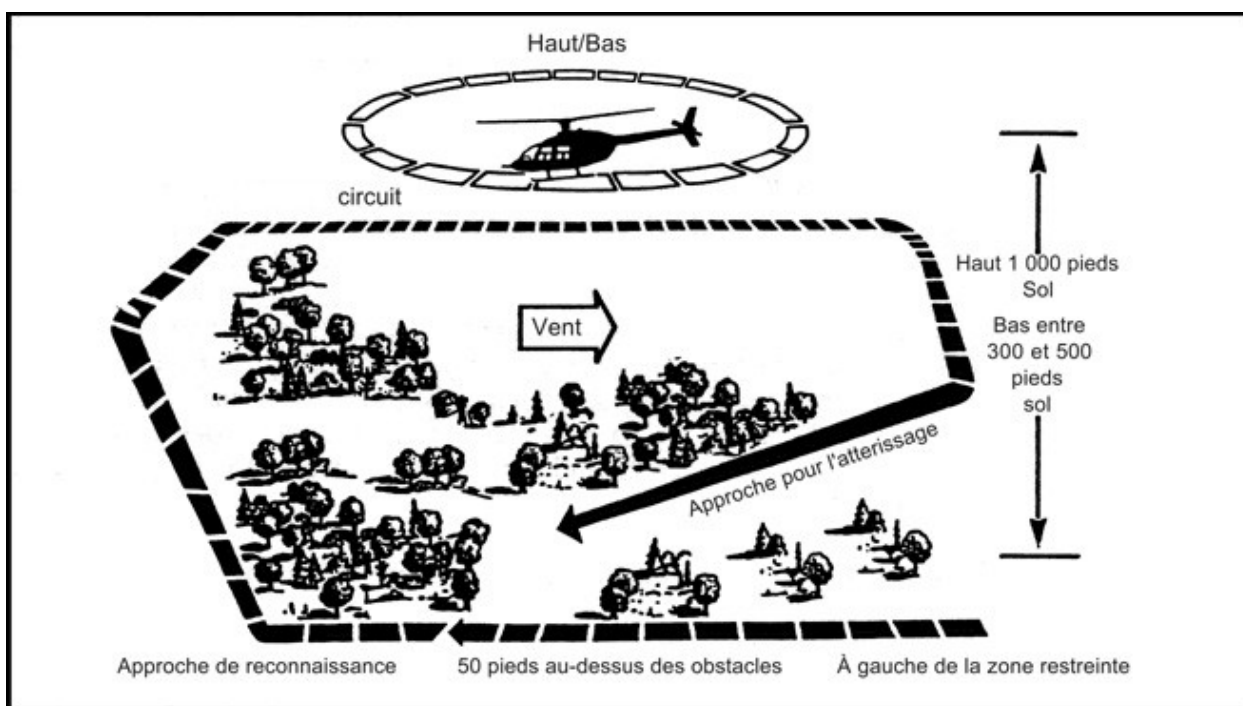


Figure 25-1 Zone restreinte

Normalement, la reconnaissance initiale doit prendre la forme d'un circuit circulaire côté pilote à une vitesse comprise entre 50 et 80 mi/h. De toutes façons, la vitesse doit être telle qu'elle permet une bonne inspection de la zone comprise dans le circuit et qu'elle offre également un bon contrôle de l'hélicoptère. La hauteur peut être celle de l'arrivée sur la zone mais, normalement, devrait être de l'ordre de 1000 pieds/sol. Si vous êtes déjà aux environs 500 pieds/sol, vous pouvez envisager de faire les deux reconnaissances ensemble. La combinaison des deux reconnaissances lorsque vous acquérez plus d'expérience deviendra la technique normale. Diverses variantes de la procédure vous seront montrées au fur et à mesure que votre entraînement progresse.

Au cours de votre reconnaissance générale tenir compte des facteurs suivants :

- a) Les conditions générales. Vérifiez que la zone que vous avez choisie mérite une reconnaissance détaillée et qu'il n'y a pas d'endroit meilleur, ou du moins plus pratique, dans les environs immédiats.
- b) La puissance disponible. Les dimensions et la « profondeur » de la zone restreinte dans lesquelles l'hélicoptère peut évoluer de façon sécuritaire varient suivant l'altitude-densité et la masse totale qui, à leur tour, déterminent la puissance requise.
- c) Le vent : Il faut, au cours de la reconnaissance générale, faire une évaluation de la vitesse et de la direction du vent, ensuite les confirmer au cours de la reconnaissance détaillée.

- 2) **La reconnaissance détaillée (ou basse).** Si vous êtes satisfait de votre reconnaissance générale, diminuez la hauteur pour procéder à une reconnaissance plus détaillée.

Une fois de plus, la hauteur et la vitesse à laquelle vous effectuerez cette reconnaissance dépend du type d'hélicoptère. La visibilité doit être suffisante pour vous permettre de faire une évaluation précise de la trajectoire d'approche et de la zone d'atterrissage. La hauteur au-dessus des obstacles les plus proches doit être comprise entre 300 et 500 pieds/sol. Pendant cette reconnaissance, gardez la zone d'atterrissage de votre côté de l'appareil.

Après être descendu de la hauteur où vous avez fait la reconnaissance générale, vérifiez et confirmez la direction et la force du vent. La fumée, les risées sur l'eau, les hautes herbes, les drapeaux ou les feuilles d'arbres sont de bons indicateurs du vent. Généralement, par vent fort, l'approche doit être adaptée de façon à assurer un atterrissage face au vent, il arrive cependant que l'on accepte un vent de travers ou, par vent léger, on peut ignorer le vent.

Vérifiez la zone restreinte selon les critères suivants:

- a) **Dimension** - est-elle suffisamment grande?
- b) **Forme** - en gardant à l'esprit la vitesse et la direction du vent, la forme de la zone favorise-t-elle une approche plutôt qu'une autre?
- c) **Pente** - le terrain est-il assez plat pour un atterrissage?
- d) **Surface** - quelle est la surface de la zone d'atterrissage? Y a-t-il des obstacles pouvant gêner l'atterrissage telles que des broussailles ou la surface peut-elle présenter un danger quelconque tel que de la poudrerie ou un marais?
- e) **Bordures** - Les obstacles en bordure de la zone d'atterrissage favorisent-ils une approche (ou un départ) d'une direction en particulier? Si les arbres sont plus courts d'un côté, vous pourriez envisager de faire votre approche de ce côté, une fois de plus le vent peut parfois être le facteur décisif.
- f) **Soleil** - Le soleil gênera-t-il la visibilité du pilote pendant l'approche? Il n'est pas recommandé de faire une approche en zone restreinte face au soleil car il devient très difficile de voir les chicots d'arbres et les câbles présentant un danger.

Pour faire une reconnaissance détaillée efficace vous devez vous trouver à une hauteur vous permettant d'évaluer de façon précise les trajectoires d'approche et de décollage ainsi que la zone d'atterrissage. Vous devriez choisir la hauteur maximum qui vous permettra quand même de faire cette évaluation. Vous allez vous rendre compte que la hauteur adéquate est de 300 à 500 pieds/sol au-dessus des obstacles. Plus bas, votre champ de vision est trop étroit pour comprendre la zone d'atterrissage en entier; plus haut, vous ne serez pas capable de discerner les détails qui permettront de déterminer si la zone est propice à l'atterrissage.

- 3) **L'approche de reconnaissance.** Pendant votre entraînement initial aux procédures de décollage et d'atterrissage en zones restreintes et même chaque fois que vous pensez que cela est souhaitable, vous devriez faire une approche de reconnaissance avant d'amorcer la véritable approche d'atterrissage. L'approche de reconnaissance se fait sur la même trajectoire de vol que la véritable approche mais, au lieu de se terminer par un atterrissage, elle se termine par une remontée au-dessus des obstacles.

Il peut arriver que, lors de la reconnaissance détaillée vous n'ayez pas eu le temps de voir tout ce qu'il faut pour décider si la zone choisie convient. Dans ce cas, vous pouvez décider de faire une approche de reconnaissance en gardant la zone choisie du côté du pilote pour mieux la voir. Il est recommandé de faire à ce moment-là une vérification de puissance et de confirmer que la trajectoire de décollage convient. La nécessité d'une vérification de puissance dépend du type d'hélicoptère que vous pilotez, c'est une nécessité pour un hélicoptère à pistons mais ce n'est pas nécessairement utile pour un hélicoptère à turbine. Votre instructeur vous fera voir la meilleure façon de déterminer la puissance disponible sur le type d'hélicoptère que vous pilotez. L'approche de reconnaissance est une bonne occasion de vérifier pour les fils électriques, de choisir un repère latéral, de repérer le point d'atterrissage et d'évaluer les turbulences à la cime des arbres. Considérez cette approche comme étant le moyen de confirmer les décisions prises à l'aide des critères de l'étape de la reconnaissance détaillée.

- 4) **L'approche.** Une fois que vous êtes satisfait que la zone est propice et que vous avez fait une approche de reconnaissance, faites un circuit pour amorcer votre approche à l'atterrissage. L'angle de l'approche ne doit pas être plus prononcé que nécessaire. Si c'est possible, vous devez pouvoir voir l'intérieur de la zone restreinte bien que cela ne soit pas toujours pratique. S'il existe plusieurs sortes d'approches, il n'y a que trois techniques fondamentales : l'angle simple, double et verticale. L'inclinaison de l'angle d'approche impose la technique à utiliser, l'angle simple exige la moindre puissance pour l'approche, la verticale exige la plus grande. (Figures 25-2, 25-3, 25-4)

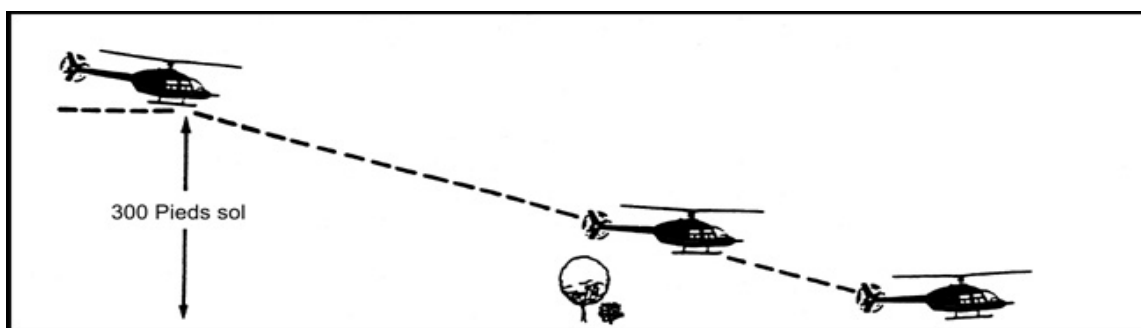


Figure 25-2 Approche unique

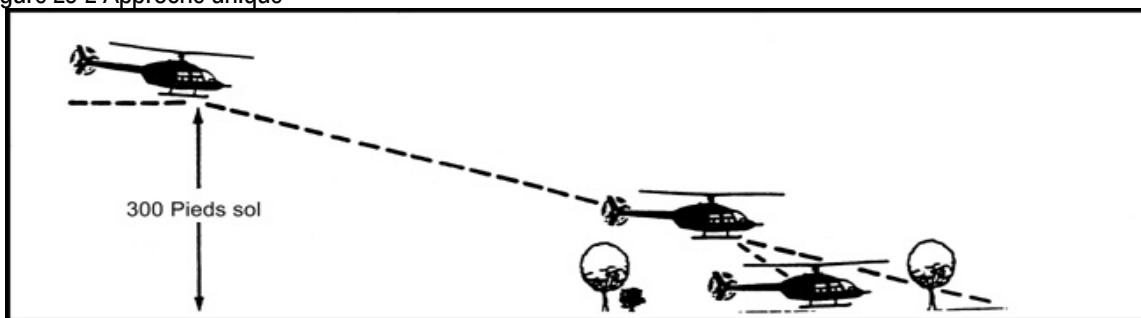


Figure 25-3 Approche à l'angle double

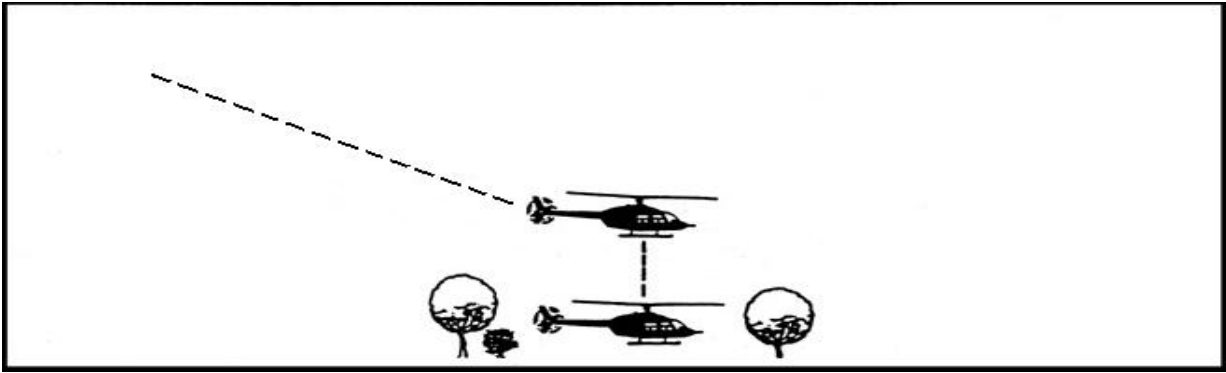


Figure 25-4 Approche verticale

Faites votre approche pour le vol stationnaire au-dessus du terrain que vous avez choisi comme étant le plus approprié à l'atterrissage. Il serait imprudent de faire du vol stationnaire au-dessus d'obstacles ou de vous positionner de telle façon que ces obstacles rendraient dangereux l'opération de votre hélicoptère.

- 5) **Manœuvres à l'intérieur de la zone** : Souvent, vous allez trouver qu'il est nécessaire de manœuvrer l'hélicoptère à l'intérieur de la zone restreinte, soit pour le déplacer vers un point d'atterrissage plus approprié, soit pour le repositionner en vue d'un décollage. De nombreux accidents en zones restreintes ont lieu pendant ces manœuvres; il faut donc faire particulièrement attention aux obstacles pouvant accrocher un patin ou heurter le rotor de queue. C'est pour cette raison que tous les virages se font normalement sur la queue, généralement du côté pilote.
- 6) **Le décollage**. Lorsque vous vous préparez à décoller, placez l'hélicoptère aussi loin possible des obstacles sur la trajectoire de décollage afin de pouvoir profiter de tout l'espace disponible. Surveillez bien l'extérieur car il peut y avoir d'autres aéronefs aux alentours.
- 7) **Le décollage interrompu**. Certaines situations peuvent vous obliger à interrompre le décollage et à refaire un atterrissage dans la zone restreinte. Ce décollage interrompu est une manœuvre critique exigeant du doigté et de l'attention et doit être exécuté de façon efficace et sans danger.

Plus tôt vous vous déciderez à interrompre le décollage, plus il sera facile de redresser et de poser l'hélicoptère ou de le ramener en vol stationnaire.

L'entraînement en zone restreinte commence dans des zones relativement grandes permettant des approches et des atterrissages normaux ainsi que des manœuvres de l'hélicoptère à l'intérieur de la zone. Une fois à l'aise dans cet environnement, vous progresserez à des emplacements plus étroits qui exigeront des approches à des angles plus forts et dont les dimensions limiteront votre capacité à manœuvrer l'hélicoptère dans les limites de cet emplacement. On s'exercera aux procédures d'approche qui ne sont pas face au vent car il faut souvent y faire appel à cause de la forme du terrain ou des obstacles qui l'entourent.

NOTE : *Il est très important de faire appel à votre bon sens pour ce genre d'exercice, rappelez-vous que le dicton : la méthode la plus facile est normalement la meilleure est souvent vrai en ce qui concerne le travail en zone restreinte.*

EXERCICE 26 - LES ANNEAUX TOURBILLONNAIRES

Si le pilote choisit une trajectoire, une vitesse et un taux de descente coïncidant avec la déflexion vers le bas de l'hélicoptère, celui-ci peut se trouver dans un état dit d'anneaux tourbillonnaires. La condition de décrochage, amenée par le flux de la descente dans un sens et le flux induit dans l'autre, jointe aux tourbillons marginaux présents à tous les régimes de vol, produisent un écoulement de turbulences de rotation sur les pales ainsi qu'un déplacement instable de cet écoulement sur toute l'envergure de la pale. Cette condition provoque un taux de descente élevé, des vibrations et du battement excessif et une perte partielle du contrôle cyclique, ce qui peut causer un accident. Il est évident que ces conditions doivent être évitées et le pilote devrait être capable de reconnaître les signes précurseurs et de faire un redressement en toute sécurité.

Votre instructeur révisera les raisons, les conditions et les symptômes des anneaux tourbillonnaires. Au cours d'une approche à forte pente avec un poids brut élevé, dans une condition de haute altitude-densité, en vent arrière ou avec un vent léger, l'hélicoptère peut pénétrer dans sa propre déflexion vers le bas et se présenter dans l'état des anneaux tourbillonnaires. Ces conditions faciliteraient certainement la formation d'anneaux tourbillonnaires mais ne les provoqueraient pas nécessairement. Ce phénomène devient plus probable lorsque vous vous trouvez dans toutes les conditions ci-dessous :

- 1) en vol propulsé;
- 2) lorsque le taux de descente est élevé, plus de 500 pieds par minute;
- 3) lorsque la vitesse est inférieure à 20 mi/h.

Presque chaque transition vers le vol stationnaire utilise une descente au moteur (vol propulsé), un taux de descente et une vitesse réduite. Pour éviter la formation d'anneaux tourbillonnaires, contrôlez le taux de descente à une valeur inférieure à 300 pieds/minute.

Procédures de redressement. Il existe deux méthodes efficaces pour sortir d'anneaux tourbillonnaires, les deux changent les conditions d'écoulement d'air qui en sont la cause et les deux entraînent une grande perte de hauteur :

- 1) Le piqué de redressement. Normalement cette technique entraîne moins de perte d'altitude que celle du redressement par autorotation. Le pilote doit appliquer du cyclique vers l'avant tout en réduisant le collectif; les tourbillons quittent le disque à mesure que la vitesse augmente et l'hélicoptère se déplace en avant de la déflexion vers le bas. Il est alors possible de ramener l'appareil en vol normal.
- 2) La mise en autorotation. Dans cette procédure, l'écoulement de l'air à travers le disque-rotor passe de l'écoulement perturbé des anneaux tourbillonnaires à l'écoulement vers le haut de l'autorotation. Une fois que la descente en autorotation a commencé, le pilote peut alors avancer le cyclique pour prendre de la vitesse et, en même temps, augmenter la puissance afin de reprendre le vol normal.

Remarquez qu'une augmentation de collectif toute seule risque de ne pas entraîner le redressement et peut même accélérer la descente. Cette augmentation du pas des pales entraîne une augmentation de la force des tourbillons qui, à son tour, accélère la descente.

Certains pilotes mal informés décrivent les anneaux tourbillonnaires comme étant « enfoncement avec moteur »; en fait, certaines publications utilisent indifféremment les deux expressions l'une pour l'autre. La confusion vient du fait que les deux conditions ont des symptômes semblables et que l'un des cas ne décrit pas l'état d'anneaux tourbillonnaires mais un « enfoncement avec une puissance insuffisante ». Ce qui peut arriver lorsqu'un pilote tente d'arrêter une descente à faible puissance pour soudainement se rendre compte qu'il n'a pas la puissance disponible, sans dépasser les limites du moteur, ni pour mettre l'hélicoptère en vol stationnaire ni pour faire un atterrissage sans vol stationnaire. Ce n'est toutefois pas un cas d'anneaux tourbillonnaires.

Un autre cas, souvent confondu comme étant un cas d'anneaux tourbillonnaires, est le pas excessif. Ceci arrive lorsque le pilote augmente rapidement le pas du collectif et que le moteur n'a pas la puissance pour compenser l'énorme et la rapide augmentation de la traînée du rotor. Ceci entraîne un ralentissement rapide et une perte d'efficacité du rotor provoquant une descente instantanée de l'hélicoptère. Une fois de plus, il ne s'agit pas d'anneaux tourbillonnaires.

La plupart du temps, quand vous aurez à faire face à des anneaux tourbillonnaires, ce sera parce que vous aurez mal jugé le vent, vous serez lourdement chargé ou il fera très chaud. Une approche par vent arrière vers une zone restreinte ou une plate-forme de montagne est un bon exemple; dans ces cas-là, contrôlez attentivement votre taux de descente et assurez-vous que vous avez une voie de dégagement. Votre instructeur vous expliquera plus profondément les symptômes et les procédures de redressement. Généralement cet exercice ne fait pas l'objet d'une démonstration car les contraintes sur la cellule et le rotor ne sont pas connues.

IL VAUT MIEUX PRÉVENIR QUE GUÉRIR !

EXERCICE 27 - CHARGEMENT PRATIQUE ET OPÉRATION À POIDS MAXIMAL

Les procédures pour le chargement et l'opération à poids maximal apparaissent ici comme étant un seul exercice. En fait, vous commencerez à prendre de l'expérience pratiquement dès le premier jour de votre entraînement. Pour une exploitation optimale d'un hélicoptère, il faut une compréhension parfaite de ses limites. Tous les hélicoptères ont des limites bien définies en ce qui concerne la masse et centrage.

Il incombe au pilote commandant de bord de charger l'hélicoptère dans les limites autorisées dans la section sur la masse et centrage du manuel de vol. Pour faciliter les problèmes de chargement, les constructeurs fournissent des graphiques, des tableaux et des exemples de chargement calculés à l'avance. On vous enseignera à calculer la masse et centrage pour le type d'hélicoptère que vous pilotez.

En conditions opérationnelles normales, parce que vos chargements changent fréquemment, il faut que vous soyez au courant des effets de ces changements. Vous devriez inclure, dans vos vérifications avant-décollage, une vérification de la masse et centrage; s'il a des doutes, vous devriez toujours utiliser les tableaux ou les rapports avant d'essayer avec le chargement. Faites toujours une vérification en stationnaire ce qui vous donnera une vérification précise de la puissance utilisée et, par conséquent, de la puissance encore disponible et de l'effet du chargement sur le centre de gravité.

LA PUISSANCE

On va vous enseigner comment estimer la puissance nécessaire pour différentes situations. La vérification en vol stationnaire est le moyen le plus précis pour trouver la puissance requise et permet l'évaluation de la marge de puissance disponible pour l'envolée. Rappelez-vous qu'un changement de température de quelques degrés et/ou un changement d'altitude modifient considérablement les performances de votre hélicoptère.

LE CHARGEMENT ET LE DÉCHARGEMENT DU FRET

On vous apprendra avec des chargements variés comment profiter au maximum de l'espace disponible sur votre type d'hélicoptère. Ceci comprend toutes les soutes et les civières ainsi que l'espace en cabine. Tous les chargements doivent être arrimés à l'aide de sangles, de filets ou de tout autre dispositif d'arrimage disponible. Étant donné que certains chargements peuvent être classés comme étant des marchandises dangereuses, vérifiez les procédures de manutention des marchandises dangereuses dans le manuel d'exploitation de la compagnie avant de vous engager à les charger à bord de l'hélicoptère. Le déchargement est aussi important que le chargement. Si vous transportez des marchandises pour plusieurs destinations, placez-les de façon à faciliter la livraison mais assurez-vous de les placer de façon à ce qu'elles aient un effet minime sur la masse et centrage. Après chaque arrêt, effectuez la vérification de vol stationnaire. Les charges à l'élingue sont traitées avec l'exercice 28.

LES PASSAGERS

Le pilote commandant de bord est chargé d'aviser les passagers des diverses procédures les concernant. Il faut montrer aux passagers comment embarquer et débarquer de façon sécuritaire, comment utiliser les ceintures de sécurité, les procédures d'urgence, les issues de secours et la politique concernant l'usage du tabac à bord. La plupart des manuels d'exploitation des compagnies d'hélicoptères possède une liste de vérifications des procédures de sécurité pour éviter tout oubli. Si cette liste est disponible, il faut l'utiliser.

En conclusion, utilisez votre bon sens, rappelez-vous qu'une augmentation de la masse, de l'altitude ou des deux a une incidence non seulement sur le vol propulsé mais également en autorotation.

EXERCICE 28 - EXPLOITATION DES CHARGES À L'ÉLINGUE

Une des caractéristiques différenciant l'hélicoptère des autres aéronefs est son aptitude à transporter une variété de charges différentes suspendues à un crochet de charge. Ce moyen de transport exceptionnel permet à l'hélicoptère de livrer des cargaisons là où il ne peut atterrir, d'accomplir des tâches hautement spécialisées comme l'arrosage par citerne héliportée, l'exploitation forestière et la construction par hélicoptère. Afin de procéder en toute sécurité à des vols avec charges à l'élingue, il faut absolument que le pilote et le personnel au sol soient informés des méthodes utilisées.

Aux fins de cet exercice et pour tous les vols avec charges à l'élingue que vous ferez, choisissez attentivement les routes que vous allez prendre pour ne pas survoler de zone habitée afin de minimiser les chances de dommages corporels et matériels. Avant d'exécuter cet exercice, votre instructeur repassera avec vous les articles 602.16 et 602.23 du Règlement de l'aviation canadien.

LES VÉRIFICATIONS AVANT-VOL

Avant tout vol avec charges à l'élingue, vous devriez, en plus des vérifications avant-vol normales, exécuter les vérifications suivantes :

- 1) vérifiez que le crochet de charge est correctement placé et qu'il n'est pas endommagé, que tous les câbles électriques et mécaniques suspendus ne montrent aucun signe d'effilochage ou d'usure ;
- 2) vérifiez que le dispositif de largage normal fonctionne bien en vous assurant que le crochet s'ouvre lorsque le dispositif de largage est actionné;
- 3) vérifiez que le dispositif de largage de secours fonctionne bien en vous assurant que le crochet fonctionne lorsque le dispositif de largage de secours est actionné;
- 4) vérifiez l'état général de toutes les élingues et sangles et de tous les filets. Le matériel effiloché et usé pourrait présenter un danger en vol. Assurez-vous que le matériel dont vous disposez peut transporter, en toute sécurité, le poids du chargement prévu.
- 5) vérifiez votre miroir et assurez-vous que vous pouvez voir convenablement depuis votre siège.

Une fois satisfait que le matériel de l'élingue est en bon état, vous pouvez donner vos instructions au personnel qui vous aide. Ce type de travail exige un personnel au sol qualifié, un équipement approprié et une bonne coordination de toute l'équipe. Il est important d'établir clairement les signaux que vous allez utiliser pendant ce vol, ainsi que les procédures à suivre par vous et le personnel au sol en cas d'urgence au moment de l'accrochage ou du largage. Les signaux normalement utilisés pendant le vol avec charges à l'élingue sont illustrés dans le schéma suivant.

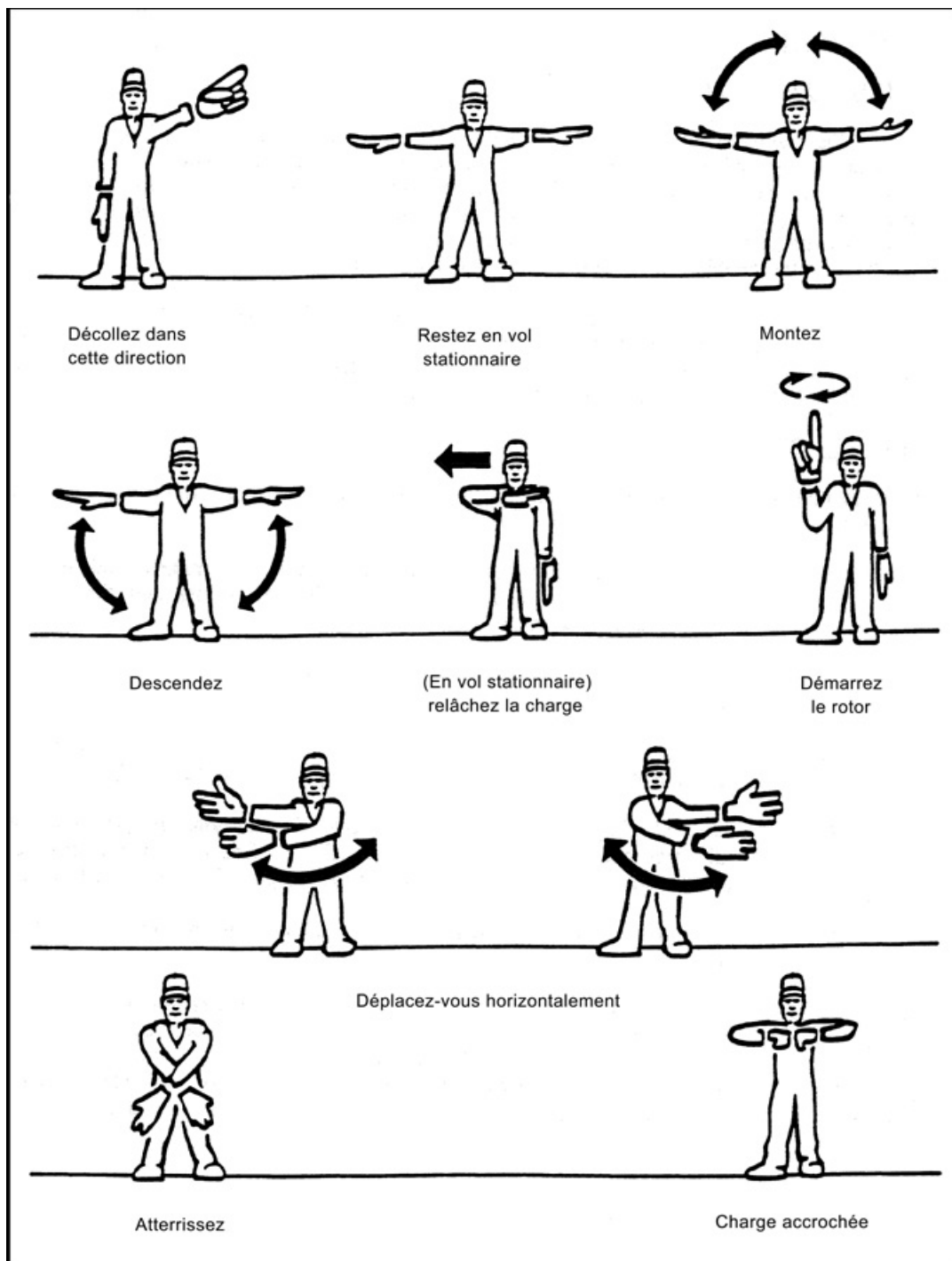


Figure 28-1 Signaux pour hélicoptères

Tous les chargements extérieurs peuvent être définis comme faisant partie de l'une des catégories suivantes: haute densité, basse densité ou aérodynamique. Les chargements de haute densité seront stables tandis que ceux de basse densité seront franchement instables; le chargement aérodynamique peut avoir les caractéristiques des deux autres catégories. Vous devez examiner le chargement, pour décider à quelle catégorie il appartient, puis pour évaluer ses réactions en vol.

L'ACCROCHAGE DE LA CHARGE

Chaque fois que cela est possible, placez la charge de façon à ce vous puissiez faire votre vol stationnaire face au vent pendant la procédure d'accrochage. Cela permettra un vol stationnaire plus stable. Si le signaleur dispose d'adjoints, il devrait se placer bien en vue, le dos au vent à une distance d'environ 50 pieds, légèrement à droite devant le poste de pilotage de l'hélicoptère. Cette position lui permet de surveiller pendant le décollage, dans l'intérêt de la sécurité, la charge tout en observant une grande surface de terrain autour de l'hélicoptère. Cela vous permet également de le voir. Une fois en stationnaire au-dessus de la charge à la hauteur appropriée, choisissez quelques repères facilement visibles. Après l'accrochage de la charge, gardez ces repères en vue tandis que vous augmentez la hauteur du stationnaire afin de faire un décollage aussi vertical que possible.

Pendant l'accrochage, le personnel au sol ne devrait pas se placer entre la charge et l'hélicoptère, incluez ceci dans votre exposé avant-vol. Une fois que la charge est fixée au crochet, vous pouvez commencer une montée verticale lente jusqu'à ce que l'élingue soit tendue et que l'hélicoptère soit centré au-dessus de la charge. Expliquez au signaleur de diriger l'hélicoptère directement au-dessus de la charge dès que vous êtes en stationnaire. Continuez à augmenter le collectif tout en contre-vérifiant l'indicateur de pression d'admission (ou le couple-mètre sur les hélicoptères à turbine) pour déterminer s'il y a assez de puissance pour la transition en vol vers l'avant. Cette partie du décollage doit être faite avec grande souplesse pour assurer que la charge est bien attachée et correctement accrochée avant la transition en vol.

LE DÉCOLLAGE

Une fois que vous êtes satisfait que toutes les conditions pour le vol ont été remplies, commencez une transition de décollage où le gain d'altitude précède la vitesse vers l'avant. Ce genre de décollage permet le franchissement d'obstacles rapidement. Lorsque vous vous trouvez à une hauteur sécuritaire, laissez la vitesse augmenter jusqu'à ce que vous ayez un contrôle maximal sur la charge. Vérifiez les limites dans le manuel de vol, de toutes façons il n'y a pas grand avantage à voler plus vite que 90 mi/h quelle que soit la charge à l'élingue. À mesure que la vitesse augmente, faites attention aux caractéristiques de la charge et, s'il devait y avoir des oscillations, réduisez la vitesse en douceur. De cette façon vous établirez la vitesse maximale de sécurité pour votre charge. Une fois en vol en toute sécurité, placez le commutateur principal du crochet de charge à la position « arrêt » (si votre hélicoptère est ainsi équipé).

Il est important de réduire la vitesse au premier signe d'oscillation, mais n'abaissez pas le collectif rapidement. Toutes actions sur les commandes doivent être souples et en douceur. La réduction de collectif (et de là la vitesse) et l'amorce d'un virage à angle d'inclinaison faible sont efficaces pour diminuer les oscillations des charges.

L'APPROCHE AU POINT DE LARGAGE

Si cela est possible, planifiez votre approche face au vent pour exclure tout risque de vous mettre dans une situation où il n'y aurait pas suffisamment de puissance pour arrêter la descente. Une approche avec un angle légèrement plus fort que la normale vous garantit le franchissement des obstacles jusqu'à ce que l'hélicoptère soit au-dessus du point de largage de la charge. Essayez de « piloter la charge », en notant sa vitesse-sol afin d'éviter de dépasser le point de largage. Exécutez une vérification avant l'atterrissage et placez le commutateur du crochet de charge à la position « en marche ». Contrôlez le taux de descente.

LE LARGAGE DE LA CHARGE

Lorsque l'hélicoptère est stabilisé au-dessus de la charge, abaissez doucement le collectif pour amorcer une descente à un taux contrôlé jusqu'à ce que la charge soit déposée doucement sur le sol. Réduisez le collectif encore un peu afin de donner du mou à l'élingue. Selon le poids de la charge, il est possible qu'il faille faire une grande réduction de puissance. Une fois que l'élingue a du mou, larguez le crochet. Avant de dégager le secteur, vérifiez en regardant dans votre miroir ou en vous déplaçant à un côté, que la charge a bien été larguée et que l'élingue n'est pas restée accrochée.

LES MESURES DE SÉCURITÉ

Une étude des accidents d'hélicoptère au Canada révélera que beaucoup sont liés à des accidents de vols avec charges à l'élingue. La plupart d'entre eux sont évitables. Préparez l'élingage que vous entreprenez, estimez les caractéristiques de la charge à l'élingue et pilotez avec l'exactitude et la précision. Ne laissez jamais les oscillations de la charge atteindre une ampleur qui vous met en danger et l'hélicoptère; il vaut bien mieux larguer la charge que de perdre l'hélicoptère. En cas d'urgence en vol, larguer la charge.

CHARGES INHABITUENTES

Au fil des ans, on vous demandera de transporter différentes charges à l'élingue. Vous trouverez dans les schémas ci-dessous plusieurs trucs qui ont fonctionné au cours des ans. La plupart des charges devraient pouvoir se comparer à un des exemples suivants :

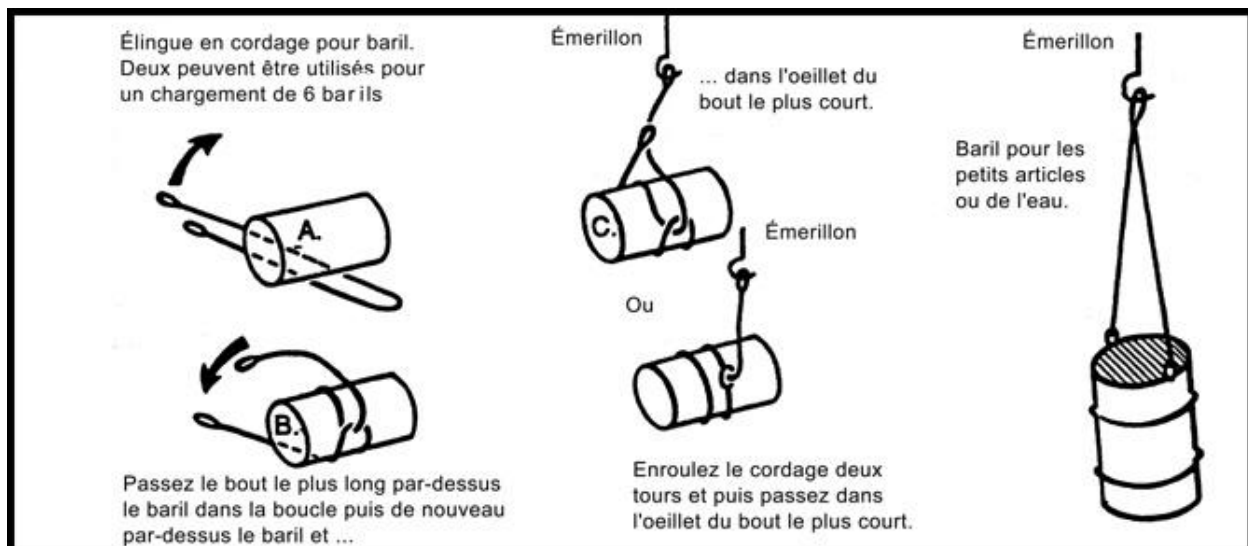


Figure 28-2 Transport de barils

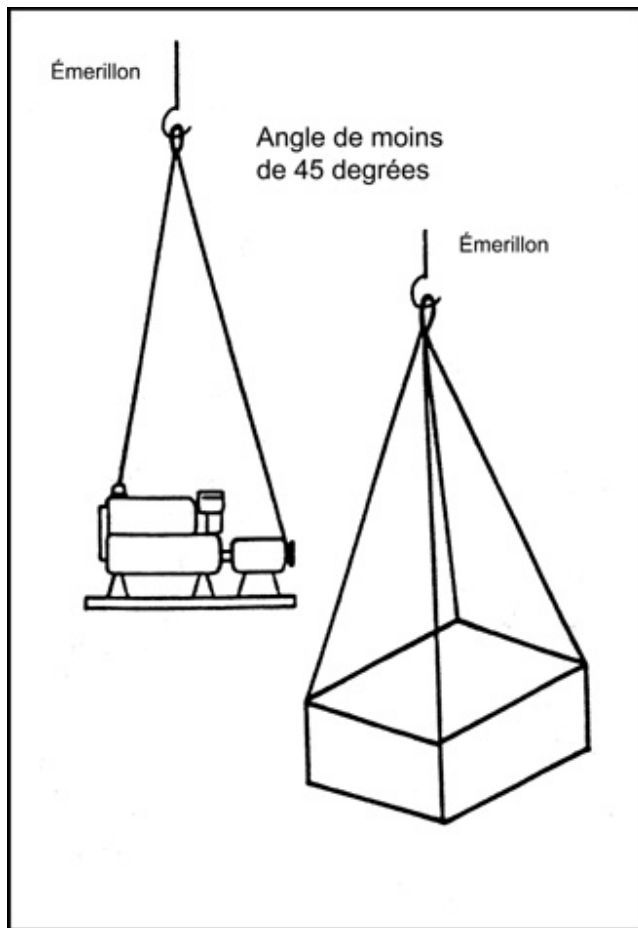


Figure 28-3 Transport à l'élingue

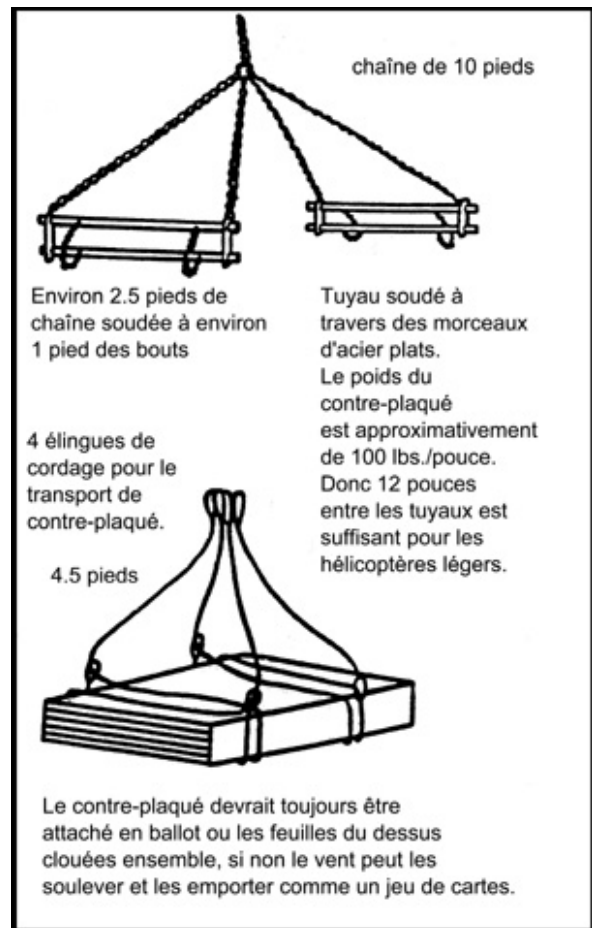


Figure 28-4 Transport à l'élingue

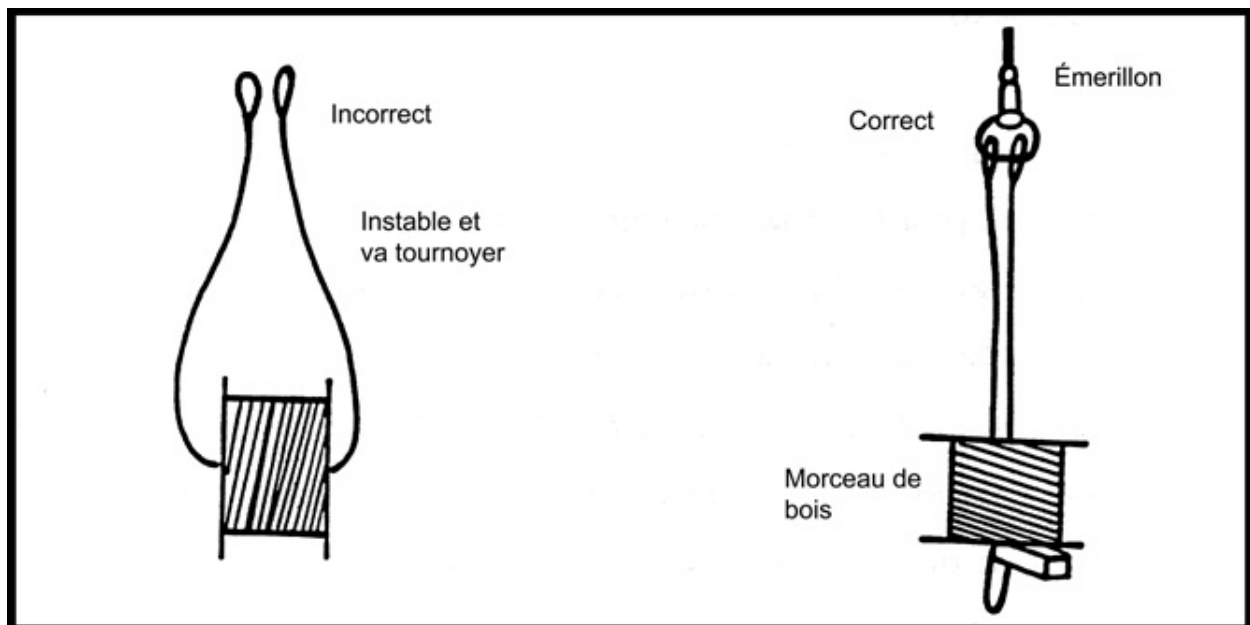


Figure 28-5 Émerillon

CONSEILS PRATIQUES

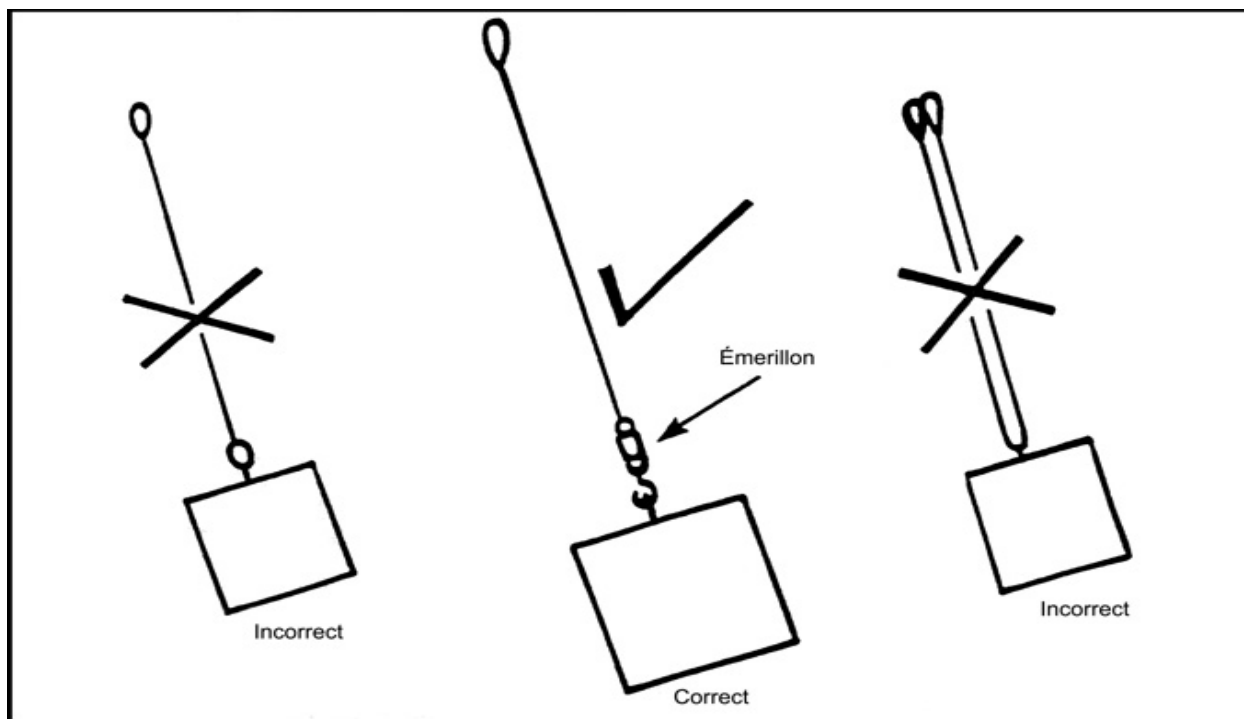


Figure 28-6 Émerillon

- 1) Il faut toujours utiliser un émerillon.
- 2) Si possible, faites vos vols en partant d'un grand terrain plat.
- 3) Gardez le terrain exempt de débris : chapeaux, foulards, bâches, planches etc.
- 4) Évitez la précipitation (résistez à l'envie de voler plus vite).
- 5) Les barils vides sont une mauvaise charge; les barils PLEINS, une bonne charge.
- 6) Détruisez la portance d'une charge aérodynamique à l'aide d'un arbre ou d'un baril.
- 7) Dans le n°6 plus la charge est lourde, mieux elle « vole ».
- 8) Gardez le régime toujours haut.
- 9) Méfiez-vous de l'électricité statique.
- 10) À l'approche, contrôlez avec beaucoup de soin le taux de descente.
- 11) Planifiez l'avitaillement en fonction de la charge à transporter;
- 12) Dégager la zone de largage dès que possible après avoir livré la charge, rappelez-vous que le personnel au sol n'a aucune protection contre la déflexion vers le bas.

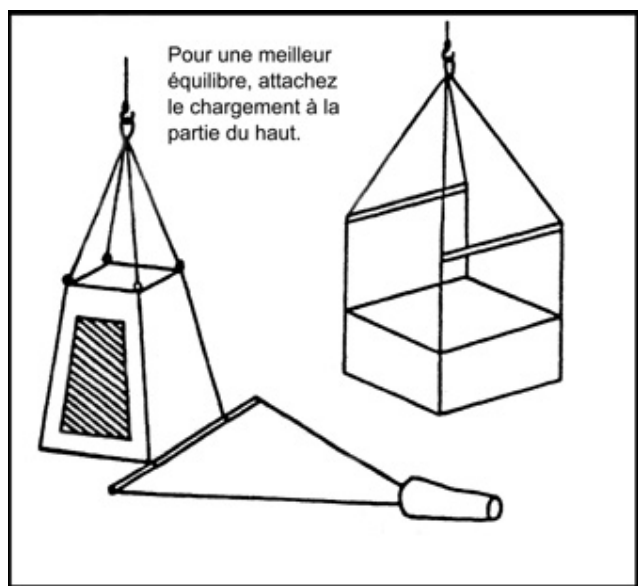


Figure 28-7 Manche à air attaché au chargement

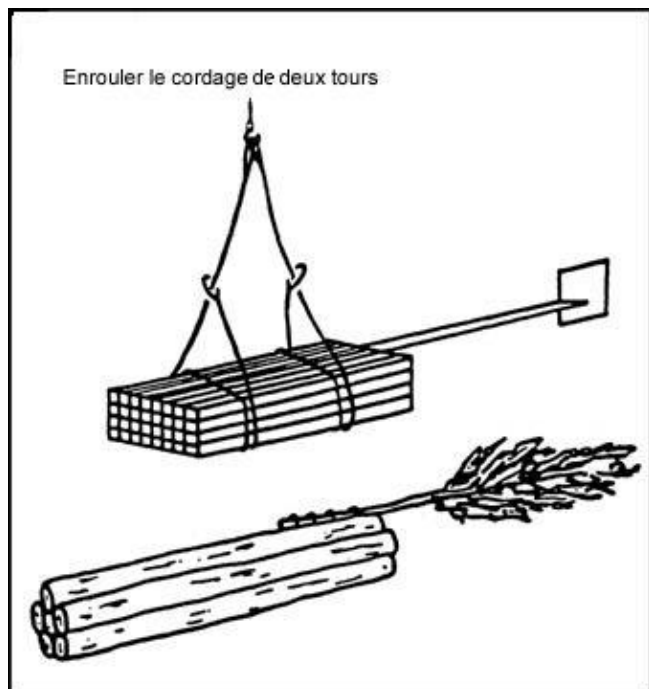


Figure 28-8 Girouette attachée au chargement

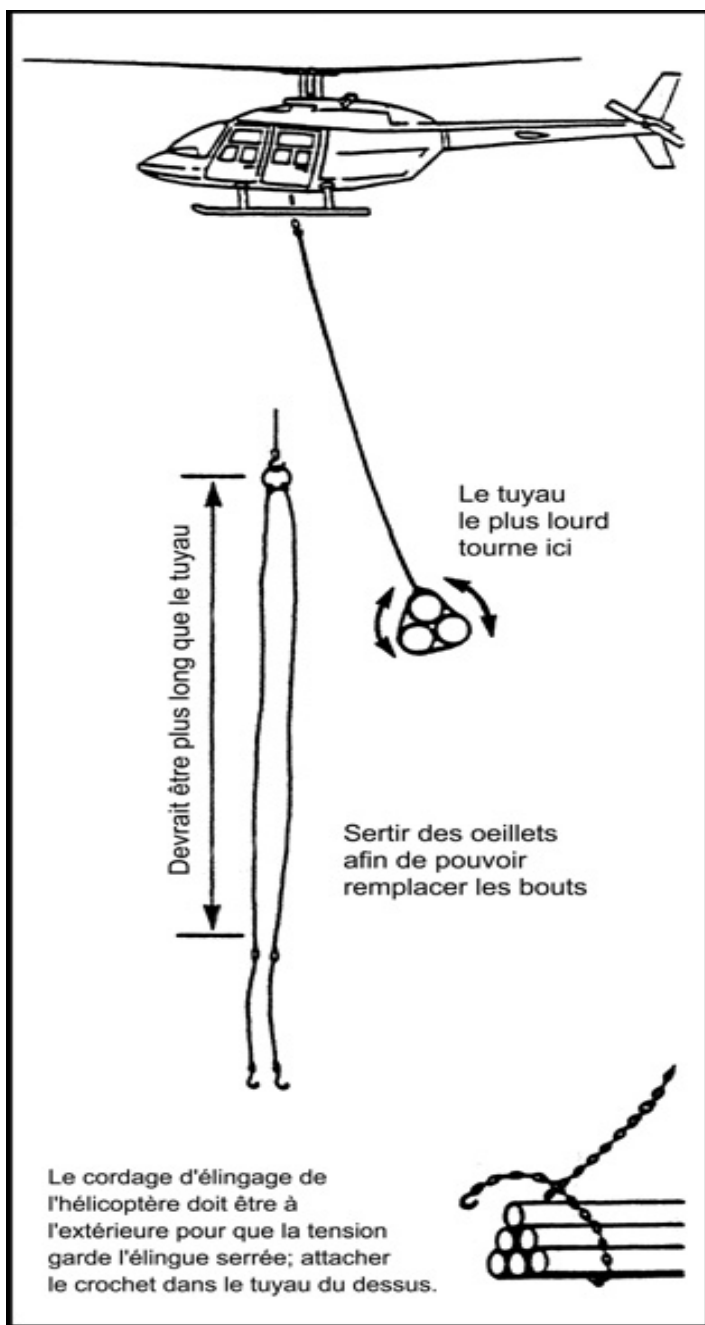


Figure 28-9 Transport de tuyau

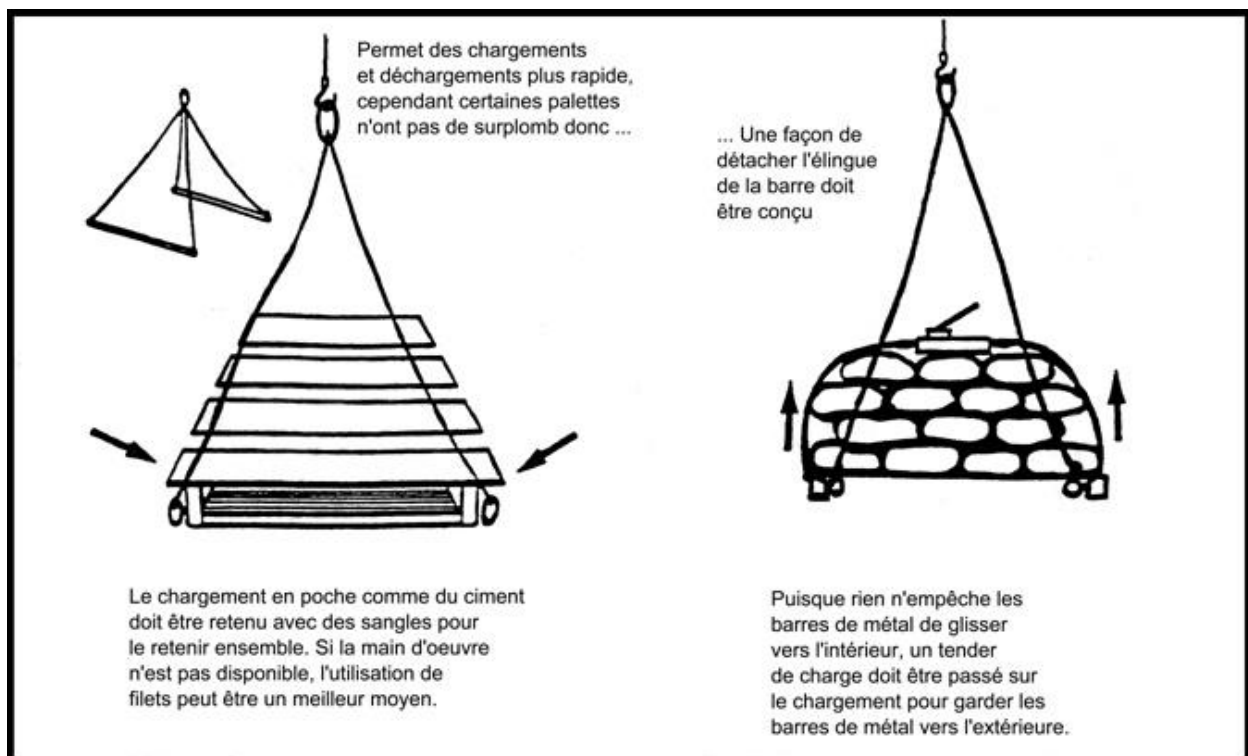


Figure 28-10 Transport de palettes

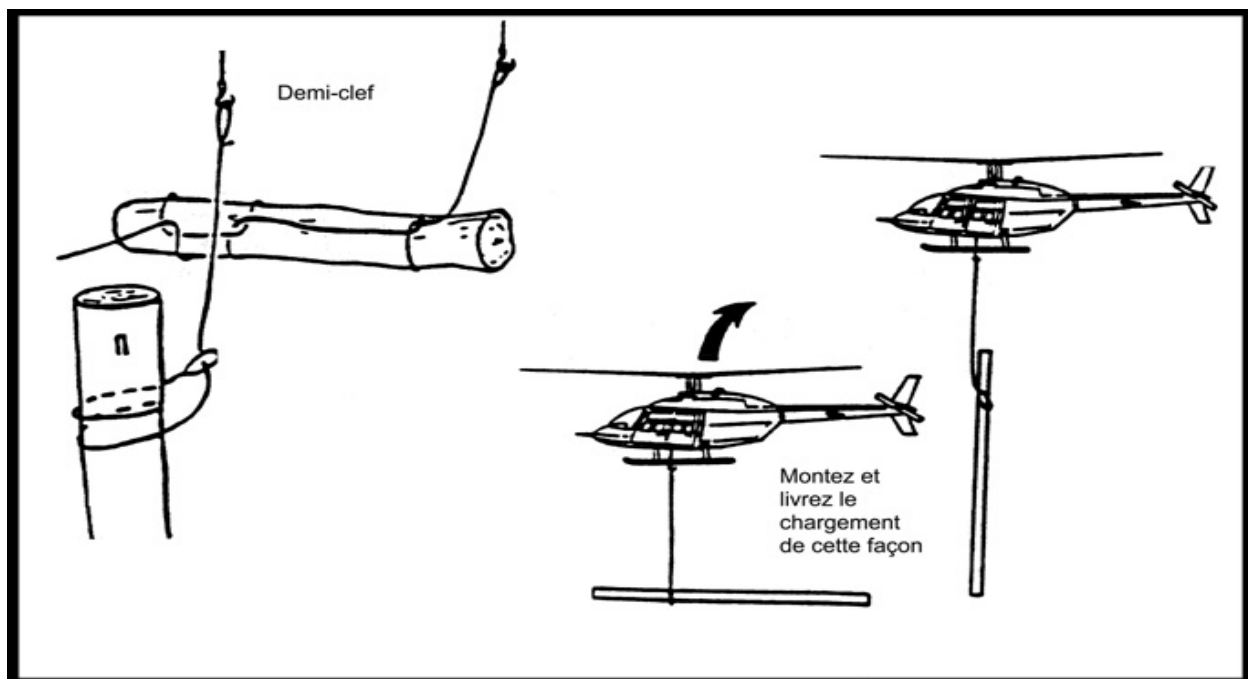


Figure 28-11 Transport de poteaux

EXERCICE 29 - CONVERSION SUR TYPE D'HÉLICOPTÈRE

La raison de cet exercice de conversion est la suivante, il existe plusieurs types d'hélicoptère, chacun a un groupe moteur, un rotor, des commandes de vol, des circuits électriques et hydrauliques différents. Par conséquent, les caractéristiques de manœuvre, les capacités et les limites diffèrent pour chaque type d'hélicoptère.

Au Canada, les pilotes d'hélicoptère doivent être certifiés pour chaque type d'hélicoptère qu'ils veulent piloter. En tant que pilote d'hélicoptère, il est possible que vous deviez piloter plusieurs types d'hélicoptère. Dans cet exercice, votre instructeur vous enseignera ce qu'il faut savoir et avoir fait pour pouvoir passer d'un type d'hélicoptère à un autre en toute sécurité et d'une façon efficace.

Une conversion complète est essentielle pour la sécurité du vol, surtout lorsque l'on passe d'un hélicoptère à pistons à un hélicoptère à turbine ou vice versa.

LES CONNAISSANCES

La majorité des renseignements se trouvent dans le manuel de vol mais on trouve souvent des publications de formation complémentaires. Il est essentiel que vous ayez des connaissances pratiques approfondies des différents systèmes et procédures étudiés dans toutes ces publications.

LES SYSTÈMES ET LES PROCÉDURES

- 1) Procédures d'inspections quotidiennes normales, mise en route, arrêt moteur.
- 2) Procédures en vol normal
- 3) Urgences
- 4) Capacités et consommation de carburant
- 5) Systèmes propres au type d'hélicoptère p. ex. : les circuits d'hydraulique, de transmission, électrique, de carburant et d'huile.

LES PERFORMANCES

Il faut particulièrement faire attention à la section traitant des limites concernant :

- 1) les vitesses;
- 2) la masse totale et le centre de gravité; et
- 3) les limites du rotor et du moteur.

L'EXPÉRIENCE

Les connaissances acquises seront mises en pratique dès que votre instructeur commencera l'instruction en vol nécessaire à la conversion. L'accent sera mis sur les points suivants :

- 1) les différences dans les réactions des commandes. Le type du système du rotor a une incidence sur les réactions des commandes, surtout entre les systèmes à faible et à forte inertie. Il y aura également des différences de réaction et de sensation entre les rotors rigides, semi-rigides et articulés, et, évidemment, entre les rotors tournant dans le sens horaire et ceux tournant dans le sens anti-horaire;
- 2) les repères visuels et les instruments de bord. La présentation du tableau de bord et la disposition des instruments varient comme l'agencement des sièges, le pilote commandant de bord étant, suivant le type d'hélicoptère, parfois à gauche parfois à droite.
- 3) les particularités : Chaque type d'hélicoptère a ses particularités, par exemple, des vibrations à une certaine vitesse ou dans certaines conditions.
- 4) les commandes auxiliaires. Celles-ci varient d'un type à l'autre d'hélicoptère, par exemple le réchauffage Pitot, les ventilateurs à désembuage et les commandes de chauffage.

Le temps nécessaire à une conversion dépend de votre expérience, de vos aptitudes et du type d'hélicoptère. Néanmoins, pour réussir une conversion il faut posséder de solides connaissances de l'appareil et les aptitudes nécessaires à l'exécution de toutes les procédures normales et d'urgence avec sécurité et précision.

EXERCICE 30 - LE VOL AUX INSTRUMENTS

Le pilote VFR devrait éviter toute situation où il risque de se trouver en conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC). Il arrive néanmoins chaque année que des pilotes volent par inadvertance dans les nuages ou dans des conditions de voile blanc. L'instruction de vol aux instruments qui fait partie des cours de pilote privé et de pilote professionnel ne qualifie pas au vol IFR. Elle a pour but de permettre à un pilote qui n'est pas qualifié IFR, aux commandes d'un hélicoptère qui n'est pas équipé pour le vol IFR, de revenir aux conditions météorologiques de vol à vue (VMC) après avoir rencontré par inadvertance des conditions IMC.

De tout temps, la procédure la plus sécuritaire et la plus opportune pour un pilote VFR a été, de loin, celle qui consistait à effectuer un virage de 180 degrés pour retrouver les conditions VMC. C'est la procédure la plus appropriée pour les vols VFR aux altitudes VFR, pour les vols de nuit qui rencontrent des conditions IMC ou lorsque ces conditions sont un phénomène local constitué par du brouillard, de la poudrerie ou des cristaux de glace. Pour effectuer le virage de 180 degrés, le pilote doit :

- 1) contrôler l'hélicoptère et revenir au vol aux instruments, en notant l'altitude, la vitesse et le cap;
- 2) conserver son altitude ou monter pour franchir le terrain environnant en toute sécurité;
- 3) exécuter un virage au taux un pour prendre le cap inverse;
- 4) rester en vol aux instruments jusqu'au retour des conditions VMC, moment où il faudra ensuite décider s'il faut continuer le vol, faire demi-tour ou atterrir.

En ce qui a trait à l'assiette de l'hélicoptère, piloter aux instruments revient essentiellement à piloter à vue, en remplaçant l'horizon naturel et les points de référence extérieurs par les instruments de vol. En vol, les instruments donnent des renseignements concernant :

- 1) l'assiette de l'hélicoptère;
- 2) la puissance nécessaire;
- 3) ils indiquent aussi si la combinaison assiette-puissance fournit les performances attendues.

La description de cet exercice est de nature générale car les méthodes pour enseigner la partie instrument d'un cours varient suivant les écoles. Les élèves ne devraient pas avoir trop d'appréhension à l'idée de voler aux instruments, car il s'agit en bonne partie de manœuvres élémentaires déjà apprises au début du cours et la plus grande partie de la théorie est une revue de sujets déjà assimilés.

MAÎTRISE DE L'HÉLICOPTÈRE

- 1) Les actions aux commandes qui produisent des mouvements sont les mêmes que celles utilisées en vol à vue.
- 2) Les pressions aux commandes doivent se faire de manière souple, les corrections doivent être de faible amplitude et il faut attendre les résultats.
- 3) L'élève doit anticiper qu'il lui faudra modifier la puissance et l'assiette de l'hélicoptère pour obtenir les vitesses et les altitudes voulues lorsqu'il accélère, ralentit, monte, descend ou à la mise en palier.
- 4) Les instruments de contrôle servent à établir assiette et puissance, et les instruments de performance servent à vérifier vitesse, vitesse verticale ou autre performance voulue.

CONTRÔLE DE L'ASSIETTE

L'assiette de l'hélicoptère se contrôle par des mouvements autour de l'axe de tangage (latéral), de l'axe de roulis (longitudinal) et de l'axe de lacet (vertical). Les trois commandes de vol de l'hélicoptère sont :

- 1) Commande de pas cyclique (contrôle de l'assiette)
 - a) Contrôle de l'assiette en tangage. Le mouvement de l'hélicoptère autour de l'axe latéral (cabré-piqué) consiste à changer l'inclinaison longitudinale du rotor principal (cycliquement).
 - b) Contrôle de l'assiette en roulis. Le mouvement de l'hélicoptère autour de l'axe longitudinal (roulis) consiste à contrôler l'angle formé par l'inclinaison du disque-rotor et l'horizon naturel.
- 2) Commande de pas collectif (puissance-poussée)

Le déplacement de la commande de pas collectif fait varier de la même valeur l'angle de pas de chaque pale.
- 3) Pédales (compensation et contrôle en lacet pour un vol coordonné)

La coordination aux pédales s'effectue pour compenser tous les changements de puissance.

CONTRÔLE DE LA PUISSANCE

- 1) Sur l'hélicoptère, la portance et la poussée proviennent toutes les deux d'une même source, le rotor principal. Par conséquent, pour changer ou conserver la vitesse ou l'altitude voulue, l'élève doit connaître les paramètres de puissance applicables à l'hélicoptère, à bord duquel il s'entraîne. Par exemple, à bord d'un Robinson R22, il faut environ 20 pouces de pression d'admission pour voler à une vitesse de croisière de 80 nœuds. Pour monter ou descendre à 500 pieds à la minute, à 80 nœuds, il faut faire varier d'environ 2 pouces la pression d'admission utilisée en régime de croisière.
- 2) Le contrôle de la puissance se fait exactement de la même manière que pour le vol à vue et l'affichage se fait au couple-mètre ou à l'indicateur de pression d'admission. Les effets du déplacement de la commande de pas collectif sont les mêmes que pendant le vol à vue, c'est-à-dire que lorsque l'on augmente la puissance, l'appareil se cabre et il y a un mouvement de lacet à droite dans le cas de la rotation des pales des hélicoptères nord-américains. L'inverse se produit lorsque l'on abaisse la commande de pas collectif.
- 3) À une vitesse donnée, c'est la puissance affichée qui détermine si l'hélicoptère monte, descend ou vole en palier. Augmenter la puissance tout en maintenant une vitesse constante se traduit par une montée, alors que diminuer la puissance a l'effet inverse.
- 4) À une altitude constante, la puissance détermine la vitesse. Lorsque la puissance augmente, il faut piquer pour conserver la même altitude, et la vitesse alors augmente. C'est l'inverse qu'il faut faire lorsque la puissance diminue.
- 5) Une altitude et une vitesse constantes en vol en palier dépendent de la coordination de l'assiette et de la puissance.

L'assiette de l'hélicoptère varie chaque fois que le pilote règle la puissance pour une altitude ou vitesse spécifique. L'assiette et l'inclinaison doivent être réglées et le mouvement de lacet contrôlé pour maintenir un vol coordonné.

INSTRUMENTS DE CONTRÔLE ET DE PERFORMANCE

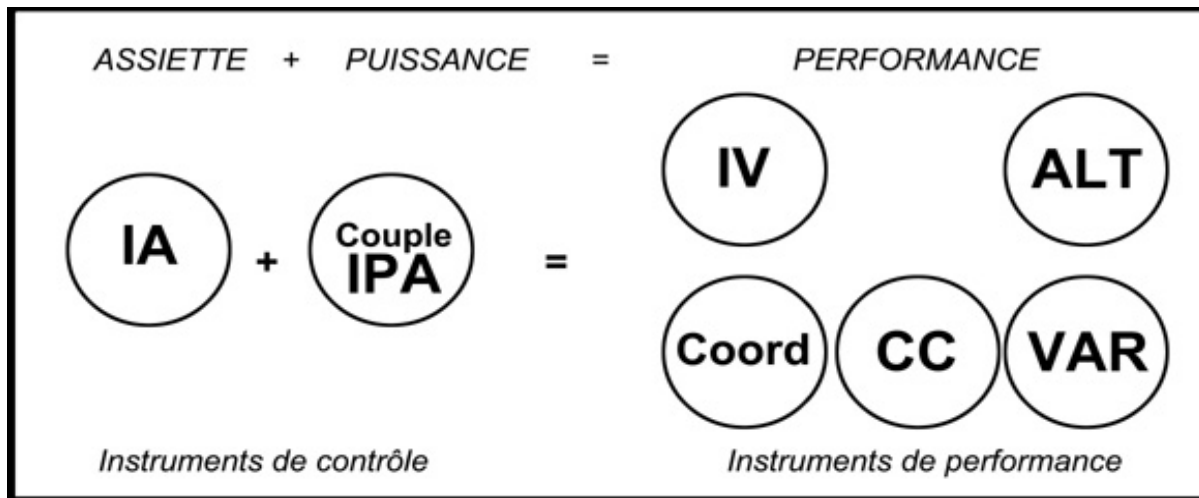


Figure 30-1 Instruments de contrôle et de performance

Les instruments de contrôle et ceux de performance sont groupés comme suit :

- 1) Les interprétations des instruments de contrôle se font au moyen :
 - a) l'indicateur d'assiette;
 - b) du couple-mètre ou de l'indicateur de pression d'admission.
- 2) Aux changements apportés aux indications des instruments de contrôle correspondent des changements de la trajectoire de vol de l'hélicoptère. Les instruments de performance suivants indiquent les effets de ces changements :
 - a) l'indicateur de vitesse (anémomètre);
 - b) l'altimètre;
 - c) le variomètre;
 - d) le conservateur de cap ou le compas;
 - e) l'indicateur de virage et de dérapage ou coordonnateur de virage.
- 3) Les corrections effectuées par référence aux instruments de contrôle se font sur la base des informations provenant des instruments de performance.
- 4) L'utilisation de la théorie relative aux instruments de contrôle et à ceux de performance s'applique à toutes les manœuvres exécutées aux instruments; le cyclique (assiette) contrôle la vitesse et le collectif (puissance) contrôle l'altitude ou le taux de changement d'altitude. Le changement d'assiette en vol a un effet immédiat sur la vitesse, ce qui entraîne un changement d'altitude. Un changement de puissance a un effet immédiat sur l'altitude et un effet moindre sur la vitesse.
- 5) Il faut aussi examiner la question de l'interprétation de l'indicateur d'assiette dans le cas de l'hélicoptère. En hélicoptère, l'indicateur d'assiette affiche l'assiette du fuselage, non celle du disque-rotor. L'hélicoptère peut monter ou descendre en cabré, en piqué ou à l'horizontale. L'indicateur d'assiette est le seul instrument qui fournisse une indication directe de l'assiette. Toutefois, il ne représente pas toujours l'assiette du disque-rotor et, par conséquent, il n'affiche pas de manière précise ce que l'hélicoptère fait. Par exemple, l'indicateur d'assiette peut indiquer une assiette cabrée, alors qu'en réalité l'hélicoptère descend à 90 nœuds. L'indicateur d'assiette doit toujours être contre vérifié avec les instruments de performance pour assurer une bonne interprétation des informations présentées.

- 6) À vitesse constante, l'affichage de la puissance détermine si l'hélicoptère monte, descend ou vole en palier. Inversement, si l'altitude est constante, l'affichage de la puissance et de l'assiette détermineront si la vitesse augmente, diminue ou reste constante.
- 7) Les rapports entre les variétés de puissance et d'assiette sont tellement semblables que la vraie raison d'un écart de vitesse, d'altitude ou de cap n'est pas toujours évidente. Le cap ou l'altitude peut changer sans qu'il y ait un changement d'assiette correspondant. Il est souvent difficile d'interpréter correctement les renseignements fournis par l'indicateur d'assiette uniquement. Cela exige d'interpréter correctement tous les instruments de contrôle et de performance pour que le vol soit stable et coordonné.

CONTRÔLE DE L'ASSIETTE EN TANGAGE

Les instruments de performance qui servent de référence pour contrôler l'assiette en tangage sont :

1) L'indicateur d'assiette

La méthode la plus simple pour visualiser l'assiette de l'hélicoptère lorsque l'on utilise l'indicateur d'assiette est d'imaginer que les ailes de la maquette représentent le disque du rotor. L'indicateur d'assiette donne des renseignements généraux sur le tangage et il est utilisé conjointement avec les autres instruments. En vol de croisière, le disque-rotor doit être surimposé à la barre d'horizon. Si le disque-rotor s'élève au-dessus de la barre, le variomètre et l'altimètre doivent confirmer la montée, et la vitesse doit diminuer. Pour effectuer un gain ou une perte d'altitude ne dépassant pas une fois et demie (1.5) la largeur de la barre, le pilote exerce une légère pression sur le manche cyclique vers l'arrière ou vers l'avant. Il doit alors comparer les indications des autres instruments d'assiette longitudinale avec la performance effectuée par l'hélicoptère. Pour effectuer des changements plus importants, il faudra probablement régler la puissance.

2) L'altimètre

L'altimètre fournit des informations indirectes sur l'assiette longitudinale en vol de croisière. Étant donné que l'hélicoptère peut monter ou descendre à l'assiette de croisière sans changer d'assiette, l'altimètre doit être utilisé conjointement avec les autres instruments d'inclinaison longitudinale. L'altimètre n'est pas un instrument qui indique le taux de changement d'altitude, il n'a donc qu'une valeur limitée si on l'utilise à cet effet. En se fixant sur cet instrument et en l'utilisant comme unique référence de tangage, le pilote risque de « courir » après l'altitude et de surcorriger.

3) Le variomètre

Cet instrument indique essentiellement une tendance et devrait toujours être utilisé conjointement avec les instruments qui indiquent l'assiette en tangage. En régime de croisière, l'aiguille indique zéro. Il faut utiliser le variomètre avec l'altimètre pour corriger les écarts par rapport au vol en palier. Le variomètre accusant un certain retard avant de se stabiliser, le pilote qui fixe l'instrument risque de « courir » après les indications, ce qui peut se traduire par un effet de marsouinage. Correction excessive mène à surcorriger : Pour l'éviter, neutralisez les commandes, laissez l'assiette se stabiliser et réglez l'assiette en tangage en utilisant les autres instruments de tangage.

4) L'indicateur de vitesse

La vitesse est fonction de la puissance et de l'assiette. En vol de croisière, si la vitesse augmente, il faut cabrer. Si la vitesse diminue, il faut piquer. Des changements rapides de vitesse signifient des grands changements d'assiette, de petits changements de vitesse signifient des petits changements d'assiette. Un retard apparent peut se manifester lorsque le pilote effectue des changements d'assiette, parce qu'il faut un certain temps pour accélérer ou décélérer. Lorsque la vitesse change à cause d'un changement d'assiette involontaire, l'altitude change. Par exemple, si la vitesse augmente parce que l'assiette est en piqué, l'altitude diminuera. En corrigeant l'assiette, le pilote retrouvera la vitesse et l'altitude qu'il avait auparavant.

CONTRÔLE DE L'ASSIETTE EN ROULIS

Les instruments de performance utilisés pour le contrôle de l'assiette latérale sont :

1) L'indicateur d'assiette

Les changements d'inclinaison sont indiqués par le disque-rotor (la maquette) sur l'indicateur d'assiette. L'inclinaison est représentée par l'angle que fait le disque-rotor avec la barre d'horizon et par l'index d'inclinaison qui se déplace de la position zéro jusqu'à la marque de référence de l'angle d'inclinaison. Le cyclique sert à incliner le disque-rotor jusqu'à l'angle d'inclinaison voulu. Il faut ensuite maintenir la position du cyclique pour conserver l'angle d'inclinaison voulu. La bille doit rester au centre pendant le virage. Il est parfois difficile de détecter les petits angles d'inclinaison sur l'indicateur d'assiette à moins de comparer cet instrument avec le conservateur de cap et l'indicateur de virage et de dérapage.

2) Le conservateur de cap

La fonction principale du conservateur de cap est d'indiquer le cap et non l'angle d'inclinaison, bien que l'instrument signale un virage immédiatement. En vol coordonné, lorsque l'hélicoptère est incliné latéralement, il vire. Lorsque le conservateur de cap indique un cap constant, vous volez en ligne droite. Un petit angle d'inclinaison se manifeste par un lent changement de cap, et un grand angle d'inclinaison, par un rapide changement de cap. Pour corriger un virage involontaire, appliquez le cyclique dans la direction voulue jusqu'au moment où vous atteignez le cap voulu, tout en maintenant aux pédales le vol coordonné. Lorsque vous amorcez ou corrigez un virage, utilisez un angle d'inclinaison inférieur au nombre de degrés qui vous sépare du cap, le maximum étant le nombre de degrés d'inclinaison correspondant au virage au taux un.

3) L'indicateur de virage et de dérapage

- a) L'aiguille indique à la fois le sens et la vitesse angulaire du virage. Lorsque l'aiguille est à gauche et la bille au centre, l'hélicoptère tourne à gauche, en vol coordonné. Si l'aiguille est à droite, la bille au centre, l'hélicoptère vire à droite en vol coordonné. Il y a généralement un repère sur le cadran pour montrer où doit être l'aiguille en virage au taux un. Le pilote utilise le cyclique pour amorcer un virage, rester en virage et sortir de virage. Lorsqu'il y a de la turbulence, il faut prendre la moyenne des oscillations pour détecter un virage.

- b) La bille agit sous l'influence de la pesanteur et de la force centrifuge. L'aiguille et la bille sont interprétées ensemble, la bille indiquant si l'hélicoptère est en glissade ou en dérapage. Il y a glissade lorsque la bille se déplace vers l'intérieur du virage et dérapage lorsqu'elle se déplace vers l'extérieur du virage. Un moyen simple consiste à se rappeler que le pied chasse la bille, autrement dit si la bille est à gauche il suffit d'appuyer sur la pédale gauche pour la ramener au centre, et vice versa. La bille aide à maintenir une bonne coordination. En hélicoptère, on obtient une coordination précise en utilisant le cyclique et les pédales en relation l'un par rapport à l'autre.

4) Le coordonnateur de virage

Cet instrument montre le mouvement de l'hélicoptère autour des axes de roulis et de lacet. Il faut bien comprendre que le coordonnateur de virage indique seulement le taux de roulis et celui de virage et non l'angle d'inclinaison réel.

COMPENSATION

L'hélicoptère étant naturellement instable, il faut que la compensation soit aussi précise que possible afin de minimiser la fatigue et de réduire la charge de travail du pilote. Pour arriver à ce résultat, il faut procéder continuellement à la contre-vérification des instruments en utilisant la technique de surveillance radiale. L'axe de lacet d'un hélicoptère monorotor est le plus instable et il demande une attention spéciale de la part du pilote.

BALAYAGE VISUEL RADIAL

Il faut que les performances changent avant que les instruments de performance puissent réagir. Tout retard des indications d'un instrument doit être interprété par le pilote. Si les instruments de performance indiquent que le cap ou l'altitude ne sont pas ce qu'ils devraient être, le pilote doit diriger son attention vers les instruments de contrôle tout en réglant l'assiette et la puissance pour effectuer une correction. Le pilote confirme ensuite que la correction est en cours de réalisation en se rapportant de nouveau aux instruments de performance.

Tout en volant par référence aux instruments, le pilote obtient continuellement des informations des instruments de performance et effectue les corrections nécessaires en se référant aux instruments de contrôle. Pour obtenir ces informations, le pilote se concentre sur chaque instrument le temps nécessaire. Il suffit souvent d'une fraction de seconde avant de passer à l'instrument suivant. L'indicateur d'assiette est l'instrument central d'où s'exerce la surveillance. Aussi, l'attention du pilote revient-elle généralement vers cet instrument après s'être portée sur un instrument de performance particulier. Un schéma indiquant le chemin que suit le regard du pilote montrerait des droites reliant l'indicateur d'assiette aux autres instruments, tout comme les rayons d'une roue autour du moyeu. Cette méthode s'appelle le balayage visuel radial.

Dans le cadre du balayage visuel radial, le pilote surveille fréquemment les instruments dont il a le plus besoin, suivant la tâche du moment. Le balayage visuel des autres instruments s'effectue moins fréquemment, pour obtenir d'autres informations. Le balayage visuel radial exercé sur certains instruments pour obtenir les informations nécessaires à l'exécution d'une tâche donnée, s'appelle balayage visuel radial sélectif. Par exemple, lorsqu'il s'agit de voler en palier en suivant une trajectoire rectiligne, les instruments de performance les plus importants sont le conservateur de cap et l'altimètre. Le pilote utiliserait donc le balayage visuel radial sélectif pour se concentrer plus fréquemment sur ces deux instruments. Comme le montre la Figure 30-2, le regard du pilote va de l'indicateur d'assiette au conservateur de cap, revient à l'indicateur d'assiette et se dirige vers l'altimètre.

En ce qui concerne les autres instruments de performance, l'indicateur de vitesse et le variomètre donnent des informations confirmant l'assiette; le coordonnateur de virage et le compas magnétique confirment la direction du vol. Le balayage visuel radial sélectif s'exerce de la même manière, avec ces instruments, mais moins fréquemment qu'avec l'altimètre et l'indicateur de cap.

PRATIQUE DU BALAYAGE VISUEL DES INSTRUMENTS

Pour développer la technique qui consiste à se rapporter au bon instrument, au bon moment, le pilote doit continuellement se poser les questions suivantes :

- Quels sont les renseignements dont j'ai besoin?
- Quels sont les instruments qui me donnent ces renseignements?
- Les renseignements sont-ils fiables?

Les Figures 30-2, -3, -4 et -5 montrent des exemples pratiques de balayage visuel des instruments qui peuvent être utilisées pour des conditions spécifiques de vol.

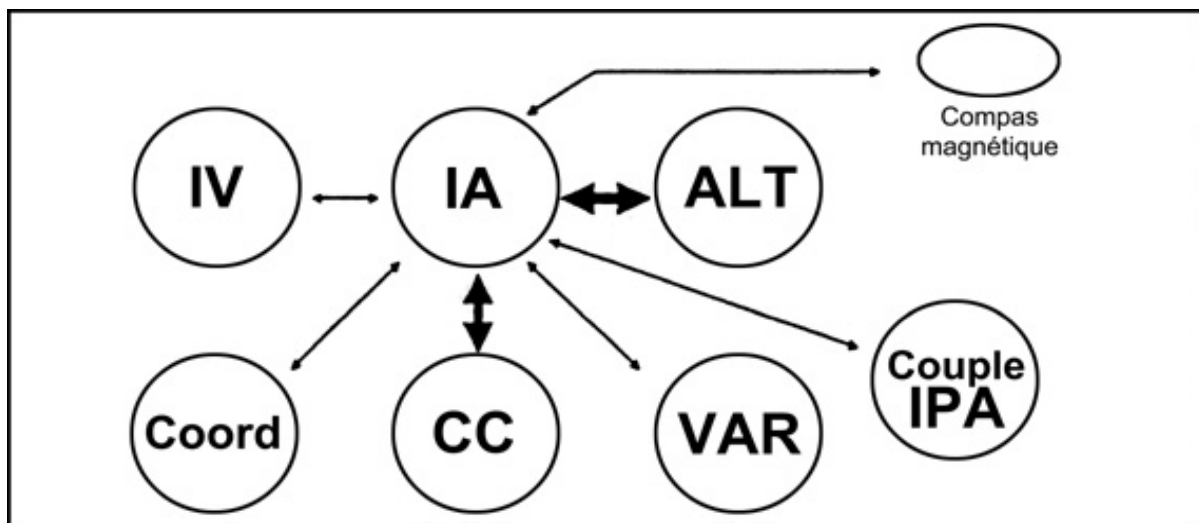


Figure 30-2 Vol rectiligne en palier

Comme mentionné précédemment, la Figure 30-2 montre un balayage visuel radial sélectif pour le vol en palier rectiligne. À la question, « Quels sont les renseignements dont j'ai besoin pour effectuer le vol rectiligne en palier? », la réponse est le cap et l'altitude. À la question suivante, « Quels sont les instruments qui me donnent les renseignements dont j'ai besoin? », la réponse est l'indicateur de cap et l'altimètre. Pour répondre à la question, « Les renseignements sont-ils fiables? », le pilote doit :

- 1) confirmer la fiabilité de l'indicateur de cap en se référant au compas et à l'indicateur de virage et de dérapage;
- 2) confirmer la fiabilité de l'altimètre en se référant au variomètre et à l'indicateur de vitesse.

Dans les quatre schémas, les flèches accentuées montrent la méthode de balayage visuel que le pilote utilise le plus fréquemment pour obtenir l'information voulue. Les flèches en traits plus légers indiquent un balayage visuel moins fréquemment répété des instruments d'appoint. Le pilote utilise ce type de balayage visuel pour confirmer que les indications des principaux instruments sont fiables et aussi pour déterminer toute tendance à un état de vol peu désiré. Le regard se porte plus fréquemment sur les instruments d'appoint qui correspondent le plus à la mesure à prendre que sur les autres instruments. Par exemple, lorsqu'il s'agit surtout de contrôler l'altitude, c'est le variomètre que, logiquement, il consultera plus fréquemment que l'indicateur de virage et de dérapage.

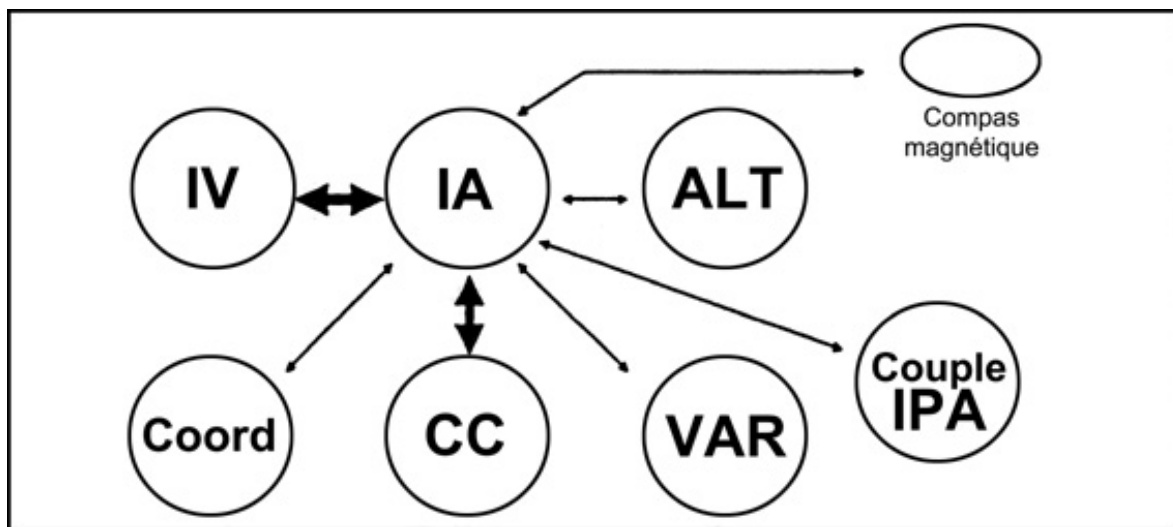


Figure 30-3 Montée rectiligne

La Figure 30-3 montre la méthode de balayage visuel pour effectuer une montée rectiligne. Les flèches en traits accentués montrent que le pilote porte plus son attention sur le cap et la vitesse en montant. Les flèches moins accentuées montrent la surveillance importante, mais moins fréquente, utilisée pour confirmer le cap et l'assiette. Pour une montée rectiligne, le pilote se sert de l'indicateur de virage et de dérapage et du compas magnétique pour confirmer son cap. Les informations du variomètre et de l'altimètre confirment que l'aéronef se comporte en montée comme prévu.

C'est en interprétant les renseignements sur la puissance et la performance en montée que le pilote peut décider si l'indicateur d'assiette est fiable.

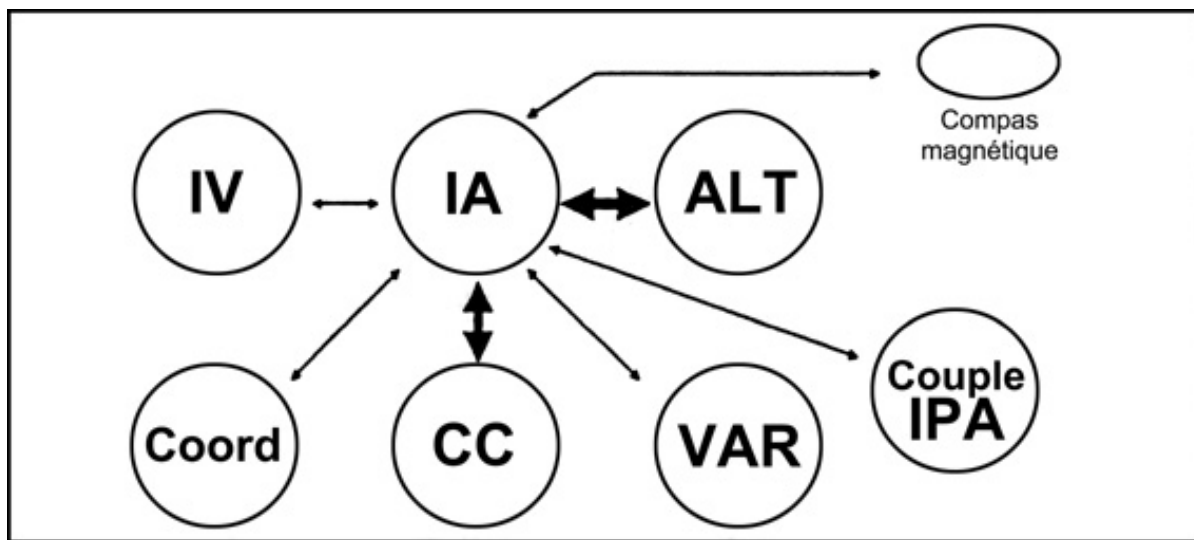


Figure 30-4 Approche de l'altitude souhaitée

La Figure 30-4 montre le balayage visuel qui convient le mieux lorsque l'hélicoptère se rapproche de l'altitude assignée. Les renseignements sur la vitesse deviennent alors moins importants que ceux concernant l'altitude. Durant le passage de la montée au vol rectiligne en palier, le pilote va effectuer le type de surveillance qui accorde une attention plus fréquente à l'indicateur d'assiette, avec l'appui du conservateur de cap et de l'altimètre.

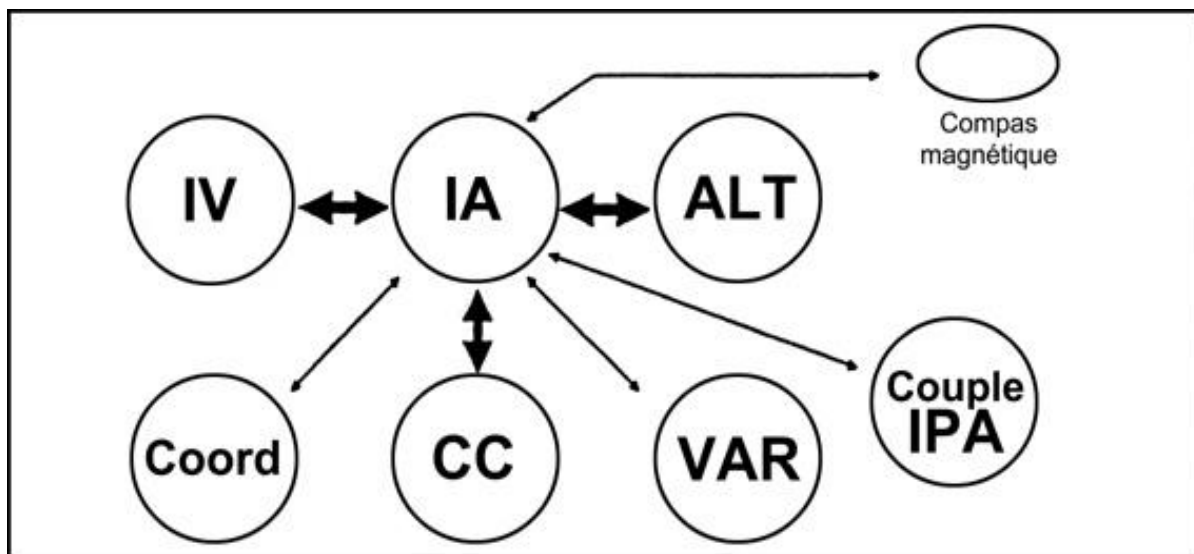


Figure 30-5 Vol en palier, approche de la vitesse souhaitée

Tout en établissant l'assiette de croisière, le pilote doit laisser l'hélicoptère accélérer jusqu'à la vitesse de croisière avant d'afficher le régime de croisière. Comme le montre la Figure 30-5, lorsque l'hélicoptère approche de l'assiette de croisière, les informations de vitesse deviennent plus importantes et l'indicateur de vitesse est consulté plus souvent, ainsi que l'indicateur d'assiette. Le pilote surveille aussi souvent le conservateur de cap et l'altimètre pour établir et maintenir le vol de croisière.

EXERCICES DE VOL AUX INSTRUMENTS

VOL RECTILIGNE EN PALIER

Cet exercice consiste à voler à altitude constante (puissance), à vitesse constante et à cap constant (réglage au cyclique). Le disque-rotor (les ailes de la maquette) doit coïncider avec la barre de l'indicateur d'assiette, si l'instrument a été bien réglé.

Lorsqu'un instrument indique qu'il est nécessaire de faire une correction pour maintenir la performance voulue, le pilote détermine la valeur de la correction à faire en se basant sur les autres instruments. La vitesse, le couple/pression d'admission et ou l'altimètre indiquent les corrections de puissance ou d'assiette. Les corrections se rapportant à des changements d'assiette doivent être exécutées dès que ces changements sont repérés. Au lieu de fixer alors son regard sur cet instrument particulier pour en noter les effets, le pilote doit continuer le balayage visuel pour finalement revenir à l'instrument original. De cette manière, c'est tout le tableau de bord qui reflète l'effet de la correction.

Toute déviation de cap est rendue évidente par le conservateur de cap. Pour revenir au cap voulu, le pilote agit au cyclique immédiatement et en douceur.

Un bon contrôle de l'assiette s'obtient en corrigeant rapidement les petits écarts de cap et d'assiette. Après rectification aux commandes, le pilote surveille les autres instruments pour vérifier que la correction est faite.

En vol de croisière, si l'altitude ne peut pas être maintenue au cyclique sans que les changements de vitesse dépassent plus ou moins 10 nœuds, la puissance est utilisée.

LA MONTÉE

- a) Pour la montée, on utilise la technique assiette-puissance compensation. On établit l'assiette de montée au cyclique d'abord et on l'ajuste en levant le collectif afin d'obtenir et de maintenir un taux de montée de 500 pieds/minute. Lorsqu'on augmente la puissance, il faut agir au palonnier pour que le vol reste coordonné.
- b) Pendant la montée, le cap, l'assiette et la vitesse sont maintenus au cyclique; le taux de montée au collectif, et la compensation au palonnier. Il est généralement admis qu'il faut commencer la mise en palier avant d'atteindre l'altitude voulue, en anticipant celle-ci de 10 p. cent du taux de montée, valeur qui peut varier avec l'aéronef, le taux de montée et la technique du pilote.
- c) Pour reprendre le vol en croisière normal, le pilote utilise la technique assiette-puissance compensation. Le cyclique sert à établir l'assiette pour obtenir la vitesse de croisière normale, le collectif pour régler la puissance de croisière et les pédales pour maintenir le vol coordonné.

LA DESCENTE

- a) Pour commencer la descente, on utilise la technique puissance-assiette compensation. On réduit la puissance en abaissant le collectif jusqu'au régime qui fournit le taux de descente voulu, généralement 500 pieds/minute. Le cyclique sert à obtenir l'assiette nécessaire et la coordination du vol s'effectue aux pédales.
- b) Lorsque le taux de descente est stabilisé, on fait un réglage fin par des changements de pas collectif (puissance).
- c) Pour reprendre le vol en croisière normal, le pilote utilise encore une fois la technique puissance-assiette compensation. Avant la mise en palier à l'altitude voulue, le régime de croisière est appliqué pour arrêter la descente à l'altitude assignée. Il faut normalement anticiper en utilisant 10 p. cent du taux de descente, c'est-à-dire 50 pieds pour un taux de 500 pieds/minute.
- d) L'assiette de croisière s'obtient au cyclique et la compensation, aux pédales. Le pilote commence ensuite la surveillance des instruments pour établir le vol en palier.

LE VIRAGE

Pendant cet exercice, le pilote ne doit pas dépasser un angle d'inclinaison de 15 à 20 degrés. Le virage serré sera expliqué et démontré à titre de familiarisation.

Pour commencer un virage, le pilote incline le cyclique dans la direction voulue. L'inclinaison initiale commence par référence à l'indicateur d'assiette. Lorsque l'angle d'inclinaison voulue est atteint, le pilote exerce une pression au cyclique pour maintenir cet angle d'inclinaison, mais en la relâchant quelque peu pour empêcher l'inclinaison d'augmenter. Pour ramener l'hélicoptère au vol rectiligne en palier, le pilote déplace le cyclique latéralement dans la direction opposée au virage. Pendant la manœuvre il faut se référer à tous les instruments disponibles.

Les virages en montée et en descente se font avec la même technique, mais généralement l'hélicoptère est stabilisé en montée ou en descente avant le virage.

Le virage vers un cap spécifié doit se faire dans la direction la plus courte par rapport au conservateur de cap. Étant donné que l'hélicoptère continue à tourner tant que l'angle d'inclinaison est maintenu, il faut commencer à revenir à l'horizontale avant d'atteindre le cap voulu, en anticipant d'un nombre de degrés égal à la moitié de l'angle d'inclinaison. La technique est la même que ci-dessus, sauf que le cyclique est appliqué lorsque l'hélicoptère atteint le cap où il doit commencer à revenir à l'horizontale.

Le virage au taux un est un virage de 3 degrés à la seconde, soit 360 degrés en 2 minutes. Tous les virages chronométrés sont basés sur ce critère. Il faut noter la position de la trotteuse ou la mettre en marche lorsque le virage commence. Afin de faciliter la manœuvre, commencer le chronométrage lorsque la trotteuse passe à la position 3, 6, 9 ou 12. Le virage au taux un est maintenu pendant le temps prédéterminé, puis le pilote ramène à l'horizontale.

Tout virage avec un angle d'inclinaison plus grand que 20 degrés est un virage serré. L'élève-pilote sera familiarisé avec le virage serré, bien que celui-ci soit rarement nécessaire ou conseillé en IMC. La manœuvre a pour but de montrer à l'élève comment reconnaître les changements d'assiette importants et comment réagir rapidement et en souplesse. Les procédures sont identiques à celles de toutes les manœuvres de virage, le cyclique contrôle le taux de virage et l'assiette, le collectif contrôle l'altitude et la vitesse.

ASSIETTES ANORMALES

Pour sortir d'une assiette anormale, le pilote corrige l'inclinaison et l'assiette en tangage, il règle la puissance et effectue les compensations nécessaires. L'inclinaison se corrige par référence à l'indicateur de virage et de dérapage ou au moyen de l'indicateur d'assiette, s'il est utilisable. L'assiette en tangage se corrige au moyen de l'altimètre, de l'indicateur de vitesse, du variomètre et de l'indicateur d'assiette, s'il est utilisable. La puissance est ajustée par référence aux instruments de contrôle de puissance et à l'indicateur de vitesse; le pilote agit ensuite au palonnier en se basant sur la bille pour la coordination du vol.

MÉTHODE EMPIRIQUE

La procédure pour sortir d'assiettes anormales peut-être facilement mise en pratique en utilisant l'ordre recommandé ci-dessous:

AIGUILLE

BILLE

VITESSE

PUISSANCE

URGENCES/DÉFAILLANCES

1) Tableau de bord partiel

a) Panne d'indicateur d'assiette

En cas de panne de l'indicateur d'assiette, le pilote perd les références principales en tangage et en roulis. Les instruments de contrôle pour indiquer l'assiette en tangage sont l'indicateur de vitesse et l'altimètre. L'aiguille de l'indicateur de virage et de dérapage devient l'indicateur de cap (instrument de performance) dans la mesure voulue. Le variomètre est trop sensible pour indiquer des changements d'assiette en tangage et il devrait être utilisé seulement comme instrument de tendance. Pendant une correction d'assiette longitudinale, l'hélicoptère est approximativement à l'horizontale lorsque le mouvement de l'aiguille du variomètre ou de l'indicateur de vitesse change de direction.

b) Panne d'indicateur de cap

Si l'indicateur de cap tombe en panne en vol, tout ce qui a trait au cap doit s'effectuer au moyen du compas magnétique. Pour changer de cap, faire un virage au taux un et chronométrer le virage au tableau de bord partiel.

2) Descente en autorotation

Lorsque l'autorotation s'avère nécessaire, le pilote doit utiliser les vitesses appropriées recommandées par le constructeur. Il est impératif de conserver les révolutions du rotor en abaissant immédiatement et en souplesse le collectif. Il faut surveiller attentivement les instruments de contrôle et ceux de performance et faire particulièrement attention à établir et à maintenir le vol coordonné. Il faudrait effectuer un virage en mettant l'hélicoptère face au vent connu ou prévu. La vitesse à prendre est généralement celle qui offre le taux minimal de descente pour l'hélicoptère en question.

Lorsque l'hélicoptère est stabilisé en autorotation, le pilote suit les procédures normales d'urgence (Mayday, couper le carburant, etc.). Le régime du rotor doit être inclus dans la contre-vérification, surtout pendant les virages. Le retour à l'acquisition des références au sol dépend de la base des nuages. La présence éventuelle de passagers ou d'autres membres d'équipage peut être d'un très grand secours pour signaler la vue du sol. La descente finale jusqu'au toucher ne peut s'effectuer qu'en pilotage à vue.

3) Toutes les autres urgences ou pannes sont traitées conformément au manuel de vol du constructeur.

EXERCICE 31 - VOL DE NUIT #1

Dans cette série d'exercices, vous apprendrez à piloter en VFR la nuit. Cela n'exige aucune aptitude particulière mais fait appel à de nouvelles sensations et à de nouveaux repères avec lesquels vous devez vous familiariser. L'exercice idéal pour cela est le vol en circuit. Le vol de nuit n'a rien de mystérieux, mais par manque de références extérieures, vous allez vous référer plus aux instruments.

Pour préparer le vol de nuit, vous devez donner le temps à vos yeux de s'habituer à l'obscurité, la vision nocturne sera meilleure après environ 30 minutes d'adaptation, pendant ce temps d'accoutumance évitez les lumières vives.

LA PRÉPARATION

- 1) La météo. Un bon exposé météo est essentiel avant un vol de nuit. La plupart des compagnies ont leurs limites pour le vol de nuit, généralement ces limites sont plus restreintes que pour le vol de jour, le manuel d'exploitation de la compagnie traite de ce sujet. Pendant les vols de jour, il est peu probable que vous ameniez un hélicoptère dans un nuage par accident, mais par une nuit noire cela est plus probable.
- 2) Familiarisation avec l'héliport/l'aéroport. Familiarisez-vous avec l'éclairage utilisé sur l'héliport ou l'aéroport. L'éclairage de nuit d'un héliport comporte un minimum de huit feux jaunes ou verts sur le périmètre de la zone d'atterrissage. Les aéroports ont une apparence différente la nuit et l'éclairage comprend des feux pour la piste, le seuil de la piste, l'approche, les voies de circulation, l'aire de trafic ainsi que des phares rotatifs. Ces feux sont identifiés à l'aide de couleurs; les feux du seuil sont verts, ceux des voies de circulation sont bleus et les feux d'obstacle sont rouges. L'intensité des feux d'approche et de piste peut être modifiée dans la plupart d'aéroports, les feux à éclats s'ils distraient ou désorientent peuvent être éteints au besoin.
- 3) Inspection avant-vol. Il est difficile de faire une inspection avant-vol efficace dans le noir, faites donc votre inspection avant la nuit ou dans un hangar bien éclairé, n'ayez recours à une lampe de poche qu'en dernier lieu. Les feux du poste de pilotage, de position et d'atterrissage doivent être vérifiés avant le vol, s'il y a lieu, réglez les feux d'atterrissage. Assurez-vous que tous les circuits électriques, voyants et instruments fonctionnent correctement, vous devez en outre avoir sur vous une lampe de poche en bon état de service en cas de panne électrique.
- 4) Autre trafic aérien. Sachez comment interpréter les feux de position des autres aéronefs afin de pouvoir déterminer leur emplacement et la direction de leur déplacement par rapport à vous-même.
- 5) Vérifications de l'hélicoptère. Les vérifications avant la mise en marche et les vérifications de mise en route sont normales sauf que les lumières sont allumées et que le feu rotatif fonctionne à titre de précaution pour avertir toute personne proche que vous êtes prêt à démarrer. Les voyants du poste de pilotage doivent éclairer tous les instruments et être réglés de façon à ne pas éblouir. À l'arrêt moteur, gardez les feux de navigation et le feu rotatif à la position « ON » allumé jusqu'à ce que le rotor se soit complètement immobilisé.

LES CIRCUITS

Les circuits sont une excellente introduction au vol de nuit car ils couvrent tous les exercices de base. Les procédures de nuit sont les suivantes :

- 1) Les décollages et les atterrissages. L'exécution est la même que pendant le jour, vous devriez pratiquer ces exercices avec et sans phare d'atterrissage. Lorsque vous n'utilisez pas de phare d'atterrissage, prenez un bon repère extérieur tel qu'un feu de voie de circulation ou de piste. Avant le décollage, s'il y a du personnel au sol, allumez le phare d'atterrissage, cela indique que vous êtes prêt à décoller. Si vous faites clignoter le phare d'atterrissage cela signifie qu'un membre d'équipage peut approcher ou quitter l'hélicoptère ou que vous avez besoin de l'aide d'un technicien;
- 2) Le vol stationnaire et circulation près du sol. Faites vos vols stationnaires et votre circulation près du sol plus haut et plus lentement que de jour pour les raisons suivantes;
 - a) la perception des distances est moins précise la nuit et il vous sera plus difficile d'évaluer votre hauteur et de remarquer un léger mouvement au sol;
 - b) la perception de la vitesse est amoindrie car votre vision périphérique a moins de repères, par conséquent on a tendance à circuler près du sol trop vite;
 - c) la nuit, les distances sont trompeuses lorsqu'on les évalue à l'aide de lumières fixes qui sont plus proches qu'elles n'en ont l'air;
 - d) il faut une surveillance extérieure plus attentive pour éviter les obstacles.

Lorsque vous êtes en vol stationnaire ou en circulation près du sol, le phare d'atterrissage peut vous éblouir et vous désorienter, particulièrement au-dessus de surface claire, telle que le béton. Si vous ne pouvez pas régler votre faisceau, il est parfois préférable de pas utiliser le phare s'il y a suffisamment de références visuelles extérieures. L'emplacement de certains feux anti-collision peut également causer une désorientation lorsque le faisceau est réfléchi par des cristaux de glace, de la neige légère ou de la pluie fine;
- 3) Les transitions du vol stationnaire au vol vers l'avant : la nuit, en général, on fait des décollages passe-obstacle. Avant de passer en vol vers l'avant, il faut établir un taux de montée et le maintenir pendant toute la transition. Utilisez, s'il en existe, un point de référence dans le même axe que le cap de décollage;
- 4) La montée, les parcours vent de travers et vent arrière. Ce sont les mêmes qu'en vol de jour, sauf que vous devez jeter un coup d'œil sur vos instruments plus souvent pour vérifier l'assiette, l'altitude, le cap et la vitesse;
- 5) Les transitions du vol vers l'avant au vol stationnaire : Les approches de nuit sont faites sur une zone éclairée telle qu'une piste, une voie de circulation ou un aéroport. Sur l'approche finale repérez le point d'atterrissage et exécutez une approche précise à un angle constant. La transition de l'approche au vol stationnaire est plus difficile que de jour car la référence extérieure peut être difficile à voir et la vitesse-sol plus difficile à déterminer. Assurez-vous de regarder sur le côté plus souvent pour vérifier le taux de décélération à mesure que la hauteur diminue et que les références au sol deviennent plus visibles.

LES URGENCES

- 1) Dans le cas d'une urgence nécessitant une autorotation, utilisez la procédure suivante :
 - a) mettez-vous en autorotation;
 - b) si c'est possible, faites face au dernier vent connu;
 - c) allumez les phares d'atterrissage;
 - d) choisissez la vitesse pour obtenir une autorotation en assiette constante;
 - e) émettez un appel MAYDAY si vous en avez le temps;
 - f) choisissez un point de contact;
 - g) faites un arrondi, puis amortissez l'atterrissage à l'aide du collectif.
- 2) Les autorotations en assiette constante peuvent être utilisées efficacement la nuit. Elles sont pratiques parce qu'elles ne demandent qu'un arrondi minimal ou nul pour faire un atterrissage les patins à l'horizontale, de plus les phares d'atterrissage restent utiles pendant tout le processus de l'atterrissage.
- 3) Les autres procédures d'urgence qui ne demandent pas une autorotation sont identiques de jour ou de nuit. Vous devez avoir avec vous une lampe de poche en bon état de service en cas de panne électrique.
- 4) Rappelez-vous que la nuit, il vous sera plus difficile de choisir une zone d'atterrissage adéquate, généralement les zones claires se voient plus facilement que les zones foncées. Ceci est particulièrement vrai en hiver où les champs ressortent très bien tout comme les lacs gelés.
- 5) En cas de désorientation ou de perte de référence visuelle, recommencez à piloter aux instruments puis faites un virage à faible inclinaison de 180° pour retrouver une référence au sol.

EXERCICE 31 - VOL DE NUIT #2

INTRODUCTION

Les principes de la navigation du pilote de nuit sont semblables à ceux utilisés de jour, sauf que la lecture des cartes demande une pratique spéciale la nuit.

LA PRÉPARATION

Un exposé météorologique et une préparation avant-vol complets sont encore plus importants que de jour. Lorsque vous examinez votre route, faites particulièrement attention aux élévations de relief y compris les collines, sommets ou d'autres obstacles comme des tours. L'altitude minimale en route devrait être l'altitude de croisière appropriée à la trajectoire suivie par l'aéronef pour les envolées en haut de 3000 pieds-sol (AGL). Il est recommandé que les altitudes de croisière soient au moins 1000 pieds au-dessus du Chiffre Maximal de l'Altitude (MEF) pour les secteurs survolés.

EN ROUTE

Les points suivants en navigation du pilote méritent une attention spéciale :

- 1) des repères de navigation tels que les voies ferrées et les routes rurales ne seront généralement pas visibles pour le pilote à moins que le sol soit couvert de neige et que la lune brille. D'un autre côté, les métropoles et les villes seront visibles de plus loin. Par conséquent, pour la navigation de nuit à vue il faut se concentrer sur les repères éclairés pouvant être identifiés avec certitude tels que les métropoles, les villes, les grands lacs ou les rivières.
- 2) la possibilité de lire les cartes dépend de la météo et de la lune. Les caractéristiques du terrain se voient mieux au clair de la lune. Évitez de compter sur les petites lumières au sol comme points de repères, l'éparpillement des lumières autour d'une petite municipalité peut facilement donner l'impression d'être une ville;
- 3) il faut suivre et maintenir tous les caps compas, les corrections ne doivent être apportées que lorsque la position confirmée par des points de contrôle ou des aides à la radionavigation est absolument certaine;
- 4) la précision du chronométrage est essentielle;
- 5) les aides à la radionavigation peuvent être utilisées efficacement pour la navigation de nuit.

Votre instructeur choisira un itinéraire pour l'exercice initial de navigation qui comprendra trois parcours ou plus avec des repères identifiables de nuit.