Transports Canada
Transport Canada

TP 14371F

Transports Canada

Manuel d'information aéronautique

(AIM de TC)

AIR — Discipline aéronautique

1 OCTOBRE 2026

Canada

Manuel d'information aéronautique de Transports Canada (AIM de TC)

Explication des changements

Entrés en vigueur le 1er octobre 2026

NOTES :

1. Des remaniements de texte et des modifications d'ordre rédactionnel qui s'imposaient ont été apportés dans l'ensemble de l'AIM de TC. Seuls les changements jugés importants sont décrits ci-dessous.
2. Le texte bleuté dans le Manuel constitue les modifications décrites dans la présente section.

AIR

(1) AIR 1.3.2 – Manutention des carburants d'aviation
Cet article a été mis à jour pour apporter plus de clarté.

(2) AIR 2.12.7 – Temps laiteux et conditions de voile blanc
Les articles sur le temps laiteux et les conditions de voile ont été fusionnés et de nouveaux renseignements ont été ajoutés.

(3) AIR 2.16.3 – Techniques de contrôle de la trajectoire verticale
De nouveaux renseignements ont été ajoutés à cet article.

(4) AIR 3.16 – Hypothermie et hyperthermie
Cette sous-partie a été réajoutée dans l'AIM.

Table des matières

AIR — Discipline aéronautique 433

1.0 Renseignements généraux 433

1.1 Généralités 433
1.2 Listes de vérifications des actions vitales du pilote 433
1.3 Carburant d'aviation 433
1.3.1 Classes de carburants 433
1.3.2 Manutention des carburants d'aviation 433
1.3.3 Additif antigivrage au carburant 434
1.3.4 Ravitaillement – Incendies et explosions 434
1.3.4.1 Dissocier le point d'éclair, de l'allumage statique et de l'auto-allumage 434
1.4 Extincteurs portatifs pour aéronefs 435
1.4.1 Généralités 435
1.4.2 Classement des feux 435
1.4.3 Types d'extincteurs 435
1.5 Altimètre barométrique 436
1.5.1 Généralités 436
1.5.2 Étalonnage de l'altimètre barométrique 436
1.5.3 Calage incorrect du cadran des pressions de l'altimètre 436
1.5.4 Températures non standard 436
1.5.5 Région d'utilisation de la pression standard 437
1.5.6 Effet orographique 437
1.5.7 Courants descendants et turbulence 438
1.5.8 Chute de pression 438
1.5.9 Calage altimétrique anormalement haut 438
1.6 Coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) 438
1.6.1 Généralités 438
1.6.2 Coefficients de frottement sur piste réduits et performances des aéronefs 438
1.6.3 Description du cœfficient canadien de frottement sur piste (CRFI) et de la méthode utilisée pour le mesurer 438
1.6.4 Description de la méthode de compte rendu du coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) 439
1.6.5 Comptes rendus de l'état de la surface pour les mouvements d'aéronefs (AMSCR) 439
1.6.6 Pistes mouillées 440
1.6.7 Application du cœfficient canadien de frottement sur piste (CRFI) aux performances des aéronefs 440
1.7 Danger causé par le souffle des réacteurs et des hélices 446
1.8 Signaux de circulation au sol 447

2.0 Opérations de vol 451

2.1 Généralités 451
2.2 Atterrissages par vent de travers 451
2.3 Givrage du carburateur 452
2.4 Vol à basse altitude 452
2.4.1 Oiseaux et animaux sauvages vulnérables 453
2.4.2 Aéronefs télépilotés (ATP) 453
2.4.3 Voler près des lignes haute tension 453
2.4.4 Caténaires des lignes de transport d'énergie 454
2.4.5 Exploitation forestière 454
2.4.6 Système d'énergie hydrocinétique 454
2.4.7 Parcs d'éoliennes avec système de gradateurs 455
2.4.8 Activités d'exploitation à l'explosif 455
2.5 Opérations par temps de pluie 455
2.6 Opérations dans des cendres volcaniques 455
2.7 Opérations près des orages 456
2.7.1 Généralités 456
2.7.2 Considérations 456
2.8 Cisaillement du vent (WS) à basse altitude 457
2.9 Turbulence de sillage 458

2.9.1 Caractéristiques des tourbillons ... 459
2.9.2 Considérations ... 459
2.10 Turbulence en air clair ... 460
2.11 Opérations sur l'eau ... 461
2.11.1 Généralités ... 461
2.11.2 Amerrissage forcé ... 461
2.11.3 Équipement de survie pour aéronefs survolant l'eau ... 462
2.11.4 Amerrissage sur l'eau miroitante ... 462
2.12 Opérations de vol en hiver ... 462
2.12.1 Procédure d'élimination de la glace sur les ailettes de soufflante ... 462
2.12.2 Contamination de l'aéronef au sol – Givre, glace ou neige ... 462
2.12.3 Contamination des aéronefs en vol – Givrage de cellule en vol ... 466
2.12.3.1 Types de glace ... 466
2.12.3.2 Effets aérodynamiques du givrage en vol ... 466
2.12.3.3 Excursion en roulis ... 467
2.12.3.4 Décrochage de l'empennage ... 467
2.12.3.5 Pluie verglaçante, bruine verglaçante et grosses gouttelettes d'eau surfondues ... 468
2.12.3.6 Détection de la présence de grosses gouttelettes d'eau surfondues en vol ... 468
2.12.3.7 Planification du vol ou compte rendu ... 469
2.12.4 Atterrissage sur roues d'avion léger sur surfaces recouvertes de neige ... 469
2.12.5 Atterrissage des hydravions sur des surfaces enneigées ... 469
2.12.6 Conditions d'eau miroitante ou de neige vierge ... 469
2.12.7 Temps laiteux et conditions de voile blanc ... 469
2.13 Opérations dans les régions montagneuses ... 472
2.14 Opérations de vol dans les régions inhospitalières du Canada ... 472
2.14.1 Aéronefs monomoteurs effectuant des vols dans le nord du Canada ... 472
2.15 Vols de nuit ... 472
2.16 Contrôle de la trajectoire verticale pendant une approche de non-précision (NPA) ... 472
2.16.1 Impact sans perte de contrôle (CFIT) ... 472
2.16.2 Approche stabilisée ... 473
2.16.3 Techniques de contrôle de la trajectoire verticale ... 473

3.0 Renseignements médicaux ... 474

3.1 État de santé général ... 474
3.1.1 Rapports médicaux obligatoires ... 474
3.2 Facteurs médicaux particuliers ... 474
3.2.1 Hypoxie ... 474
3.2.2 Monoxyde de carbone ... 475
3.2.3 Hyperventilation ... 475
3.3 Mal de décompression ... 475
3.4 Plongée sous-marine ... 475
3.5 Vision ... 476
3.6 Malaise et douleurs à l'oreille moyenne et aux sinus ... 476
3.7 Désorientation ... 476
3.8 Fatigue ... 477
3.9 Alcool ... 477
3.10 Médicaments, produits de santé naturels, cannabis, et autres drogues à usage récréatif ... 477
3.11 Anesthésiques ... 478
3.12 Don de sang ... 478
3.13 Immunisation ... 478
3.14 Grossesse ... 478
3.15 Accélérations positives et négatives ... 479
3.15.1 Qu'est-ce que la force G? ... 479
3.15.2 Les effets de la force G ... 480
3.15.3 Manœuvres de résistance à la force G ... 480
3.15.4 L'adaptation à la force G ... 481
3.16 Hypothermie et hyperthermie ... 481

4.0 Divers ... 481

4.1 Temps de vol et temps dans les airs 481
4.2 Exécution de vols d'essai à caractère expérimental 481
4.3 Vrilles d'exercices 482
4.4 Arrimage de la cargaison 482
4.4.1 Généralités 482
4.4.2 Réglementation 482
4.4.3 Lignes directrices 482
4.4.4 Références 483
4.4.5 Homologation 483
4.5 Utilisation des phares d'atterrissage pour éviter les collisions 483
4.6 Feux stroboscopiques 483
4.7 Exploitation de ballons libres habités 483
4.7.1 Exploitation de ballons avec passagers payants 484
4.8 Sauts en parachute ou en chute libre 484
4.9 Exploitation d'ailes libres et de parapentes 484
4.10 Avions ultra-légers 485
4.11 Disjoncteurs et dispositifs d'alerte 485
4.12 Point de référence visuelle calculé 485
4.13 Trousses de premiers soins à bord des aéronefs privés 485
4.14 Information relative à la survie 485
4.15 Dangers potentiels pour les aéronefs 486
4.15.1 Éviter d'évoluer à proximité des panaches de fumée 486
4.15.2 Procédures à suivre pour les pilotes exposés au laser et à d'autres sources de lumière dirigée à forte intensité 486
4.15.2.1 Généralités 486
4.15.2.2 Procédures 487
4.15.2.2.1 Procédures préventives 487
4.15.2.2.2 Procédures à suivre en cas d'incident 487
4.15.2.2.3 Suivi médical après avoir été visé par une illumination en vol 487
4.15.3 Circuits d'aérodrome — lieux d'exploitation de planeurs et d'ailes libres 489
4.15.3.1 Lancements de planeurs par treuil 489
4.15.3.2 Lancements par treuil des ailes libres 489
4.16 Aéronefs télépilotés (ATP) 490

AIR — Discipline aéronautique

1.0 Renseignements généraux

1.1 Généralités

La discipline aéronautique est la mise en application des connaissances, des habilités et de l'expérience reliées au pilotage de façon à favoriser la sécurité et l'efficacité des opérations aériennes. La compétence aéronautique s'acquiert avec l'expérience et les connaissances. La présente partie renferme des renseignements et des conseils touchant différents sujets permettant d'accroître ses connaissances.

1.2 Listes de vérifications des actions vitales du pilote

Un certain nombre d'accidents d'aviation ont été directement attribués au fait que les pilotes n'avaient pas effectué les vérifications des actions vitales correctement. Il est indispensable que la vérification des actions vitales à effectuer avant le décollage, avant l'atterrissage ou en tout autre temps soit minutieusement exécutée.

Bien que Transports Canada ne prescrive pas de vérifications standard aux pilotes, il recommande fortement à chaque propriétaire de munir ses aéronefs des listes de vérifications recommandées par le constructeur. Pour chaque type d'aéronef, seules les opérations pertinentes doivent être comprises dans les listes de vérifications qui devraient être énumérées dans un ordre logique tenant compte de la disposition du poste de pilotage.

1.3 Carburant d'aviation

1.3.1 Classes de carburants

L'emploi d'un carburant autre que l'essence d'aviation spécifiée est contraire aux conditions du certificat de navigabilité. L'emploi d'un carburant qui ne répond pas aux spécifications recommandées pour un moteur d'aéronef peut gravement endommager le moteur et peut être la cause d'une panne en vol. Au Canada, les carburants d'aviation sont régis par des spécifications du gouvernement. On peut généralement identifier les carburants d'aviation par leur couleur.

Tableau 1.1 Classes et couleurs des carburants

CARBURANT	COULEUR
AVGAS 80/87	rouge
AVGAS 100/130	verte
100 LL	bleue
Carburéacteurs	jaune paille ou non colorée
MOGAS P 87-90 (voir la NOTE 2)	verte
MOGAS R 84-87 (voir la NOTE 2)	non colorée

NOTES :

1. Une bonne compétence aéronautique assure, avant le ravitaillement, que c'est bien la classe et le type de carburant requis.
2. Transports Canada approuve maintenant l'utilisation de l'essence d'automobile pour certains types d'aéronefs dans des conditions bien précises. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le manuel *Utilisation de l'essence automobile (MOGAS) dans les aéronefs de l'aviation générale* (TP 10737F), disponible auprès de votre Bureau régional de la Navigabilité. (Voir l'article 1.1.2 du chapitre GEN pour les adresses.)

1.3.2 Manutention des carburants d'aviation

Les compagnies distributrices de carburant d'aviation, utilisé par les aéronefs civils, sont tenues responsables de la qualité et de l'exactitude des spécifications de leurs produits jusqu'aux points de livraison. L'exploitant est tenu responsable de l'entreposage, la manutention et l'utilisation appropriés du carburant d'aviation. Un système de distribution du carburant comprendra un filtre approuvé, un séparateur d'eau ou moniteur d'eau pour prévenir l'infiltration d'eau ou de sédiment dans les réservoirs d'aéronef. Il est déconseillé d'utiliser des installations de ravitaillement provisoires, telles que des barils ou des bidons. Toutefois, si de telles installations sont nécessaires, il faut toujours filtrer le carburant d'aviation à l'aide d'un filtre approprié et d'un séparateur ou moniteur d'eau et avec la pompe portative reliée au baril avant d'enlever les bouchons.

L'aéronef et l'équipement servant au ravitaillement en carburant doivent être reliés. Lors d'un avitaillement par l'extrados, la buse du boyau doit être reliée à l'aéronef avant d'enlever le bouchon. Tous les entonnoirs ou les filtres utilisés pour le ravitaillement doivent être reliés ensemble à l'aéronef. Les liaisons empêchent les étincelles en équilibrant ou annulant l'électricité éventuelle.

Au cours de la vérification avant le vol, une grande quantité de carburant devrait être retirée du point le plus bas du circuit du carburant et versée dans un contenant transparent adéquat. Cela permettra de faire un examen visuel, pour déterminer s'il y a présence de contaminants solides ou d'eau dans le carburant (y compris ce qui pourrait être en repos sur les côtés ou au fond du contenant), et s'il possède une brillance inhérente et scintille en présence de la lumière. Un carburant brumeux ou obscur est normalement dû à de l'eau libre ou dispersée, mais peut aussi être attribuable à de très fines particules de saleté. On peut aussi déceler la présence d'eau libre à l'aide d'une pâte détectrice d'eau disponible auprès des compagnies pétrolières. Si l'on soupçonne

la présence d'eau dans le circuit d'alimentation en carburant de l'aéronef, il y a lieu de vérifier minutieusement le circuit entier afin de s'assurer qu'il n'est pas contaminé. En cas de doute, le seul moyen de s'assurer que le carburant répond aux spécifications est de le faire analyser par un laboratoire approuvé.

Figure 1.1 – Une grande quantité de carburant



1.3.3 Additif antigivrage au carburant

Tous les carburants d'aviation absorbent l'humidité de l'air et contiennent de l'eau tant sous forme de particules en suspension que sous forme liquide. La quantité de particules en suspension varie selon la température du carburant. Lorsque la température baisse, une partie des particules en suspension est extraite de la solution et se dépose lentement au fond du réservoir. Lorsque la température du carburant monte, des particules d'eau provenant de l'atmosphère sont absorbées de manière à maintenir une solution saturée.

Comme l'indique l'article 1.3.2 du chapitre AIR, il faudrait purger les circuits de carburant des aéronefs avant le vol. Toutefois, en dépit d'une telle précaution, des particules d'eau en suspension resteront dans le carburant et ne poseront aucun problème en temps ordinaire. Par contre, si le carburant atteint le point de congélation de l'eau, les particules d'eau se changent alors en cristaux de glace. Elles peuvent s'accumuler dans les filtres de carburant, dans les coudes des conduites de carburant et dans certains sélecteurs de carburant, et elles peuvent obstruer les canalisations d'alimentation en carburant et causer une panne de moteur. Les additifs antigivrage empêcheront la formation de cristaux de glace. À cet effet, les additifs approuvés par des constructeurs, notamment l'éther mono-éthylique du glycol (EGME), se sont révélés très efficaces s'ils sont utilisés selon la manière prescrite. Par conséquent, il serait bon de consulter et de suivre scrupuleusement les instructions du constructeur pour utiliser les additifs antigivrage dans le carburant.

1.3.4 Ravitaillement – Incendies et explosions

À égalité de poids, le carburant d'aviation a une puissance explosive plus grande que celle de la dynamite. Ce carburant présente des propriétés différentes du carburant d'automobile si bien que les règles de sécurité suivies lors d'un plein de voiture à la station d'essence s'avèrent insuffisantes lors d'un ravitaillement d'aéronef. L'AVGAS utilisée dans les moteurs à pistons diffère énormément du carburéacteur.

1.3.4.1 Dissocier le point d'éclair, de l'allumage statique et de l'auto-allumage

Le point d'éclair d'une matière volatile correspond à la température la plus basse à laquelle la matière émet des vapeurs en quantités suffisantes pour former un mélange inflammable dans l'air. Le point d'éclair de l'AVGAS est bien au-dessous du point de congélation, ce qui la rend extrêmement inflammable. Pour être explosif, le mélange air-carburant doit contenir entre un à six pourcent de vapeurs de carburant en volume. Quand ces pourcentages sont inférieurs, les mélanges sont trop pauvres ; quand ces pourcentages sont supérieurs, ils sont trop riches. Dans un compartiment étanche, le mélange au-dessus du carburant est ordinairement trop riche pour s'enflammer ; mais, dans des conditions de froid extrême, le mélange peut être pauvre au point d'être explosif. Indépendamment de la température et du type de carburant, il est essentiel que l'aéronef soit correctement mis à la masse au système de ravitaillement ou mis à la terre pour éviter les risques d'étincelles qui enflammeraient les émanations de carburant lorsque la buse de ravitaillement est rapprochée du réservoir de carburant. Il faut aussi contrôler toutes autres sources potentielles de feu, telles que les cigarettes et les appareils électroniques. En outre, il est interdit de ravitailler un aéronef lorsqu'il y a un orage dans les environs.

Pour les aéronefs très légers qui peuvent être ravitaillés à l'aide de réservoirs portatifs, il est également important de comprendre que les jerricans en plastique ne peuvent pas être facilement mis à la terre, et que le reste de vapeurs de carburant dans les réservoirs vides peut être hautement inflammable.

Le point d'éclair du carburéacteur est de 38 °C. Les émanations de carburant inflammables sont donc présentes seulement à de très fortes températures ambiantes. Le carburéacteur est moins inflammable que l'AVGAS, mais il présente d'autres caractéristiques dangereuses pour les opérations de ravitaillement. Tous les carburants génèrent des charges électrostatiques provenant de l'agitation lors du ravitaillement, ou même de sa circulation dans les pompes, les filtres et les tuyaux. Le carburéacteur accumule plus de charges électrostatiques que l'AVGAS. Le carburéacteur, particulièrement le Jet A-1, présente une faible conductivité électrique et nécessite un temps de repos pour neutraliser les charges électrostatiques accumulées. Les additifs antistatiques rendent le carburéacteur plus conducteur. Les additifs ne freinent pas la génération de charges électrostatiques, mais ils permettent à ces charges de se dissiper plus rapidement. Le recours à une mise à la masse ou à la terre adéquates n'élimine pas les charges électrostatiques accumulées dans le carburéacteur.

Le carburant Jet A-1 présente également une température d'auto-allumage faible (220 °C), soit la température la plus basse à laquelle le carburant s'enflamme spontanément dans un environnement normal sans source externe de feu (telle qu'une flamme ou une étincelle). Le déversement de Jet A-1 sur des surfaces chaudes, telles que des conduits d'échappement ou des freins, peut donc causer un auto-allumage.

NOTES :

1. Des lésions corporelles et des accidents mortels se sont produits lors de ravitaillements en carburant dans des espaces fermés et sans mise à la masse adéquate. À température et humidité peu élevées, un appareil de chauffage soufflant pourrait accroître l'électricité statique des particules de poussière, qui, une fois combinées aux émanations de carburant, pourraient provoquer des résultats catastrophiques.
2. L'usage de petits bidons d'essence en plastique, qui ne peuvent être correctement mis à la masse ou à la terre, augmente les risques d'explosion ou d'incendie.

1.4 Extincteurs portatifs pour aéronefs

1.4.1 Généralités

Lors du choix d'un extincteur portatif à utiliser dans un aéronef, on considérera l'agent extincteur le plus approprié au type et à l'endroit possibles du feu, en tenant compte des caractéristiques de l'agent extincteur; toxicité, pouvoir extincteur, propriétés corrosives, point de congélation, etc.

Les taux de toxicité répertoriés par les Underwriters' Laboratories pour quelques-uns des produits chimiques pour extincteurs les plus courants sont les suivants :

Bromotrifluorométhane (Halon 1301)	– Groupe 6
Bromochlorodifluorométhane (Halon 1211)	– Groupe 5a
Gaz carbonique	– Groupe 5a
Poudres sèches communes	– Groupe 5a
Dibromidifluorométhane (Halon 1202)	– Groupe 4*
Bromochlorométhane (Halon 1011)	– Groupe 4*
Tétrachlorure de carbone (Halon 104)	– Groupe 3*
Bromure de méthyle (Halon 1001)	– Groupe 2*

**Ne devraient pas être installés à bord de l'aéronef*

Il est généralement reconnu qu'en pratique tout agent extincteur est un compromis entre les dangers engendrés par le feu, la fumée, les vapeurs et l'augmentation possible du danger en raison de la toxicité de l'agent utilisé. Les extincteurs portatifs dont l'agent a un taux de toxicité des groupes 2 à 4 inclusivement ne devraient pas être installés dans les aéronefs. Les extincteurs de certains types d'aéronefs plus anciens ne satisfont pas à cette norme, et pour ces aéronefs, il est recommandé d'installer, lors du remplacement des extincteurs en service, des extincteurs portatifs avec agents ayant une toxicité de groupe 5 ou plus; les nouveaux extincteurs doivent être d'un type et d'un groupe approuvés par les Underwriters' Laboratories. De plus, il est recommandé de se procurer auprès du fabricant et du service local de protection contre l'incendie, les instructions d'utilisation et d'entretien et les mesures de sécurité à prendre.

1.4.2 Classement des feux

Tableau 1.2 – Classement des feux

Feux de classe A :	Feux de matières combustibles ordinaires sur lesquelles l'eau ou les solutions à fort pourcentage d'eau sont en général l'agent extincteur le plus efficace.
Feux de classe B :	Feux de liquides inflammables, de graisses, etc., pour lesquels les meilleurs agents extincteurs sont ceux qui agissent par étouffement du foyer.
Feux de classe C :	Feux de matériel électrique sous tension, dont l'extinction exige un agent extincteur ayant un pouvoir diélectrique en rapport avec les tensions en présence.

1.4.3 Types d'extincteurs

Extincteurs à gaz carbonique : Les extincteurs à gaz carbonique sont acceptables lorsqu'il s'agit principalement de feux de classe B ou C. Ces extincteurs ne devraient pas contenir plus de 5 lb d'agent par bouteille pour demeurer portatifs et pour réduire au minimum les concentrations de CO_2 dans le poste de pilotage.

Extincteurs à eau : Les extincteurs à eau sont acceptables lorsqu'il s'agit principalement d'un feu de classe A et lorsqu'un feu pourrait couver s'il était combattu seulement par des agents comme le gaz carbonique ou la poudre sèche. Si les extincteurs à eau doivent être exposés à des températures inférieures au point de congélation, il faut leur ajouter un antigel approprié.

Extincteurs à hydrocarbure halogéné : Les extincteurs à hydrocarbure (produit) halogéné sont acceptables lorsqu'il s'agit principalement de feux de classe B ou C.

Extincteurs à poudre sèche : Les extincteurs à poudre sèche contenant un produit extincteur de bicarbonate de sodium ou une poudre de bicarbonate de potassium sont acceptables lorsqu'il s'agit principalement de feux de classe B ou C.

Les extincteurs à poudre sèche contenant du phosphate d'ammonium réputé tout usage sont acceptables pour un feu de classe A, B et C.

L'extincteur à poudre devrait peser au moins 2 lb. Seul un extincteur avec ajutage qu'une personne peut faire fonctionner en continu ou par intermittence devrait être installé.

Suite à l'utilisation de cet extincteur, il se peut qu'il y ait corrosion ou abrasion de l'isolant des instruments électriques, des contacts ou des fils; par conséquent, un nettoyage et une inspection de ces éléments devraient être effectués le plus rapidement possible.

Il faut faire bien attention lorsqu'on utilise ce type d'extincteur dans le poste de pilotage, car la poudre peut nuire à la visibilité et à la respiration; de plus, la poudre non conductrice peut se déposer sur des contacts électriques non touchés par l'incendie ce qui peut entraîner une panne de l'équipement.

Extincteurs au halon : Le halon 1211 est un gaz liquéfié incolore qui s'évapore rapidement, ne gèle pas, n'occasionne pas de brûlure par contact, ne tache pas les tissus ni ne corrode. Il est également efficace pour les feux de classe A, B ou C, et il s'est révélé être

l'agent extincteur le plus efficace pour les feux de capitonnage alimentés par l'essence. Les dimensions d'un extincteur au halon 1211 pour un volume donné ne devraient pas entraîner une concentration de plus de 5 %. Le halon 1211 est au moins deux fois plus efficace que le CO_2 et est plus lourd que l'air (donc il tombe). Le halon 1211 décomposé dégage une odeur forte et désagréable; il est donc très facile à détecter.

Le halon 1301 est moins toxique que le halon 1211, mais il est aussi moins efficace; il est excellent pour les feux de classe B ou C. Il a cependant un défaut, c'est qu'il est invisible lorsqu'il est projeté.

1.5 Altimètre barométrique

1.5.1 Généralités

Les altimètres barométriques utilisés à bord des aéronefs sont des instruments relativement précis pour mesurer la pression au niveau de vol, mais l'altitude indiquée par un altimètre, bien que techniquement « correcte » en tant que mesure de pression, peut différer considérablement de la hauteur réelle de l'aéronef au-dessus du niveau moyen de la mer ou au-dessus du sol. Dans les cas où l'aéronef vole à une bonne distance au-dessus de la surface terrestre, il importe peu au pilote de connaître la distance réelle qui le sépare de la surface terrestre, sauf peut-être s'il utilise des techniques de vol isobariques. Dans les cas où l'aéronef vole plus près du sol ou au-dessus du terrain le plus élevé situé sur sa route, il importe que le pilote, surtout s'il vole aux instruments, connaisse la distance réelle qui le sépare du sol, ou l'erreur qui existe dans l'indication de l'altimètre, si cette distance réelle est moindre que la distance qu'il supposerait en se fondant sur l'altitude indiquée.

Un altimètre d'aéronef au sol pour lequel le calage altimétrique courant est appliqué à l'échelle mobile pour l'altitude connue de la piste ou de l'aérodrome ne devrait pas avoir une erreur supérieure à ±50 pieds. Si l'erreur est supérieure à ±50 pieds, l'altimètre devrait être révisé par le service d'entretien (voir l'article 1.5.2 du chapitre AIR).

1.5.2 Étalonnage de l'altimètre barométrique

Les altimètres barométriques sont étalonnés de façon à indiquer l'altitude vraie dans les conditions de l'atmosphère type de l'OACI. La tolérance maximale permise pour un altimètre étalonné est de ±20 pieds au niveau de la mer. Cette tolérance s'accroît avec l'altitude.

L'atmosphère type de l'OACI est le suivant :

a) l'air est un gaz parfaitement sec;

b) la pression au niveau moyen de la mer est de 29.92 pouces de mercure;

c) la température au niveau moyen de la mer est de l5 ˚C ; et

d) le taux de décroissance de la température avec la hauteur est de l.98 ˚C par l 000 pieds jusqu'à la hauteur à laquelle la température est de -56.5 ˚C et demeure constante.

1.5.3 Calage incorrect du cadran des pressions de l'altimètre

Pour l'étalonnage des altimètres, la pression utilisée est la pression au niveau de la mer en atmosphère type, soit 29.92 pouces de mercure. Or, la pression réelle au niveau de la mer varie selon l'heure et le lieu. Pour que l'indication « zéro » puisse être calée de façon à correspondre au niveau de la mer, à n'importe quelle pression se situant entre 28.0 et 3l.0 pouces de mercure, les altimètres sont munis d'un dispositif de réglage et d'un cadran secondaire appelé « cadran des pressions ». Que le pilote cale par inadvertance le cadran des pressions sur une pression incorrecte, ou qu'il le cale sur une pression qui est correcte pour une région donnée et qu'il vole ensuite sans modifier le calage, vers une région où la pression diffère, le résultat sera le même : l'indication « zéro » de l'altimètre ne sera pas là où elle doit être, mais sera déplacée d'une valeur correspondant à l 000 pieds d'altitude indiquée pour chaque pouce de mercure en trop ou en moins calé sur le cadran des pressions. Comme la pression décroît à mesure que l'altitude augmente, un calage du cadran des pressions qui serait plus élevé qu'il devrait être ferait commencer la graduation altimétrique à un niveau trop bas. Par conséquent, QUAND LE CALAGE EST TROP ÉLEVÉ, L'ALTIMÈTRE SURESTIME, c'est-à-dire que l'aéronef se trouve plus bas que l'indique l'altimètre; et QUAND LE CALAGE EST TROP BAS, L'ALTIMÈTRE SOUS-ESTIME, c'est-à-dire que l'aéronef se trouve plus haut que l'indique l'altimètre. Comme c'est la première erreur qui est la plus dangereuse, nous en donnons un exemple ci-après :

Un pilote qui se trouve à l'aéroport A, dont l'altitude est de 500 pieds ASL, cale son altimètre sur le calage d'altimètre de l'aéroport, qui est de 29.80 pouces de mercure, avant de partir pour l'aéroport B situé à quelque 400 NM de distance et dont l'altitude est de 1 000 pieds ASL. Il choisit une altitude de vol de 6 000 pieds pour le vol vers l'ouest afin de franchir avec un dégagement suffisant une chaîne de montagnes de 4 800 pieds située en travers de sa route à 40 NM environ de B. Il ne change pas l'indication du cadran des pressions de l'altimètre tant qu'il n'a pas communiqué par radio avec B, à une distance de 25 NM de ce point. Il reçoit alors un calage d'altimètre de 29.20 pouces de mercure. Ne tenant pas compte des autres erreurs possibles (voir ci-après), lorsque l'aéronef a survolé la chaîne de montagnes, sa distance du sol n'était en réalité que de 600 pieds, et non pas de l 200 pieds comme le croyait le pilote. On voit donc l'importance de caler sur l'instrument le calage d'altimètre de l'aéroport le plus rapproché situé sur la route de l'aéronef.

1.5.4 Températures non standard

Le seul temps où un altimètre indique l'altitude vraie d'un aéronef à tous les niveaux est quand existent les conditions d'atmosphère type de l'OACI.

Quand le cadran des pressions d'un altimètre est calé sur le calage d'altimètre courant d'un aéroport, le seul temps où le pilote peut être certain que l'altimètre indique l'altitude vraie est quand l'aéronef est sur le sol de cet aéroport.

Quand le cadran des pressions d'un altimètre est calé sur 29.92 pouces de mercure dans la région d'utilisation de la pression standard, l'altimètre indiquera l'altitude vraie si les conditions sont celles de l'atmosphère type de l'OACI ou si l'aéronef vole au niveau précis pour lequel 29.92 pouces de mercure serait le calage d'altimètre.

En général, on peut donc considérer que, sur un aéronef en vol, l'indication de l'altimètre est toujours erronée à cause de la température.

L'erreur sera d'environ 4 % de l'altitude indiquée pour chaque tranche de 11 ˚C comprise dans la différence qui existe entre la température moyenne de la colonne d'air séparant l'aéronef du sol et la température moyenne de l'atmosphère type pour la même colonne d'air. En pratique, on ne connaît pas la température moyenne de la colonne d'air; mais, connaissant la température extérieure au niveau de vol, on trouve l'altitude « vraie » au moyen d'un calculateur. L'altitude « vraie » trouvée par cette méthode sera raisonnablement précise quand le gradient vertical de température correspond, ou à peu près, à celui de l'atmosphère type, soit 2 ˚C par l 000 pieds; dans les autres cas, l'altitude « vraie » sera moins précise. En hiver, alors qu'il y a probabilité de fortes inversions aux niveaux inférieurs et que les altimètres donnent habituellement des indications trop élevées, les pilotes seraient bien avisés, en toutes circonstances où l'espacement entre le sol et l'aéronef peut être faible, d'augmenter de 50 % l'erreur altimétrique trouvée au moyen de la température au niveau de vol. Prenons le cas de l'aéronef considéré dans l'exemple précédent. En supposant que la température de l'air extérieur au niveau de vol dans le voisinage de la chaîne de montagnes ait été de -20 ˚C, quelle aurait été l'altitude vraie probable de l'aéronef au-dessus de la chaîne de montagnes?

Pour calculer l'altitude « vraie » à l'aide d'un calculateur, il faut connaître l'altitude-pression. Dans le cas présent, l'altimètre indique 6 000 pieds avec le cadran des pressions calé sur 29.80 pouces de mercure. Par conséquent, si le pilote calait momentanément le cadran des pressions sur 29.92 pouces de mercure, l'altimètre indiquerait une altitude-pression de 6 120 pieds. Bien que l'altitude indiquée soit de 6 000 pieds, si le cadran des pressions était calé sur le calage d'altimètre de l'aéroport le plus proche (B), l'altitude indiquée serait de 5 400 pieds. Avec le cadran des pressions calé sur 29.20 pouces de mercure, si l'aéronef se trouvait au sol à B, l'altimètre indiquerait l'altitude « vraie », soit l 000 pieds. En supposant qu'il n'y a pas de différence de pression, on peut dire que l'altimètre, calé sur 29.20 pouces de mercure, indiquerait le niveau de l 000 pieds, là où se trouve la montagne, sans erreur due à la température. Par conséquent, l'erreur due à la température ne se produira qu'entre l 000 et 5 400 pieds, c'est-à-dire sur une hauteur de 4 400 pieds d'espace aérien.

a) Placez l'altitude-pression, 6 120 pieds, vis-à-vis la température extérieure, -20 ˚C, dans la fenêtre appropriée du calculateur.

b) Vis-à-vis de 4 400 pieds (44) sur l'échelle intérieure, lisez 4 020 pieds (40.2) sur l'échelle extérieure.

c) Ajoutez les l 000 pieds antérieurement déduits comme étant sans erreur et vous obtiendrez l'altitude vraie : 4 020 pieds + l 000 pieds = 5 020 pieds ASL. La marge de sécurité, maintenant, dépasse à peine 200 pieds mais ne tient pas compte des variables éventuelles comme l'explique le texte précédent, ni des effets orographiques dont il sera question plus loin.

1.5.5 Région d'utilisation de la pression standard

Lorsqu'on vole dans cette région, il faut recaler l'altimètre momentanément sur le calage d'altimètre de l'aéroport le plus proche situé sur la route de vol pour obtenir l'altitude indiquée, ou l'altitude indiquée calculée d'après le calage d'altimètre et suivre la marche indiquée ci-dessus. Si l'on vole au-dessus de vastes étendues d'eau ou de terres arides où il n'y a pas d'aéroports, on doit utiliser, pour obtenir l'altitude indiquée, la pression prévue au niveau moyen de la mer pour le temps et le lieu en cause. Dans ce dernier cas, l'altitude de l'« aéroport » serait de zéro, et, par la suite, il n'y aurait pas lieu de soustraire puis d'additionner l'altitude de l'aéroport. L'altitude vraie ainsi déterminée ne serait réellement « vraie » que si la pression prévue utilisée était approximativement la pression réelle au niveau de la mer. (Si la pression au niveau de la mer n'est pas connue et que l'altitude-pression est utilisée également comme altitude indiquée, l'altitude vraie qui en résultera sera l'altitude vraie au-dessus du niveau correspondant à 29.92 pouces de mercure où se trouve ce niveau par rapport au niveau moyen de la mer effectif.)

1.5.6 Effet orographique

Les vents qui sont déviés autour du sommet d'une grosse montagne isolée ou dans les vallées de chaines de montagnes ont tendance à augmenter de vitesse, ce qui entraîne une diminution locale de pression (principe de Bernoulli). Lorsqu'un altimètre barométrique se trouve dans un tel écoulement d'air, l'indication qu'il donne comporte une erreur encore plus grande par suite de cette diminution de pression. Cette erreur subsistera jusqu'à ce que l'écoulement d'air revienne à sa vitesse normale à quelque distance sous le vent de la montagne ou de la chaîne de montagnes.

Les vents qui soufflent sur une chaîne de montagnes à des vitesses dépassant environ 50 kt et dans une direction perpendiculaire (moins de 30˚) à l'axe principal de la chaîne de montagnes sont souvent à la source du phénomène appelé « onde de relief » ou « onde stationnaire ». L'effet d'une onde de relief se fait souvent sentir jusqu'à 100 NM sous le vent des montagnes et jusqu'à des altitudes représentant bien des fois la hauteur des montagnes. Bien qu'elles se présentent le plus souvent dans le voisinage des hautes chaînes de montagnes, comme les Rocheuses, les ondes de relief se sont déjà produites dans les Appalaches dont l'altitude est d'environ 4 500 pieds ASL, ce qui correspond à la hauteur de la chaîne de montagnes de notre exemple.

Métavi et le *Manuel de météorologie du commandement aérien* (TP 9352F) traitent de façon assez détaillée du phénomène de l'onde de relief. Nous examinerons cependant brièvement ci-dessous les aspects de ces phénomènes qui exercent un effet sur l'altitude des aéronefs.

1.5.7 Courants descendants et turbulence

C'est près de la montagne et à peu près à la hauteur du point culminant que les courants descendants sont les plus forts. Ils peuvent atteindre une intensité d'environ 83 pieds par seconde (5 000 pieds par minute) du côté sous le vent de hautes chaînes de montagnes comme les Rocheuses. Bien que les ondes de relief engendrent souvent une forte turbulence, le vol dans ces ondes peut parfois être remarquablement calme, même lorsque l'intensité des courants descendants et ascendants est considérable. Comme ces conditions de vol calme peuvent survenir la nuit, ou lorsque le ciel est couvert, ou lorsqu'il ne s'est pas formé de nuages distinctifs, le danger que comporte pour les aéronefs ces conditions de vol inhabituelles est augmenté du fait de l'absence de signes précurseurs.

Considérons par exemple le cas d'un aéronef qui vole parallèlement à une chaîne de montagnes, du côté sous le vent et qui entre dans un courant descendant mais sans secousses. Bien que l'aéronef commence à descendre en raison du courant descendant, il arrive que, par suite de l'abaissement local de pression associé à l'onde, ni le variomètre ni l'altimètre n'indiqueront de descente tant que l'aéronef n'aura pas franchi une distance verticale correspondant à l'erreur de l'altimètre causée par l'onde de relief; de fait, les deux instruments pourront même indiquer une « montée » pendant une partie de la descente. C'est ainsi que le pilote ne s'apercevra peut-être pas qu'il se trouve dans un courant descendant fort tant que l'aéronef n'aura pas quitté l'altitude-pression qu'il avait dans les conditions antérieures de vol, altitude-pression qui, dans le courant descendant, est plus près du sol qu'elle ne l'était avant que l'aéronef entre dans l'onde.

1.5.8 Chute de pression

La chute de pression qui accompagne l'augmentation de la vitesse du vent s'étend à toute l'onde de relief, c'est-à-dire sous le vent des montagnes et jusqu'à des hauteurs les dépassant considérablement. La distinction entre l'erreur de l'altimètre qui est due uniquement à l'onde de relief et celle qui résulte de températures non standard serait de peu d'utilité pour le pilote. Ce qui importe de savoir, c'est que du fait de l'action combinée d'ondes de relief et de températures non standard, L'ALTIMÈTRE PEUT INDIQUER JUSQU'À 3 000 PIEDS DE TROP. Si, dans notre exemple, l'aéronef avait volé vent debout par un jour de grand vent, la distance réelle qui l'aurait séparé du sol lors du franchissement de la crête de la chaîne de montagnes aurait pu être très faible.

1.5.9 Calage altimétrique anormalement haut

Des masses d'air froid et sec peuvent produire des pressions barométriques supérieures à 31 pouces de mercure. Comme le baromètre indique rarement 31 pouces de mercure ou plus, la plupart des altimètres ne permettent pas de calage de pression barométrique au-dessus de ce niveau et ne sont pas étalonnés pour indiquer l'altitude précise des aéronefs au-dessus de 31 pouces de mercure. Par conséquent, ils ne peuvent être réglés pour fournir au pilote un affichage dans ces situations.

Lorsque les aéronefs sont exploités dans les régions où le calage altimétrique est supérieur à 31 pouces de mercure et, lorsqu'il est impossible d'afficher sur l'altimètre un calage supérieur à 31 pouces de mercure, l'altitude vraie sera SUPÉRIEURE à celle indiquée par l'altimètre.

Les procédures à suivre pour les vols dans des régions où la pression atmosphérique est supérieure à la normale sont publiées à la sous-section 1.7 de la partie ENR de l'*AIP Canada*.

1.6 Coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI)

1.6.1 Généralités

Les paragraphes suivants traitent du problème des pistes glissantes et des façons possibles d'utiliser les coefficients de frottement sur piste en fonction des données comprises dans le manuel de vol de l'aéronef.

1.6.2 Coefficients de frottement sur piste réduits et performances des aéronefs

Les mesures de la distance accélération-arrêt, de la distance d'atterrissage et des limites éventuelles de celles-ci dues à des vents de travers qui figurent dans le manuel de vol de l'aéronef ont été effectuées en respectant des critères de performance spécifiés sur des pistes nues et sèches dont la surface présente des caractéristiques de frottement élevées. Ces distances, si elles ne sont pas pondérées, ne sont valables que sur des pistes offrant les mêmes conditions. Dès qu'un contaminant tel que de l'eau, de la neige ou de la glace est présent sur la surface de la piste, le coefficient de frottement réel des pneus de l'aéronef sur la piste est considérablement réduit. Il en résulte un accroissement de la distance d'atterrissage et de la partie « arrêt » de la distance accélération-arrêt. En outre, un vent de travers dans ces conditions peut causer des problèmes de contrôle de direction. La difficulté provenait de la nécessité d'évaluer avec une certaine précision les effets réducteurs d'un contaminant sur le coefficient de frottement sur piste et de renseigner efficacement le pilote, p.ex., quant à la longueur de piste supplémentaire nécessaire pour immobiliser l'aéronef et la composante maximale de vent de travers acceptable.

1.6.3 Description du cœfficient canadien de frottement sur piste (CRFI) et de la méthode utilisée pour le mesurer

Le décéléromètre est un instrument qui est monté sur un véhicule d'essai et qui mesure les forces de décélération agissant sur le véhicule lorsque les freins sont actionnés. L'échelle de lecture de l'appareil est graduée de 0 à l, le chiffre l correspondant à la décélération nominale maximale du véhicule sur une surface sèche. Ces valeurs sont appelées CRFI. Il est clair que les valeurs peu élevées représentent des coefficients de frottement de freinage faibles tandis que les valeurs supérieures ou égales à 0,8 correspondent à des coefficients de frottement escomptés pour une piste sèche.

Les freins du véhicule d'essai sont appliqués à intervalles de 300 m (1 000 pi) le long de la piste, à une distance de 10 m (30 pi) de chaque côté de l'axe de piste, c'est-à-dire à la distance de l'axe

de piste où la majorité des activités des aéronefs ont lieu. La moyenne des coefficients relevés constitue le CRFI qui est consigné dans le compte rendu

1.6.4 Description de la méthode de compte rendu du coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI)

Lorsqu'un aéroport accueille des avions dans le cadre d'un service de transport aérien en vertu de la sous-partie 5 de la partie VII du RAC, le CRFI est donné par tiers pour les pistes dont la longueur est supérieure ou égale à 1 829 m (6 000 pi).

Le CRFI peut être donné par tiers de piste pour les pistes dont la longueur est inférieure à 1 829 m (6 000 pi) lorsque l'aérodrome est équipé pour ce faire; toutefois, le CRFI sera donné par défaut pour la longueur totale de la piste.

Il faut consulter le plan de maintenance hivernale de l'aérodrome pour obtenir les derniers renseignements sur la méthode de compte rendu du CRFI pour une piste donnée.

1.6.5 Comptes rendus de l'état de la surface pour les mouvements d'aéronefs (AMSCR)

Les AMSCR sont publiés pour avertir les pilotes que des contaminants naturels sur les pistes, tels que neige, glace ou neige fondante, risquent de nuire au freinage des aéronefs. La partie RSC du compte rendu contient des renseignements sur l'état de la piste formulés en langage clair et simple, tandis que la partie CRFI décrit l'efficacité du freinage à l'aide d'un coefficient numérique décrit à l'article 1.6.3 du présent chapitre.

Lorsque les renseignements sont donnés par tiers de piste, le code d'état de piste (RWYCC) est donné pour chaque tiers. Les RWYCC sont donnés selon une échelle de 0 à 6, 0 représentant l'état où la piste est très glissante et 6 une piste sèche.

Les AMSCR sont publiés de la manière suivante quand des contaminants sont présents sur une aire de mouvement :

a) au début des heures de publication des AMSCR;

b) au minimum une fois toutes les huit heures après la première publication;

c) quand un changement sensible de l'état de la surface de la piste se produit;

d) après un accident ou un incident dans lequel les conditions hivernales peuvent avoir joué un rôle;

e) quand la largeur de la surface dégagée est inférieure à la largeur totale de la piste.

Quand la mesure du CRFI est disponible, elle sera publiée avec le RSC pour donner une description globale de l'état de la piste et quantifier le freinage.

En présence de certains états de la surface des pistes, les mesures de coefficient de frottement sur piste faites à l'aide d'un décéléromètre peuvent être erronées en raison des limites mécaniques et fonctionnelles inhérentes à cet appareil. C'est pourquoi les mesures de coefficient de frottement sur piste seront faites et le CRFI sera fourni à l'ATS et aux pilotes seulement en présence de l'une ou l'autre des conditions suivantes :

a) glace;

b) glace mouillée consistant en une fine pellicule d'eau recouvrant la glace;

c) neige compactée;

d) neige mouillée sur glace;

e) neige sèche n'excédant pas 2,5 cm (1 po) d'épaisseur;

f) solution chimique de dégivrage ou sable sur glace;

g) givre.

Un compte rendu RSC doit être fourni chaque fois qu'une mesure du CRFI est donnée.

Les changements suivants dans l'état d'une piste sont considérés comme importants :

a) tout changement du RWYCC (le cas échéant);

b) un changement du CRFI de 0,05 ou plus;

c) tout changement dans le type de contaminant;

d) un changement de 20 % ou plus dans la couverture de contaminant à compte rendu obligatoire;

e) un changement dans l'épaisseur du contaminant de ⅛ po pour l'eau stagnante et la neige fondante, de ¼ po pour la neige mouillée, et de ¾ po pour la neige sèche;

f) tout autre renseignement qui, selon les techniques d'évaluation, est considéré comme important, par exemple à la suite de l'application ou du retrait de sable ou de produits chimiques; à la suite d'un déneigement ou d'un balayage; ou à la suite de changements des conditions provoqués par des fluctuations rapides de la température.

L'épaisseur du dépôt s'exprime en pouces ou en pieds, ou dans les deux valeurs. Lorsque l'épaisseur dépasse 2 po, utiliser des nombres entiers. Lorsque l'épaisseur est de moins de 2 po, utiliser des fractions. Les fractions acceptées sont ⅛, ¼, ½, ¾ et 1 ½; toutefois, lorsque ces valeurs sont utilisées, il faut s'assurer de ne pas les confondre avec des mesures de CRFI. Quand l'épaisseur du dépôt est inférieure à ⅛ po, l'épaisseur acceptée est indiquée comme étant ⅛ po.

Lorsque les opérations de déneigement n'ont pas encore commencé ou ne sont pas censées débuter dans les 30 minutes suivantes, une note telle que « Déblaiement prévu débuter à (heure UTC) » sera ajoutée au compte rendu RSC. Lorsque les conditions météorologiques sont telles que l'état de la surface des pistes change fréquemment, le NOTAM RSC inclura le nom et le numéro de téléphone de l'organisme avec lequel communiquer pour connaître les données les plus récentes sur l'état des pistes.

L'ensemble des renseignements sur le RSC et le CRFI sera offert sous forme d'avis verbal par la tour de contrôle aux aérodromes contrôlés et par la FSS aux aérodromes non contrôlés.

Chaque nouveau NOTAM RSC publié (compte rendu AMSCR) remplace le compte rendu précédent émis pour un aérodrome donné. Un NOTAM RSC est valide pendant 8 heures ou 24 heures, selon les observations les plus récentes à l'égard soit du RSC, soit du CRFI, après quoi il est retiré de la base de données. Un NOTAM RSC peut aussi être annulé s'il n'est plus nécessaire ou s'il a été émis par erreur.

NOTE :
L'absence de NOTAM RSC ne signifie aucunement que l'état de la piste est adéquat pour que des opérations y soient effectuées.

La section CRFI du compte rendu s'intitule INFO ADDN NON-GRF/TALPA et se présente sous le format suivant : titre (CRFI), numéro de piste, température (en degrés Celsius), mesure du CRFI de piste par longueur totale de la piste ou par tiers de piste, et heure à laquelle les mesures ont été prises indiquée par le groupe date-heure UTC à dix chiffres (AAMMJJHHMM).

Un NOTAM RSC est émis en fonction des exigences en matière de comptes rendus plutôt que des critères de diffusion. Par conséquent, si les conditions suivantes sont rapportées (piste sèche ou mouillée), elles seront diffusées.

Bien que l'information sur les voies de circulation et les aires de trafic soit facultative, elle peut être incluse dans le NOTAM RSC s'il est jugé qu'elle a une incidence sur la sécurité des opérations.

1.6.6 Pistes mouillées

À l'heure actuelle, les valeurs de coefficient de frottement de piste en été et lorsqu'il pleut ne sont pas fournies. Il convient donc de traiter des pistes mouillées afin d'aider les pilotes à se doter de procédures de pilotage propres à leurs circonstances.

La neige compacte ou la glace à température constante présentent des valeurs de coefficient de frottement pratiquement indépendantes de la vitesse. Cependant, il n'en est pas de même lorsque le contaminant est à l'état liquide (eau ou neige fondante). En effet, l'eau ne pouvant être chassée complètement sous le pneu, le contact entre le pneu et la piste est imparfait. Plus la vitesse augmente, plus le temps de contact diminue, ce qui se traduit, sur une surface mouillée, par une réduction du coefficient de frottement au freinage. Autrement dit, la piste devient effectivement plus glissante avec la vitesse, mais la situation s'améliore dès que l'aéronef ralentit. La tendance d'un pneu d'aéronef à l'aquaplanage sur une piste mouillée complique encore la situation.

Le phénomène d'aquaplanage dépend de l'accumulation d'eau, de la pression des pneus et de la vitesse. En outre, la vitesse minimale à laquelle commence l'aquaplanage pour un pneu qui n'est pas en rotation est inférieure à celle d'un pneu en rotation parce que l'eau s'accumule sous le pneu sans rotation, ce qui augmente l'effet d'aquaplanage. Les pilotes devraient donc bien connaître ces phénomènes puisqu'ils ont des répercussions importantes sur les performances de l'aéronef au moment de la course au décollage et à l'atterrissage, même si les conditions de la piste sont les mêmes. La vitesse minimale, en nœuds, à laquelle l'aquaplanage commence peut se calculer en multipliant la racine carrée de la pression des pneus (PSI) par 7,7 pour un pneu sans rotation, ou par 9 pour un pneu en rotation.

Cette équation donne la vitesse minimale approximative à laquelle se produira l'aquaplanage sur une surface lisse mouillée avec des pneus lisses. Par exemple, la vitesse minimale à laquelle se produit l'aquaplanage pour un aéronef muni de pneus gonflés à 49 PSI se calcule de la manière suivante :

Pneu sans rotation : $7{,}7 \times \sqrt{49} = 54$ kt;

Pneu en rotation : $9 \times \sqrt{49} = 63$ kt

Lorsqu'il y a aquaplanage, les pneus de l'aéronef sont complètement séparés de la surface de la piste par une pellicule d'eau et l'aquaplanage se poursuit jusqu'à ce que la réduction de vitesse soit suffisante pour permettre la reprise de contact du pneu sur la piste. Cette vitesse est de beaucoup inférieure à celle à laquelle l'aquaplanage se produit. Dans ces conditions, l'adhérence des pneus est négligeable et, dans certains cas, les roues peuvent même s'arrêter complètement de tourner; la capacité de freinage des pneus est nulle et ceux-ci ne permettent plus le contrôle directionnel de l'aéronef. Il est difficile d'évaluer précisément l'augmentation de la distance de freinage qui en résulte, mais selon les estimations, elle peut aller jusqu'à 700 %. De plus, il a été établi que, dans des conditions d'aquaplanage, un vent de travers de 10 kt peut, en environ 7 s, déporter un aéronef hors d'une piste de 200 pi de large.

Bien que les valeurs de coefficient de frottement ne puissent être établies pour les pistes mouillées, il a été constaté que le plus souvent, dans des conditions de pluie faible à modérée, les pistes bien drainées empêchent que suffisamment d'eau stagnante s'accumule pour produire des conditions d'aquaplanage, situation qui pose de sérieux problèmes aux pilotes.

1.6.7 Application du cœfficient canadien de frottement sur piste (CRFI) aux performances des aéronefs

Les données compilées dans les Tableaux 1.3 et 1.4 sont considérées comme les meilleures actuellement disponibles parce qu'elles proviennent de multiples essais en conditions hivernales réelles sur des surfaces contaminées. Ces données devraient se révéler utiles aux pilotes qui désirent estimer les performances de leur appareil lorsque l'état des pistes est mauvais. Il incombe au constructeur aéronautique de fournir des renseignements, des lignes directrices ou des avis concernant l'utilisation de ses appareils sur les pistes mouillées ou contaminées. Les renseignements publiés dans l'AIM de TC ne modifient ni ne créent des exigences réglementaires et ne permettent aucun changement ni aucune dérogation aux exigences réglementaires existantes. L'utilisation de ces tableaux est laissée à la discrétion du pilote.

En raison des nombreuses variables dont il faut tenir compte dans le calcul des distances d'accélération-arrêt et des longueurs de pistes équivalentes, il n'a pas été possible de réduire les données

disponibles de façon à corriger les CRFI pour que les corrections soient applicables à tous les types d'opérations. Par conséquent, seules les corrections applicables aux distances d'atterrissage et au vent de travers figurent dans les tableaux, en attendant que d'autres études soient faites sur le problème du décollage.

Il faut remarquer que, dans tous les cas, les tableaux se fondent sur les données corrigées pour pistes sèches qui figurent dans le manuel de vol de l'aéronef, et que les critères de certification ne tiennent pas compte des forces de décélération additionnelles fournies par l'inversion de la poussée du réacteur ou du pas de l'hélice. Sur piste sèche, l'inversion de poussée ne représente qu'une petite partie des forces de décélération, la majeure partie étant assurée par les freins. Cependant, à mesure que les freins perdent de leur efficacité, la portion de la distance d'arrêt résultant de l'inversion de poussée augmente. C'est pourquoi, les valeurs du Tableau 1.3 peuvent sembler extrêmement prudentes en comparaison de la distance réelle d'arrêt en cas de recours à l'inversion de poussée par faible CRFI. Néanmoins, il peut se présenter des cas (vent de travers, panne moteur, panne d'inversion) où le recours à l'inversion est impossible.

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.3 visent les avions ne pouvant tirer parti de l'effet de disque ou de l'inversion de poussée et sont fondées sur les variations statistiques mesurées au cours de tests en vol.

En dépit des commentaires précédents sur ces deux effets, le Tableau 1.4 peut s'appliquer aux avions pouvant tirer parti de l'effet de disque ou de l'inversion de poussée. Ce tableau découle des distances d'atterrissage recommandées dans le Tableau 1.3, et grâce à des calculs additionnels, il donne des indications qui tiennent compte de l'effet de disque ou de l'inversion de poussée. Pour le calcul des distances données au Tableau 1.4, la distance dans les airs à partir de la hauteur-écran de 50 pi jusqu'au toucher des roues et la distance de roulage entre le point d'atterrissage et le moment du serrage maximal des freins ne diffèrent pas de celles du Tableau 1.3. Les effets de ces deux forces de décélération ont été utilisés uniquement pour réduire la distance d'arrêt entre le moment où le freinage est à sa capacité maximale et l'arrêt complet.

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.4 tiennent compte de la réduction des distances d'atterrissage que procure l'effet de disque ou l'inversion de poussée sur un avion à turbopropulseurs et l'inversion de poussée sur un avion à turboréacteurs. Les valeurs représentatives de l'effet de disque ou de l'effet d'inversion de poussée qui ont servi à l'élaboration de ce tableau sont hypothétiquement faibles et peuvent donc indiquer des évaluations de distances d'atterrissage très prudentes en regard des distances réellement obtenues lors d'un atterrissage bien exécuté avec un avion dont l'effet de disque ou l'inversion de poussée est très efficace.

La présentation des gradations de coefficients de frottement dans la Figure 1.1, lequel indique les limites de vent de travers en fonction du CRFI, diffère légèrement de celle utilisée dans les Tableaux 1.3 et 1.4. Toutefois, les valeurs de CRFI utilisées dans la Figure 1.1 sont rigoureusement les mêmes que celles utilisées dans les Tableaux 1.3 et 1.4 et conviennent aux gradations indiquées.

Tableau 1.3 — Distances d'atterrissage recommandées CRFI (sans effet de disque ni inversion de poussée)

CRFI donné														
Distance d'atterrissage (pieds) Piste sèche	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	Longueur de piste d'atterrissage (pieds) Piste sèche	Longueur de piste d'atterrissage (pieds) Piste sèche
Non pondérée	Distances d'atterrissage recommandées (sans effet de disque/inversion de poussée)												Pondérée à 60 %	Pondérée à 70 %
1 800	3 120	3 200	3 300	3 410	3 540	3 700	3 900	4 040	4 150	4 330	4 470	4 620	3 000	2 571
2 000	3 480	3 580	3 690	3 830	3 980	4 170	4 410	4 570	4 700	4 910	5 070	5 250	3 333	2 857
2 200	3 720	3 830	3 960	4 110	4 280	4 500	4 750	4 940	5 080	5 310	5 490	5 700	3 667	3 143
2 400	4 100	4 230	4 370	4 540	4 740	4 980	5 260	5 470	5 620	5 880	6 080	6 300	4 000	3 429
2 600	4 450	4 590	4 750	4 940	5 160	5 420	5 740	5 960	6 130	6 410	6 630	6 870	4 333	3 714
2 800	4 760	4 910	5 090	5 290	5 530	5 810	6 150	6 390	6 570	6 880	7 110	7 360	4 667	4 000
3 000	5 070	5 240	5 430	5 650	5 910	6 220	6 590	6 860	7 060	7 390	7 640	7 920	5 000	4 286
3 200	5 450	5 630	5 840	6 090	6 370	6 720	7 130	7 420	7 640	8 010	8 290	8 600	5 333	4 571
3 400	5 740	5 940	6 170	6 430	6 740	7 110	7 550	7 870	8 100	8 500	8 800	9 130	5 667	4 857
3 600	6 050	6 260	6 500	6 780	7 120	7 510	7 990	8 330	8 580	9 000	9 320	9 680	6 000	5 143
3 800	6 340	6 570	6 830	7 130	7 480	7 900	8 410	8 770	9 040	9 490	9 840	10 220	6 333	5 429
4 000	6 550	6 780	7 050	7 370	7 730	8 170	8 700	9 080	9 360	9 830	10 180	10 580	6 667	5 714

Utilisation du CRFI

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.3 correspondent à un niveau de confiance de 95 %, ce qui signifie que, pour 19 atterrissages sur 20, la distance que donne le Tableau 1.3 sera suffisante pour un atterrissage correctement effectué avec tous les systèmes en état de fonctionner sur une piste dont le CRFI correspond à celui indiqué dans le tableau.

Le Tableau 1.3 indique aussi des distances largement suffisantes pour les avions à turboréacteurs et à turbopropulseurs avec inversion de poussée, et également pour les avions à turbopropulseurs avec effet de disque.

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.3 des CRFI tiennent compte de l'utilisation des techniques de pilotage normalisées pour des distances minimales d'atterrissage à partir de 50 pi, y compris une approche stabilisée à V_{Ref} avec un angle de descente de 3° jusqu'à 50 pi ou moins, un toucher des roues ferme, un délai minimal avant abaissement de l'avant, un délai minimal avant la sortie des déporteurs sol et le moment du serrage des freins, et un freinage maximal soutenu avec antidérapage jusqu'à l'arrêt.

La longueur de piste d'atterrissage correspond à la distance d'atterrissage divisée par 0,6 (turboréacteurs) ou par 0,7 (turbopropulseurs). Si le manuel de vol de l'aéronef exprime les performances à l'atterrissage en distance d'atterrissage, utilisez la colonne se trouvant à l'extrême gauche du tableau. Si, en revanche, le manuel de vol de l'aéronef exprime les performances à l'atterrissage en longueur de piste d'atterrissage, utilisez l'une des deux colonnes se trouvant à l'extrême droite

Tableau 1.4 — Distances d'atterrissage recommandées CRFI (avec effet de disque ou inversion de poussée)

CRFI donné														
Distance d'atterrissage (pieds) Piste sèche	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	Longueur de piste d'atterrissage (pieds) Piste sèche	Longueur de piste d'atterrissage (pieds) Piste sèche
Non pondérée	Distances d'atterrissage recommandées (avec effet de disque ou inversion de poussée)												Pondérée à 60 %	Pondérée à 70 %
1 200	2 000	2 040	2 080	2 120	2 170	2 220	2 280	2 340	2 380	2 440	2 490	2 540	2 000	1 714
1 400	2 340	2 390	2 440	2 500	2 580	2 660	2 750	2 820	2 870	2 950	3 010	3 080	2 333	2 000
1 600	2 670	2 730	2 800	2 880	2 970	3 070	3 190	3 280	3 360	3 460	3 540	3 630	2 667	2 286
1 800	3 010	3 080	3 160	3 250	3 350	3 480	3 630	3 730	3 810	3 930	4 030	4 130	3 000	2 571
2 000	3 340	3 420	3 520	3 620	3 740	3 880	4 050	4 170	4 260	4 400	4 510	4 630	3 333	2 857
2 200	3 570	3 660	3 760	3 880	4 020	4 170	4 360	4 490	4 590	4 750	4 870	5 000	3 667	3 143
2 400	3 900	4 000	4 110	4 230	4 380	4 550	4 750	4 880	4 980	5 150	5 270	5 410	4 000	3 429
2 600	4 200	4 300	4 420	4 560	4 710	4 890	5 100	5 240	5 350	5 520	5 650	5 790	4 333	3 714
2 800	4 460	4 570	4 700	4 840	5 000	5 190	5 410	5 560	5 670	5 850	5 980	6 130	4 667	4 000
3 000	4 740	4 860	5 000	5 160	5 340	5 550	5 790	5 950	6 070	6 270	6 420	6 580	5 000	4 286
3 200	5 080	5 220	5 370	5 550	5 740	5 970	6 240	6 420	6 560	6 770	6 940	7 110	5 333	4 571
3 400	5 350	5 500	5 660	5 850	6 060	6 310	6 590	6 790	6 930	7 170	7 340	7 530	5 667	4 857
3 600	5 620	5 780	5 960	6 160	6 390	6 650	6 960	7 170	7 320	7 570	7 750	7 950	6 000	5 143
3 800	5 890	6 060	6 250	6 460	6 700	6 980	7 310	7 540	7 700	7 970	8 160	8 380	6 333	5 429
4 000	6 070	6 250	6 440	6 660	6 910	7 210	7 540	7 780	7 950	8 220	8 430	8 650	6 667	5 714

Utilisation du CRFI

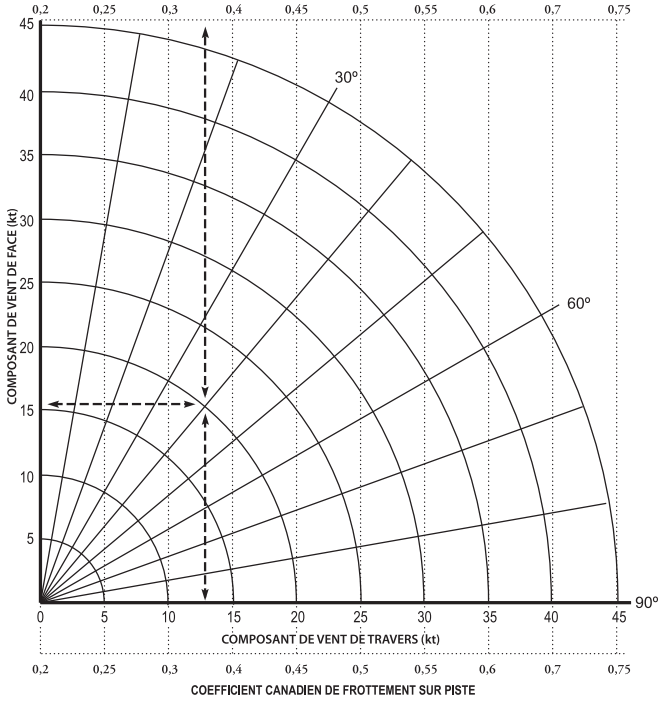
Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.4 correspondent à un niveau de confiance de 95 %, ce qui signifie que, pour 19 atterrissages sur 20, la distance que donne le Tableau 1.4 sera suffisante pour un atterrissage correctement effectué avec tous les systèmes en état de fonctionner sur une piste dont le CRFI correspond à celui indiqué dans le tableau.

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.4 tiennent compte de la réduction de la distance d'atterrissage obtenue par effet de disque et inversion de poussée sur les avions à turbopropulseurs ou par inversion de poussée sur les avions à turboréacteurs. Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.4 ont été calculées à partir de celles du Tableau 1.3, avec des calculs additionnels qui tiennent compte de l'effet de disque et de l'inversion de poussée. Les valeurs de référence choisies pour l'effet de disque et l'inversion de poussée sont hypothétiquement faibles et, par conséquent, les distances d'atterrissage indiquées sont suffisantes pour un atterrissage correctement effectué avec certains avions munis de systèmes assurant un effet de disque et une inversion de poussée d'une grande efficacité.

Les distances d'atterrissage recommandées au Tableau 1.4 des CRFI tiennent compte de l'utilisation des techniques de pilotage normalisées pour des distances minimales d'atterrissage à partir de 50 pi, y compris une approche stabilisée à VRef avec un angle de descente de 3° jusqu'à 50 pi ou moins, un toucher des roues ferme, un délai minimal avant l'abaissement de l'avant, un délai minimal avant la sortie des déporteurs sol et le serrage de freins, l'application de l'effet de disque et de l'inversion de poussée, et un freinage maximal soutenu avec antidérapage jusqu'à l'arrêt. Dans le Tableau 1.4, la distance dans les airs à partir de la hauteur-écran de 50 pi jusqu'au toucher des roues et la distance de roulage entre le point d'atterrissage et le moment du serrage maximal des freins sont identiques à celles au Tableau 1.3. L'effet de disque et de l'inversion de poussée n'ont été pris en compte que pour calculer la réduction de la distance d'arrêt du freinage maximal jusqu'à l'arrêt complet.

La longueur de piste d'atterrissage correspond à la distance d'atterrissage divisée par 0,6 (turboréacteurs) ou par 0,7 (turbopropulseurs). Si le manuel de vol de l'aéronef exprime les performances à l'atterrissage en distance d'atterrissage, utilisez la colonne se trouvant à l'extrême gauche du tableau. Si, en revanche, le manuel de vol de l'aéronef exprime les performances à l'atterrissage en longueur de la piste d'atterrissage, utilisez l'une des deux colonnes se trouvant à l'extrême droite du tableau après avoir vérifié quel facteur a été utilisé dans le manuel de vol de l'aéronef.

Figure 1.2 – Limites de vent de travers en fonction du CRFI



Ce tableau contient des renseignements sur la manière de calculer les composantes de vent de face et de vent de travers. Les lignes verticales indiquent l'intensité maximale de la composante du vent de travers recommandée pour un indice CRFI.

Exemple : *CYOW CRFI RWY 07/25 – 4C .30 1201191200*

Vent signalé par la tour 110° à 20 kt.

La direction du vent fait un angle de 40° avec le cap de piste. La composante vent de face est de 15 kt et celle vent de travers est de 13 kt. Le CRFI minimal prescrit pour un vent de travers de 13 kt est 0,35. Un décollage ou un atterrissage sur une piste dont le CRFI est de 0,3 risquerait de provoquer une dérive ou des mouvements de lacet impossibles à maîtriser.

Le CRFI est fonction du type de surface, comme le montre le Tableau 1.5a). Il importe de noter ce qui suit :

a) les coefficients CRFI donnés au Tableau 1.5a) s'appliquent à toutes les températures. Un nombre important de relevés a montré l'absence de corrélation entre le CRFI et la température de la surface. La seule exception est peut-être lorsque la température de la surface se situe au point de fusion (à savoir près de 0 °C), alors qu'une pellicule d'eau résultant de la fusion en surface risque de se former, situation qui peut se traduire par des conditions glissantes donnant des CRFI inférieurs à ceux indiqués au Tableau 1.5a);

b) le CRFI peut varier dans une certaine plage, et ce, pour diverses raisons, comme les variations dans la texture des surfaces appartenant à une classe donnée. Les CRFI maximums et minimums que devraient avoir les diverses surfaces sont indiqués au Tableau 1.5b). Il convient de noter que ces valeurs sont fondées sur des analyses d'un grand nombre de relevés combinées à un jugement technique éclairé;

c) la plage la plus importante que peut occuper le CRFI s'applique lorsqu'il y a une fine couche de neige sèche (3 mm ou moins d'épaisseur) sur le revêtement. Cette variation peut s'expliquer par : (i) la non-uniformité de la couverture de neige; et/ou (ii) le passage des pneus à travers la fine couche de neige. Dans les deux cas, la surface sur laquelle va rouler l'aéronef peut aussi bien être de la neige que le revêtement de la piste.

Tableau 1.5a) – Plage probable des CRFI en fonction du type de surface

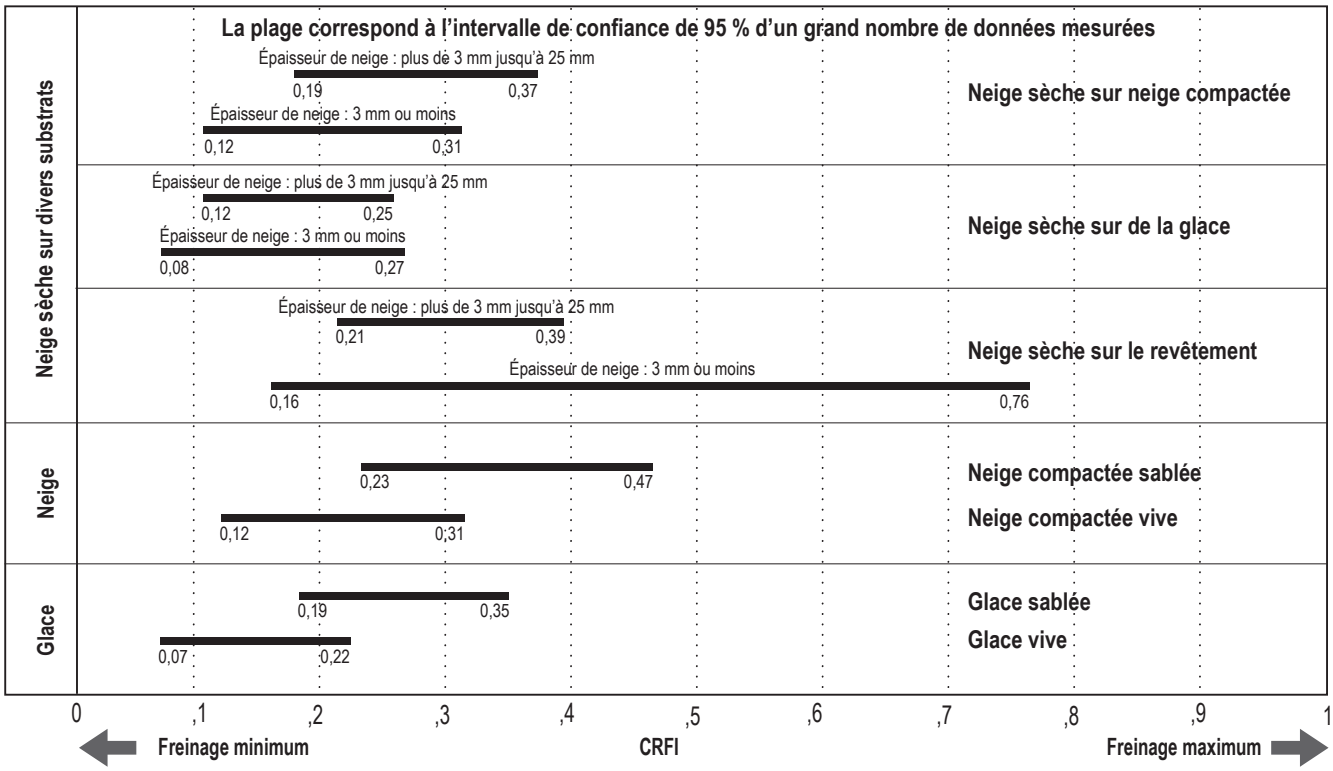


Tableau 1.5b) – CRFI minimums et maximums pour diverses surfaces

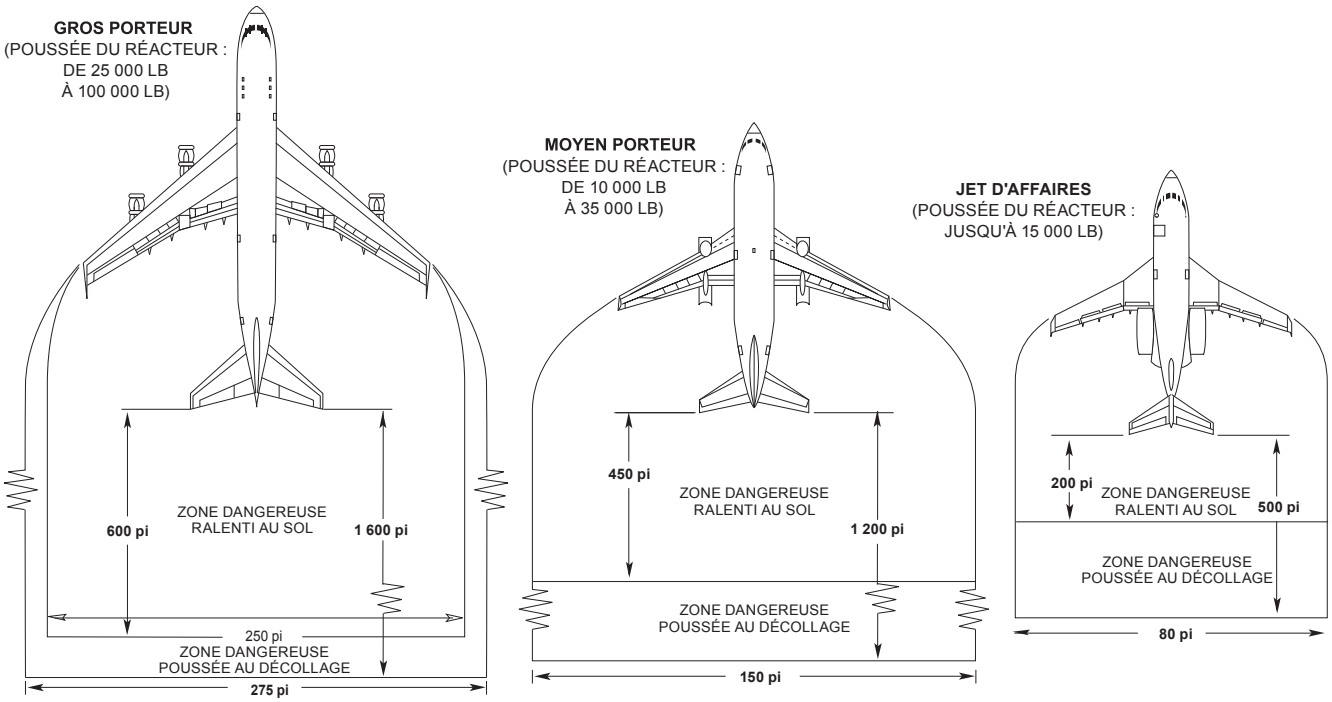
SURFACE	LIMITE INFÉRIEURE DU CRFI	LIMITE SUPÉRIEURE DU CRFI
Glace vive	Pas de limite	0,3
Neige compactée vive	0,1	0,4
Glace sablée	0,1	0,4
Neige compactée sablée	0,1	0,5
Neige sèche sur de la glace (épaisseur de 3 mm ou moins)	Pas de limite	0,4
Neige sèche sur de la glace (épaisseur de 3 mm à 25 mm)	Pas de limite	0,4
Neige sèche sur de la neige compactée (épaisseur de 3 mm ou moins)	0,1	0,4
Neige sèche sur de la neige compactée (épaisseur de 3 mm à 25 mm)	0,1	0,4
Neige sèche sur le revêtement (épaisseur de 3 mm ou moins)	0,1	Revêtement sec
Neige sèche sur le revêtement (épaisseur de 3 mm à 25 mm)	0,1	Revêtement sec

1.7 Danger causé par le souffle des réacteurs et des hélices

Les aéronefs à réaction sont regroupés en trois catégories selon la taille des moteurs. Les zones dangereuses sont de l'ordre de celles indiquées à la figure 1.1 et sont utilisées par le personnel affecté au contrôle sol et par les pilotes. Ces zones ont été déterminées en fonction des puissances de poussée au ralenti au sol et au décollage associées à chaque catégorie.

Au fur et à mesure que la capacité de charge des nouveaux aéronefs augmente, la taille des moteurs dont ces appareils sont équipés augmente aussi. En effet, les jets d'affaires présentent des poussées pouvant atteindre 15 000 lb, les jets de taille moyenne, 35 000 lb, et certains gros porteurs peuvent développer des poussées supérieures à 100 000 lb. Par conséquent, il faut être prudent pour interpréter les zones dangereuses en fonction des puissances de poussée au ralenti au sol et au décollage, puisqu'il se peut que certaines des distances indiquées à la figure 1.1 doivent être majorées considérablement.

Figure 1.3 – Zones dangereuses: souffle des réacteurs (pas à l'échelle)



Les pilotes doivent être prudents lorsqu'ils évoluent près de pistes et de voies de circulation en service. L'utilisation de pistes sécantes augmente le risque de souffle de réacteurs ou d'hélices générés par d'autres aéronefs sur l'aérodrome, et ce, alors que les deux aéronefs sont au sol ou sur le point de décoller ou d'atterrir. Les pilotes d'aéronefs circulant très près des pistes en service doivent être prudents si le souffle de leurs réacteurs ou de leurs hélices est dirigé vers une piste en service. De mêmes, les pilotes se trouvant derrière un gros aéronef, qu'ils se trouvent au sol ou en phase de décollage ou d'atterrissage, doivent être conscients du risque de forts vents localisés.

On ne dispose d'aucun renseignement au sujet des avions de transport supersoniques ni des jets militaires. Bon nombre de ces appareils sont des avions à réaction pure présentant de grandes vitesses d'échappement pour leur taille et pouvant ou non avoir recours à la postcombustion pendant la phase de décollage. D'où la nécessité d'être très prudent si l'on se trouve à proximité de ces aéronefs.

Enfin, il convient de noter que les aéronefs légers à voilure haute et à train d'atterrissage à voie étroite sont plus vulnérables au souffle des réacteurs et des hélices que les aéronefs lourds à voilure basse et à train d'atterrissage à voie large.

Le tableau suivant indique la vitesse prévue du souffle créé par de gros avions à turbopropulseurs :

Tableau 1.6 – Vitesse prévue du souffle créé par de gros avions à turbopropulseurs

DISTANCE DERRIÈRE LES HÉLICES	DÉPART DU STATION-NEMENT	CIRCU-LATION AU SOL	DÉCOLLAGE
pi	kt	kt	kt
60	59	45	–
80	47	36	60-70
100	47	36	50-60
120	36	28	40-50
140	36	28	35-45
180	–	–	20-30

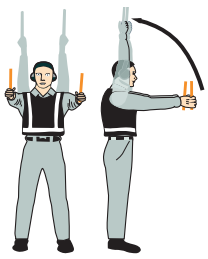
1.8 Signaux de circulation au sol

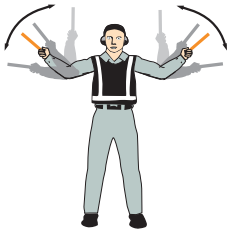
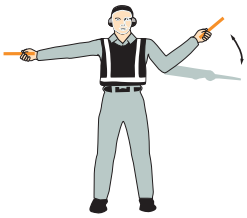
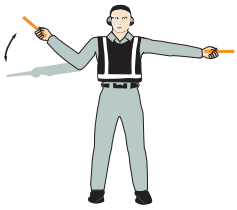
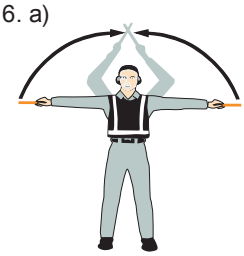
Les signaux de circulation au sol servant à diriger les aéronefs circulant au sol sont décrits à la section 5 de l'Annexe 2 de l'OACI. Ces signaux devraient être utilisés afin de normaliser les signaux servant à assurer la communication entre le personnel au sol et le personnel navigant, au besoin, pour les aéronefs à l'arrivée, au départ ou en train de manœuvrer sur l'aire de mouvement d'un aérodrome.

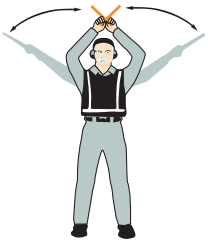
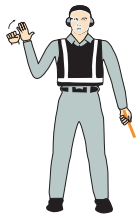
NOTES :

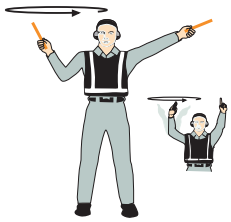
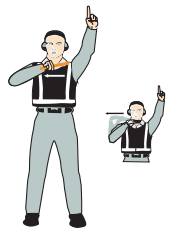
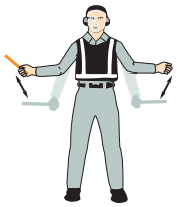
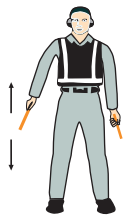
1. Les signaux de circulation au sol sont conçus pour être employés, comme suit, par un signaleur qui est placé face à l'aéronef, et dont les mains sont éclairées, au besoin, pour être mieux vues par le pilote :
   a) dans le cas d'aéronefs à voilure fixe, du côté gauche de l'aéronef, à l'endroit le plus en vue du pilote.
   b) dans le cas d'hélicoptères, à l'endroit le plus en vue du pilote.
2. Les moteurs de l'aéronef sont numérotés de la gauche vers la droite, le moteur nº1 étant le moteur extérieur gauche. Pour le signaleur qui fait face à l'aéronef, l'inverse s'applique soit de la droite vers la gauche.
3. Les signaux marqués d'un astérisque (*) sont conçus pour être utilisés dans le cas d'hélicoptères en vol stationnaire.

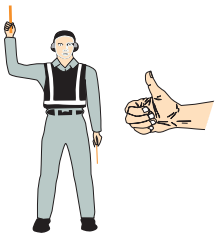
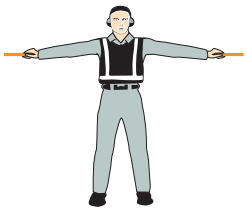
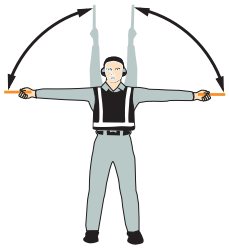
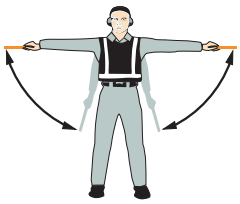
Signaux de circulation au sol

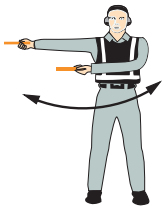
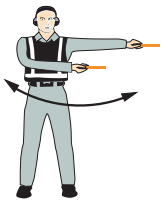
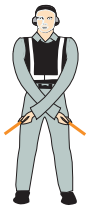
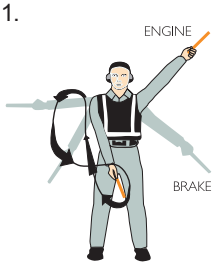
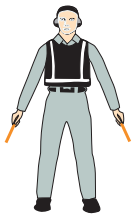
Signal	Description
1. 	**Ailier/guide** Lever la main droite au-dessus de la tête, bâton pointant vers le haut, et bouger le bras gauche, bâton pointant vers le bas, en direction du corps. Note : Donné par une personne postée à l'extré-mité de l'aile de l'aéronef, ce signal indique au pilote, au signaleur ou à l'opérateur du tracteur que la trajectoire d'arrivée ou de départ du poste de stationnement est dégagée.
2. 	***Identifiez la porte*** Tendre les bras complètement vers l'avant, puis les lever directement au-dessus de la tête, bâtons pointant vers le haut.

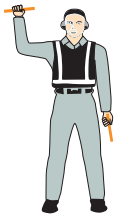
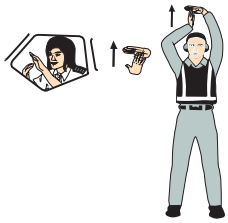
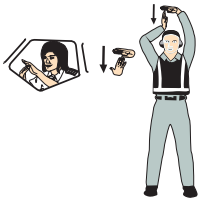
Signal	Description
3. 	***Dirigez-vous vers le signaleur suivant ou en suivant les instructions de la tour/du contrôle au sol*** Tendre les bras vers le haut, puis les abaisser vers le côté du corps, en pointant les bâtons dans la direction du signaleur suivant ou de l'aire de circulation.
4. 	***Tout droit*** Tenir les bras à l'horizontale de chaque côté du corps et, en fléchissant les coudes, déplacer les bâtons de bas en haut, de la hauteur de la poitrine vers la tête.
5. a) 	***Virez à gauche (direction par rapport au pilote)*** Bras droit et bâton formant un angle de 90° avec le côté du corps, faire le signal « tout droit » avec la main gauche. La rapidité du mouvement indique le taux de virage.
5. b) 	***Virez à droite (direction par rapport au pilote)*** Bras gauche et bâton formant un angle de 90° avec le côté du corps, faire le signal « tout droit » avec la main droite. La rapidité du mouvement indique le taux de virage.
6. a) 	***Arrêt normal*** Tendre les bras et les bâtons à l'horizontale de chaque côté du corps, puis les lever lentement vers le haut jusqu'à ce que les bâtons se croisent au-dessus de la tête.

Signal	Description
6. b) 	***Arrêt d'urgence*** Croiser et décroiser rapidement les bâtons au-dessus de la tête.
7. a) 	***Serrez les freins*** Lever la main, ouverte, paume tournée vers l'avant, un peu plus haut que la hauteur de l'épaule. En maintenant le contact visuel avec l'équipage de conduite, fermer la main. **Ne pas** bouger avant d'avoir reçu l'accusé de réception de l'équipage de conduite (signal « tout va bien »).
7. b) 	***Desserrez les freins*** Lever la main, fermée, formant un poing, un peu plus haut que la hauteur de l'épaule. En maintenant le contact visuel avec l'équipage de conduite, ouvrir la main. Ne pas bouger avant d'avoir reçu l'accusé de réception de l'équipage de conduite (signal « tout va bien »).
8. a) 	***Cales en place*** Bras tendus verticalement au-dessus de la tête et bâtons tournés vers l'intérieur, d'un coup sec, joindre les extrémités des bâtons. **Veiller à** recevoir un accusé de réception de l'équipage de conduite.
8. b) 	***Cales enlevées*** Bras tendus verticalement au-dessus de la tête et bâtons tournés vers l'extérieur, d'un coup sec, écarter les bâtons. **Ne pas** faire enlever les cales avant d'avoir reçu l'autorisation de l'équipage de conduite.

Signal	Description
9. 	***Démarrez le(s) moteur(s)*** De la main droite, levée à la hauteur de la tête et bâton pointant vers le haut, faire un mouvement circulaire. Pendant ce temps, le bras gauche, tendu de façon que la main soit à la hauteur de la tête, pointe en direction du moteur à mettre en marche.
10. 	***Coupez le(s) moteur(s)*** Tendre le bras et le bâton devant le corps à la hauteur des épaules; placer la main droite et le bâton devant l'épaule gauche, puis, en tenant le bâton à l'horizontale, le déplacer vers l'épaule droite en passant sous le menton.
11. 	***Ralentissez*** Tendre les bras vers le bas et, en fléchissant les coudes, élever et abaisser les bâtons, entre la taille et les genoux.
12. 	Ralentissez le(s) moteur(s) du côté indiqué Les bras vers le bas, les bâtons pointant vers le sol, élever et abaisser le bâton droit pour demander de ralentir le(s) moteur(s) gauche(s) et vice versa.
13. 	***Reculez*** Tourner les bras, en tenant les bâtons, l'un par-dessus l'autre devant le corps. Pour faire arrêter l'aéronef, utiliser le signal 6 a) ou 6 b).
14. a) 	***Reculez en virant (pour faire tourner la queue vers la droite)*** Tendre le bras gauche en pointant le bâton vers le bas; abaisser le bras droit d'un mouvement répété de la position verticale au-dessus de la tête à la position horizontale avant.

Signal	Description
14. b) 	***Reculez en virant (pour faire tourner la queue vers la gauche)*** Tendre le bras droit en pointant le bâton vers le bas; abaisser le bras gauche d'un mouvement répété de la position verticale au-dessus de la tête à la position horizontale avant.
15. 	***Affirmatif/tout va bien*** Lever le bras droit à la hauteur de la tête, bâton pointant vers le haut, ou montrer le poing, pouce levé, le bras gauche demeurant le long du corps. Note : Ce signal est aussi utilisé comme signal technique/ de service.
*16. 	***Restez en vol stationnaire*** Tendre complètement les bras et les bâtons à l'horizontale, de chaque côté du corps.
*17. 	***Montez*** Tendre complètement les bras et les bâtons à l'hori-zontale, de chaque côté du corps, paumes tournées vers le haut. Lever les bras et les bâtons en position verticale. La rapidité du mouvement indique la vitesse de montée.
*18. 	***Descendez*** Tendre complètement les bras et les bâtons à l'horizontale, de chaque côté du corps, paumes tournées vers le bas. Abaisser les bras. La rapidité du mouvement indique la vitesse de descente.

Signal	Description
*19. a) 	***Déplacez-vous horizontalement vers la gauche (direction par rapport au pilote)*** Tendre le bras droit à un angle de 90° par rapport au côté du corps. D'un mouvement de balayage, déplacer le bras gauche de façon répétée devant le corps, dans la même direction.
*19. b) 	***Déplacez-vous horizontalement vers la droite (direction par rapport au pilote)*** Tendre le bras gauche à un angle de 90° par rapport au côté du corps. D'un mouvement de balayage, déplacer le bras droit de façon répétée devant le corps, dans la même direction.
*20. 	***Atterrissez*** Croiser les bras vers le bas, devant le corps, bâtons pointant vers le sol.
21. 	***Feu*** Avec le bâton tenu en main droite, de façon répétée, dessiner un huit, de l'épaule au genou, l'autre bâton pointant en direction du feu.
22. 	***Maintenez position/ attendez*** Tendre les bras et les bâtons vers le bas à un angle de 45° par rapport aux côtés du corps. Maintenir cette position tant que l'aéronef n'est pas prêt pour la manœuvre suivante.

Signal	Description
23. 	***Vous pouvez rouler*** De la main droite, avec ou sans bâton, effectuer un salut standard pour signaler à l'aéronef qu'il peut partir. Maintenir le contact visuel avec l'équipage de conduite tant que l'aéronef n'a pas commencé à rouler.
24. 	***Ne touchez pas aux commandes (signal technique/de service)*** Lever le bras droit complètement au-dessus de la tête et fermer le poing ou tenir le bâton à l'horizontale, le bras gauche demeurant allongé le long du corps.
25. 	***Connectez l'alimentation électrique (signal technique/de service)*** Tendre les bras en position verticale au-dessus de la tête. Ouvrir la main gauche, tourner la paume vers le bas. Avec le bout des doigts de la main droite, toucher la paume de la main gauche (de façon à former un « T »). De nuit, on peut utiliser des bâtons lumineux pour faire le « T » au-dessus de la tête.
26. 	***Déconnectez l'alimentation électrique (signal technique/de service)*** Bras tendus en position verticale au-dessus de la tête, main gauche ouverte, paume tournée vers le bas, bout des doigts de la main droite touchant la paume de la main gauche (formant un « T »), écarter la main droite de la main gauche. Ne pas faire déconnecter l'alimentation sans l'autorisation de l'équipage de conduite. De nuit, on peut utiliser des bâtons lumineux pour faire le « T ».

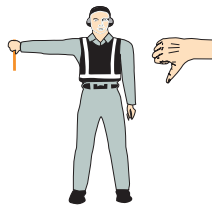
Signal	Description
27. 	***Négatif (signal technique/ de service)*** Tendre le bras droit à 90° par rapport au côté du corps et pointer le bâton vers le sol, ou montrer le poing, pouce tourné vers le bas, le bras gauche demeurant allongé le long du corps.
28. 	***Entrez en communication par l'interphone (signal technique/de service)*** Tendre les deux bras à l'horizontale de chaque côté du corps, puis les replier jusqu'à ce que les mains recouvrent les oreilles.
29. 	***Sortez/rentrez l'escalier avant/arrière (signal technique/de service)*** Bras droit le long du corps, bras gauche levé à 45° de façon que la main se trouve au-dessus de la tête, dans un mouvement de balayage, lever l'avant-bras droit pour le pointer vers l'épaule gauche. Note : Ce signal est essentiellement destiné aux aéronefs dont l'escalier intégré se trouve à l'avant.

Tableau 1.7 – Signaux adressés par le pilote d'un aéronef à un signaleur

Signification du signal	Description du signal
Freins serrés	Lever le bras, les doigts allongés, horizontalement devant le visage, puis fermer la main.
Freins desserrés	Lever le bras, la main fermée, horizontalement, devant le visage, puis allonger les doigts.
Mettez les cales	Les bras étendus, les paumes vers l'avant, déplacer les mains vers l'intérieur de façon qu'elles se croisent devant le visage.
Enlevez les cales	Les mains croisées devant le visage, les paumes vers l'avant, déplacer les bras vers l'extérieur.
Prêt à démarrer le(s) moteur(s)	Lever le nombre de doigts d'une main qui correspond au numéro du moteur a démarrer.

2.0 Opérations de vol

2.1 Généralités

La présente section fournit des renseignements touchant différents sujets de l'aéronautique.

2.2 Atterrissages par vent de travers

Environ 10 % de tous les accidents survenus au Canada à des appareils légers sont attribués à l'erreur des pilotes qui n'ont pas compensé les conditions de vent de travers lors de l'atterrissage.

Les avions légers de fabrication américaine sont conçus de façon à résister à l'atterrissage à des vents de travers de 90˚ dont la vitesse ne dépasse pas 0.2 (20 %) de leur vitesse de décrochage.

Ceci étant connu, de même que la vitesse de décrochage d'un avion donné, on peut, à l'aide du graphique ci-après représentant les composantes des vents de travers, établir une « règle générale » applicable à la plupart des avions légers construits aux États-Unis. Le manuel de vol d'un avion peut indiquer un vent de travers plus élevé ou un vent de travers limite. Voir par exemple la Figure 2.1 et les Tableaux 2.1 et 2.2.

Figure 2.1 – Atterrissages par vents de travers

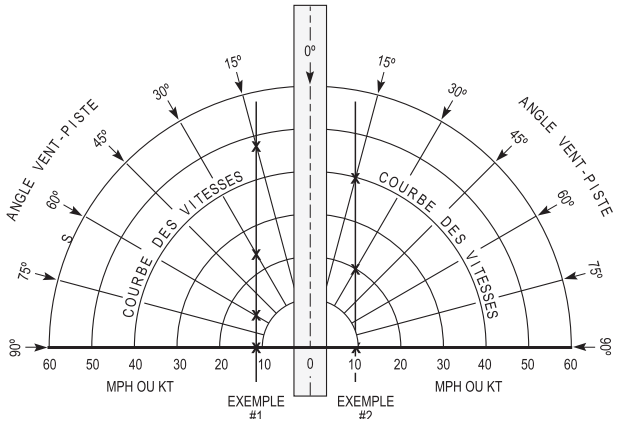


Tableau 2.1 – Aéronef ayant une vitesse de décrochage de 60 mi/h

ANGLE VENT-PISTE		VITESSE DE VENT ADMISSIBLE
90˚	(60 mi/h de vitesse de décrochage x 0.2)	12 mi/h
60˚	En utilisant le graphique des vents de travers	14 mi/h
30˚	En utilisant le graphique des vents de travers	24 mi/h
15˚	En utilisant le graphique des vents de travers	48 mi/h

Tableau 2.2 – Aéronef ayant une vitesse de décrochage de 50 kt

ANGLE VENT-PISTE		VITESSE DE VENT ADMISSIBLE
90˚	(50 kt de vitesse de décrochage x 0.2)	10 kt
60˚	En utilisant le graphique des vents de travers	12 kt
30˚	En utilisant le graphique des vents de travers	20 kt
15˚	En utilisant le graphique des vents de travers	40 kt

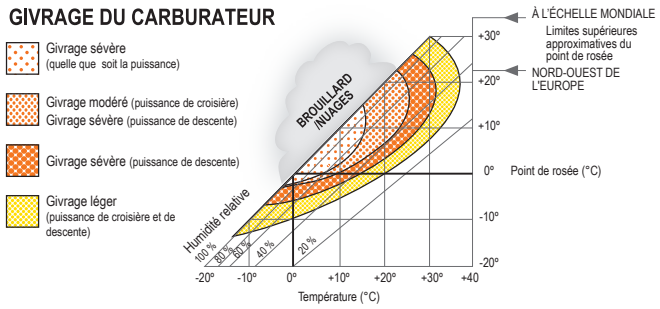
2.3 Givrage du carburateur

Le givrage du carburateur est une cause courante d'accidents d'aviation. Il est évident que les moteurs à injection ont très peu d'accidents dus au givrage du système d'admission d'air mais, autrement, aucune combinaison moteur et avion n'est favorisée. La plupart des accidents dus au givrage du carburateur sont causés par la formation de glace en croisière normale. Il est possible que ce fait provienne d'un relâchement de la vigilance du pilote qui pense moins au givrage aux régimes élevés que lors d'une descente à puissance réduite.

Dans la plupart des accidents où le givrage du carburateur est en cause, le pilote n'a pas bien compris le mécanisme de la formation du givre et ce qui se passe lorsqu'il met en marche le réchauffage du carburateur. Par ailleurs, il lui est difficile de comprendre les mesures correctives s'il ne connaît pas le processus de givrage du carburateur. On trouvera une description de ce processus dans la plupart des bons ouvrages aéronautiques de référence et tout mécanicien travaillant sur le type d'aéronef peut expliquer le système de réchauffage du carburateur. Les explications du mécanicien sont particulièrement utiles à cause des différences entre les divers appareils. Le pilote doit apprendre à accepter de voir son moteur tourner de façon irrégulière pendant une minute environ lorsque le réchauffeur fait fondre la glace dont les morceaux se détachent et passent dans le moteur.

Le graphique suivant décrit les différentes température et humidité relative qui peuvent produire le givrage du carburateur.

Figure 2.2 – Givrage du carburateur



NOTE :
Ce diagramme ne s'applique pas au MOGAS parce que celui-ci est plus volatil que les autres carburants; il est donc plus sujet au givrage de carburateur. Dans des cas extrêmes, du givre peut se former à une température extérieure pouvant atteindre jusqu'à 20 ˚C de plus qu'avec l'AVGAS.

2.4 Vol à basse altitude

ATTENTION ! — Voler intentionnellement à basse altitude est dangereux. Transports Canada avise les pilotes que voler à basse altitude, surtout pour éviter du mauvais temps, est une activité dangereuse.

Avant d'entreprendre tout vol à basse altitude, le pilote doit savoir quel est le but de l'exercice et quel est son cadre de légalité. Par conséquent, pour qu'un vol de ce genre se passe en toute sécurité, il est important que le pilote prenne connaissance du relief de la région survolée, des obstacles sur la trajectoire de vol, des conditions météorologiques, de la performance de l'aéronef et qu'il choisisse les cartes appropriées.

En temps normal, les objets à au moins 300 pi AGL (ou ceux moins hauts, mais considérés comme dangereux) figurent sur les cartes de navigation à vue. Cependant, étant donné que les travaux de construction ne font pas l'objet d'une surveillance étroite, il ne peut être garanti que toutes les structures sont connues. Qui plus est, un objet connu pourrait ne pas encore faire partie du cycle de modification de la carte. Un autre danger s'ajoute donc à la pratique du vol à basse altitude déjà considérée comme dangereuse.

Signalons en outre que même si les structures considérées comme susceptibles d'être dangereuses pour la navigation aérienne doivent être signalées, notamment par des feux stroboscopiques haute intensité pour toutes les structures d'une hauteur égale ou supérieure à 500 pi AGL, la majorité des collisions entre aéronefs et structures ont lieu à des altitudes inférieures à 300 pi AGL. (Voir AGA 6.0 — Balisage et éclairage des obstacles).

Un vol à faible altitude peut entraîner une situation contraignante où il pourrait être difficile d'effectuer une manœuvre d'évitement normale pour esquiver largement un obstacle. Dans de telles circonstances, des haubans allant jusqu'à 45 degrés par rapport à une tour sont importants. Dans certains incidents, l'aéronef a pu éviter la tour, mais a heurté le hauban.

2.4.1 Oiseaux et animaux sauvages vulnérables

Les oiseaux volent habituellement à une altitude relativement basse; la plupart d'entre eux volent à une altitude inférieure à 500 pi. Toutefois, pendant la migration, les oiseaux peuvent voler à des altitudes allant de 2 500 à 3 000 pi. Certains montent même à une altitude de 20 000 pi. Bien que les décollages et les atterrissages soient considérés comme produisant le plus haut taux d'impacts fauniques et de dommages, les aéronefs en route signalent aussi des dommages causés par des impacts d'oiseaux. La vitesse d'un aéronef a une incidence sur l'étendue des dommages que peut causer un oiseau. Lorsque possible, il est recommandé, pour atténuer le risque d'impacts, de ne pas voler à de basses altitudes.

À l'inverse, un vol à basse altitude peut représenter un danger pour les animaux sauvages et les animaux de ferme. Se reporter à la sous- section 5.6, et tout particulièrement aux paragraphes 5.6.5 Élevage de volailles et d'animaux à fourrure et 5.6.6 Protection de la faune de la Partie En route (ENR) de l'*AIP Canada*.

2.4.2 Aéronefs télépilotés (ATP)

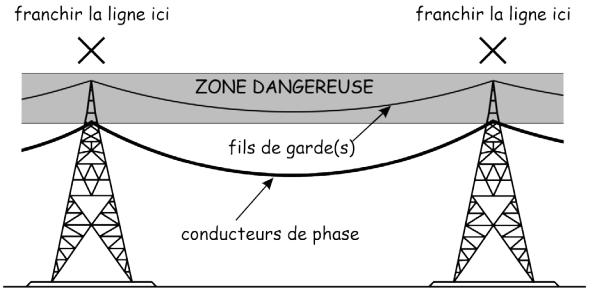
Les pilotes doivent savoir que les ATP représentent un nouveau danger à basse altitude. En raison de leur petite taille et de l'absence de contraste avec l'arrière-plan, les ATP sont difficiles à voir de loin bien qu'il soit nécessaire de les repérer pour éviter une collision. Plusieurs collisions avec d'autres aéronefs sont survenues malgré l'exigence obligeant le pilote de l'ATP de céder le passage aux aéronefs conventionnels, qui évoluent habituellement à une vitesse beaucoup plus grande. Parce qu'ils volent à basse altitude, les ATP sont exposés aux mêmes dangers indiqués ici, d'autant plus avec l'introduction des opérations au-delà de la visibilité directe (BVLOS) notamment dans l'inspection des lignes de transport d'énergie et des pipelines. Les ATP sont toutefois confrontés à un danger additionnel, celui des objets (comme les immeubles) pouvant entraîner la perte du contact visuel ou l'interruption d'une liaison radio. Se reporter au paragraphe 3.2.11.2. du chapitre ATP.

2.4.3 Voler près des lignes haute tension

Les collisions avec câbles sont à l'origine d'un nombre important d'accidents de vol à basse altitude. Plusieurs d'entre elles surviennent au-dessus de terrains plats, à très basse altitude et dans des conditions météorologiques favorables.

Les installations des lignes haute tension sont faciles à voir, lorsqu'ils volent dans leur voisinage, les pilotes doivent prendre le temps de distinguer qu'elles sont vraiment là, puis adopter les mesures de sécurité qui s'imposent. Il ne faut pas oublier que l'œil humain a des limites; si le paysage en arrière-plan ne fournit pas suffisamment de contraste, alors les pilotes ne verront pas un fil ou un câble. Bien que les structures hydroélectriques soient grandes et généralement assez visibles, certains de leurs câbles sont de véritables dangers cachés.

Figure 2.3 – Voler près des lignes haute tension



La figure ci-dessus illustre bien ce point. L'ensemble de conducteurs de phase porteurs de courant se compose de plusieurs gros câbles. Ces conducteurs de phase lourds qui pendent ont un diamètre d'environ 2 po et sont très visibles. Ils distraient souvent les pilotes qui, alors, ne voient pas les fils parafoudre ou les fils de garde supérieurs, lesquels sont d'un diamètre beaucoup plus petit et pourraient ne pas être visibles.

Les fils de garde ne pendent pas comme les conducteurs de phase et sont difficiles à repérer, même si la visibilité est bonne. La seule façon de voler en toute sécurité consiste à éviter la zone où se trouvent les câbles et de **toujours franchir une ligne au niveau d'un pylône** en conservant le plus de distance possible par rapport à celui-ci ainsi qu'une altitude sécuritaire.

a) Lorsque vous suivez des lignes haute tension, demeurez du côté droit de la direction de votre vol et surveillez les autres câbles transversaux et les haubans. À noter que parfois il n'est possible de voler en sécurité que d'un côté des lignes haute tension (en raison des arbres, des obstacles, du relief ascendant, etc.).

b) Attendez-vous à du brouillage radio et à du brouillage électrique dans le voisinage des lignes haute tension.

c) Pour un vol à basse altitude, il faut d'abord survoler la zone et vérifier la carte.

d) Gardez-vous une « porte de sortie » et franchissez la ligne à 45 degrés.

e) Réduisez la vitesse si la visibilité est mauvaise.

2.4.4 Caténaires des lignes de transport d'énergie

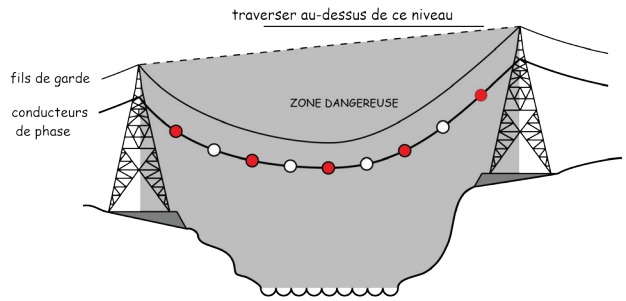
Les caténaires des lignes de transport d'énergie présentent un danger particulier pour les aéronefs à basse altitude.

Contrairement aux lignes d'alimentation électrique dont la tension est généralement basse et qui longent habituellement les routes, les lignes de transport d'énergie ont habituellement une tension élevée (de plus de 69 kV) et sont acheminées à travers les zones rurales à partir d'une source énergétique vers un centre d'alimentation éloigné. Ces lignes de transport d'énergie croisent d'importantes voies d'accès, des rivières, des vallées et des détroits; les fils peuvent ou non être balisés en fonction de la hauteur et des conditions locales de circulation aérienne. Les pilotes qui volent à basse altitude doivent se familiariser avec ces croisements et faire preuve d'une très grande prudence.

Là où il y a des balises, celles-ci se trouvent habituellement sur la ligne la plus haute, c'est-à-dire sur le fil de garde (paratonnerre). Cependant, pour des raisons de conception, les balises peuvent se trouver sur un fil inférieur (conducteur de phase). Les balises ne visent pas à indiquer la hauteur des caténaires, mais bien la présence d'un obstacle, comme l'illustre la figure 2.4 ci-dessous.

Comme dans le cas d'un vol à proximité de lignes électriques (2.4.1), le pilote devrait toujours **voler à une altitude supérieure à celle des structures portantes.**

Figure 2.4 — Survoler les caténaires

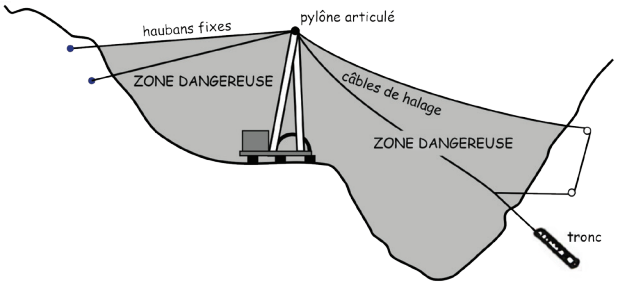


2.4.5 Exploitation forestière

En exploitation forestière, on fait grand usage de matériels qui risquent de présenter des dangers pour les opérations aériennes (pylônes articulés, appareils de débardage à pince et ponts roulants sur câble aérien).

Lorsque des pylônes articulés ou des appareils de débardage à pince sont utilisés, des haubans fixes et des câbles de halage y sont accrochés de part et d'autre. Ces haubans peuvent surplomber de petites vallées ou être ancrés aux flancs des collines voisines. En général, bien que ces pylônes ne dépassent pas les 130 pi AGL et qu'ils soient peints d'une couleur visible, les haubans et les câbles peuvent être difficiles à repérer. Ce genre de matériel se trouve à proximité des chemins d'exploitation forestière.

Figure 2.5 — Pylône articulé



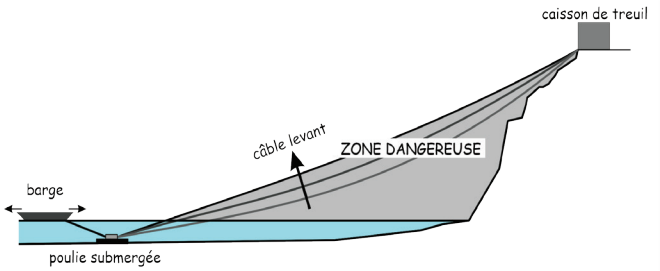
Les ponts roulants sur câble aérien, par contre, ne comportent qu'un seul câble ancré au sommet et à la base d'une longue pente et sont supportés à plusieurs endroits par des pylônes. Ce câble suit normalement le relief de la pente, à 100 pi AGL environ, mais il peut également enjamber des couloirs et des ravins à des hauteurs supérieures à 100 pi AGL. Les câbles aériens sont pratiquement invisibles depuis un aéronef. Ils se retrouvent à proximité de chantiers forestiers en exploitation ou récemment fermés et là où il y a peu ou pas de chemins forestiers bien tracés.

Les pilotes qui volent à proximité de zones d'exploitation forestière à une altitude inférieure à 300 pi AGL doivent savoir que ce type de matériel forestier existe et qu'il pourrait ne pas être pourvu de marques de peintures de balisage normalisées.

2.4.6 Système d'énergie hydrocinétique

Il en est de même pour les systèmes d'énergie hydrocinétique qui produisent de l'énergie à l'aide d'une barge déplacée par les marées montante et descendante. Le câble est acheminé vers un caisson de treuil situé sur la rive de l'estuaire en passant par des poulies submergées. À mesure que la barge est tirée par les marées, le câble se tend et se lève de l'escarpement, comme à la figure 2.6. Seul le caisson de treuil peut être balisé. Les pilotes doivent voler avec prudence dans les régions où il peut y avoir ce type de système d'énergie.

Figure 2.6 — Système d'énergie hydrocinétique



2.4.7 Parcs d'éoliennes avec système de gradateurs

Certains parcs d'éoliennes sont pourvus d'un système de gradateurs permettant de modifier le débit lumineux des éoliennes en fonction de la visibilité mesurée. Cela permet de régler les plaintes de résidents avoisinants concernant l'éblouissement que causent les balises lumineuses de la nacelle. Le débit lumineux est inversement proportionnel à la visibilité. Le parc d'éoliennes comprend de nombreux capteurs de visibilité montés sur certaines éoliennes afin que la réduction de l'intensité lumineuse dépende de plus d'un capteur. Le débit lumineux est déterminé en fonction des données indiquant la visibilité la moins bonne parmi tous les capteurs de visibilité.

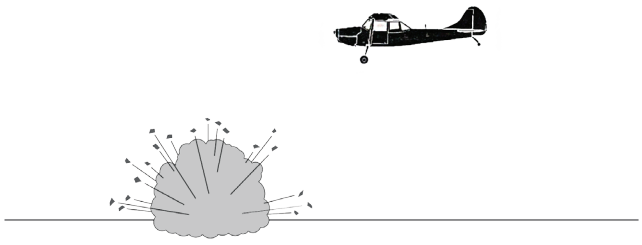
Les pilotes doivent garder à l'esprit que, dans de rares situations, les conditions météorologiques dans lesquelles ils volent pourraient ne pas encore correspondre à celles du parc d'éoliennes où se trouvent les capteurs. Les capteurs du parc d'éoliennes pourraient donc indiquer un niveau de visibilité supérieur à celui du pilote. Si tel est le cas, la réduction de l'intensité lumineuse au parc d'éoliennes devrait être suffisante pour permettre au pilote de déterminer la distance d'évitement lorsqu'il vole selon les minimums de nuit de 3 milles terrestres (SM). Toutefois, choisir de voler dans des conditions de visibilité bien inférieures au minimum peut faire que la distance d'acquisition visuelle disponible ne soit pas adéquate.

Par conséquent, les pilotes devraient éviter de voler dans des conditions de visibilité réduite là où peuvent se trouver des parcs d'éoliennes.

2.4.8 Activités d'exploitation à l'explosif

Les activités d'exploitation à l'explosif, comme celles qui sont associées à l'industrie forestière, à l'exploitation minière et aux activités de construction, sont une autre source de préoccupation pour les vols à basse altitude. La trajectoire des débris varie selon le type d'explosifs utilisés, la matière dégagée et toute couverture des arbres, s'il en existe. Ce genre d'activités peut ne pas faire l'objet d'un NOTAM.

Figure 2.7 Activités d'exploitation à explosif



2.5 Opérations par temps de pluie

Une illusion optique peut se produire au cours des vols par temps de pluie. La pluie sur le pare-brise, en plus de diminuer considérablement la visibilité, donne lieu à un phénomène de réfraction. Cette illusion est attribuable à deux causes. Tout d'abord, par suite de la diminution de la transparence du pare-brise lorsqu'il est couvert de pluie, l'œil voit l'horizon au-dessous de sa position réelle (à cause de la réaction de l'œil à la différence de clarté qui existe entre la partie claire supérieure et la partie sombre inférieure). En outre, la forme et les motifs qu'affectent les rides formées par la pluie sur le pare-brise, surtout dans le cas d'un pare-brise incliné, font paraître les objets plus bas qu'ils ne sont en réalité. L'illusion d'optique peut être produite par l'une ou l'autre de ces deux causes, ou par les deux à la fois; dans ce dernier cas, où elle est évidemment plus grande, l'erreur est de l'ordre d'environ 5° d'angle. C'est ainsi que le sommet d'une colline ou d'une montagne se trouvant à 1/2 NM en avant d'un aéronef peut sembler être à 260 pieds plus bas (230 pieds à 1/2 SM) qu'il ne l'est en réalité.

Les pilotes devraient donc tenir compte de ce danger supplémentaire lorsqu'ils volent dans des conditions de mauvaise visibilité par temps de pluie; ils devraient alors maintenir une altitude suffisante et prendre les autres mesures de précaution qui s'imposent, par suite de cette erreur, pour conserver une marge de sécurité convenable au-dessus du terrain tant au cours de vol « en route » qu'au cours de l'approche finale précédant l'atterrissage.

2.6 Opérations dans des cendres volcaniques

Les vols dans des cendres volcaniques sont dangereux. L'expérience a montré que les surfaces, les pare-brise et les groupes propulseurs des aéronefs peuvent être endommagés. Les systèmes de chauffage et de ventilation, de même que les systèmes hydrauliques et électroniques des aéronefs, peuvent également être pollués. Les pannes de groupes propulseurs sont une conséquence commune du vol dans des cendres volcaniques, les moteurs à turbine étant particulièrement sensibles à ce genre de panne. Il s'est déjà produit une perte de puissance simultanée de tous les moteurs. En outre, les cendres volcaniques sont normalement très lourdes. Des cendres se sont déjà accumulées sur les ailes et l'empennage, ce qui a produit des effets nuisibles sur la masse et le centrage de l'aéronef.

La surveillance ATS aéronautique n'est d'aucune efficacité dans la détection des nuages de cendres volcaniques. Il n'existe aucune donnée fiable concernant les concentrations de cendres volcaniques qui pourraît être, de façon minimale, acceptable pour le vol. Des données récentes laissent penser que les « vieilles » cendres volcaniques représentent toujours un danger considérable pour la sécurité des vols. On avise les pilotes que les cendres provenant d'éruptions volcaniques peuvent rapidement atteindre des altitudes dépassant le FL 600 et être emportées avec le vent sur des distances considérables. Des passages dans des cendres qui ont influé sur les performances d'aéronefs se sont produits à 2 400 NM de la source de ces cendres et jusqu'à 72 heures après une éruption.

Par conséquent : si un pilote voit un nuage de cendres, il doit éviter de pénétrer dans ce nuage.

Le risque de pénétrer dans des cendres dans des conditions météorologiques de vol aux instruments ou la nuit est particulièrement dangereux en raison de l'absence d'un avertissement visuel net.

Par conséquent : si les PIREP, les SIGMET (voir partie 6.0 du chapitre MET), les NOTAM (voir partie 3.0 du chapitre MAP) et l'analyse de l'imagerie par satellite ou les prévisions concernant les trajectoires des nuages de cendres, ou les deux, indiquent que des cendres pourraient être présentes à l'intérieur d'un espace aérien donné, cet espace aérien doit être évité jusqu'à ce qu'il ait été établi que l'on peut y entrer en toute sécurité.

Le feu Saint-Elme est habituellement un signe indicateur d'une rencontre de nuages de cendres la nuit, bien que le début rapide de problèmes de moteur peut en être la première indication. Les pilotes doivent sortir promptement du nuage en suivant toutes les instructions relatives aux moteurs qui se trouvent dans le manuel de vol de l'aéronef et qui traitent du problème.

Les pilotes doivent être conscients qu'ils peuvent constituer la première ligne de détection des éruptions volcaniques dans les zones plus éloignées. Dans la phase initiale de toute éruption, il peut n'y avoir pratiquement pas de données permettant d'aviser les pilotes du nouveau risque de présence de cendres. Si on constate une éruption ou un nuage de cendres, il faut déposer un PIREP de toute urgence (voir sous-partie 2.5 et l'article 2.1.1 du chapitre MET) auprès de l'unité ATS la plus proche.

2.7 Opérations près des orages

2.7.1 Généralités

Les orages peuvent présenter tous les dangers météorologiques connus à l'aviation. Parmi ceux-ci il faut citer les tornades, la turbulence, les lignes de grains, les micro-rafales, les courants ascendants et descendants violents, le givrage, la grêle, les éclairs, les parasites atmosphériques, les fortes précipitations, les plafonds bas et les faibles visibilités.

À toutes fins pratiques, il n'existe aucune corrélation entre l'apparence extérieure d'un orage et l'intensité de la turbulence ou les chutes de grêle dont il est le siège. Un nuage d'orage visible n'est qu'une partie d'un système de turbulence dont les courants ascendants et descendants se manifestent souvent bien au-delà de la cellule visible. Il faut encore s'attendre à de fortes turbulences dans un rayon de 20 NM d'un fort cumulonimbus.

Les radars au sol et de bord détectent généralement les zones de précipitation. La fréquence et l'intensité de la turbulence associée aux zones à forte humidité amplifient les échos radar. Aucune trajectoire de vol ne peut être considérée comme exempte de forte turbulence, si elle traverse une zone où l'espacement entre les échos radar forts ou très forts est égal ou inférieur à 40 NM.

Il est dangereux de sous estimer la turbulence au-dessous d'un orage, surtout lorsque l'humidité relative est basse. Vous pouvez ne rien ressentir de particulier avant de faire brutalement face à de forts courants rabattants et de la turbulence violente.

La probabilité de foudroiement d'aéronef en vol est la plus grande aux altitudes où les températures varient de -5 ˚C à 5 ˚C. La foudre peut aussi frapper un aéronef en vol hors des nuages mais à proximité d'un orage. La foudre peut trouer le revêtement de l'aéronef, endommager les équipements électroniques, causer des pannes de moteur et induire des erreurs permanentes aux compas magnétiques.

Ingestion d'eau par les moteurs

Les orages peuvent contenir des zones à forte concentration d'eau lorsque la vitesse des courants ascendants approche ou dépasse la vitesse de chute des gouttes d'eau. Cette masse d'eau peut s'avérer supérieure à la capacité maximale acceptable par la turbine. Les orages violents peuvent donc contenir des zones où la concentration d'eau risque d'entraîner une extinction du réacteur ou endommager sérieusement un ou plusieurs des moteurs. Il faut aussi remarquer que la foudre peut causer le décrochage des compresseurs ou l'extinction des réacteurs.

PIREP

Un PIREP émis à temps peut permettre, à vous et à d'autres, de prendre plus tôt la bonne décision.

2.7.2 Considérations

Avant tout, il faut prendre tous les orages au sérieux, même si les observations radar signalent que les échos sont de faible intensité. Le mieux est d'éviter les orages. Souvenez-vous que les éclairs fréquents et très brillants sont l'indice d'une activité orageuse intense et que les orages dont l'enclume culmine à 35 000 pieds ou plus sont très violents. Voici quelques conseils utiles :

a) Ne pas atterrir ou décoller lorsqu'un orage menace. Un coup de vent brusque ou une turbulence à basse altitude pourrait vous faire perdre la maîtrise de l'appareil.

b) Ne pas voler sous un orage même si la visibilité y reste suffisante. La turbulence sous un orage peut avoir des effets désastreux.

c) Éviter les endroits où les orages couvrent déjà 5/8 du secteur.

d) Ne pas voler sans radar de bord à travers une masse nuageuse cachant des cellules orageuses éparses.

e) Se tenir à 20 NM au moins d'un orage manifestement violent ou signalé par un fort écho radar surtout si vous vous trouvez sous l'enclume d'un gros cumulonimbus.

f) Survoler tout orage observé ou suspecté d'au moins 1 000 pieds d'altitude pour chaque tranche de 10 kt de vent à son sommet.

Si vous ne pouvez éviter un orage, considérez ceci :

a) Attacher votre ceinture et harnais de sécurité et arrimer les objets mobiles.

b) Prendre et tenir un cap pour traverser la zone orageuse par le plus court.

c) Éviter le givrage critique en abordant l'orage à une altitude en dessous du niveau de congélation ou la température est inférieure à -15 ˚C.

d) Mettre en marche le chauffage du tube de Pitot et du carburateur ou de l'entrée d'air. Le givrage peut être rapide à toute altitude et entraîner une panne quasi instantanée du moteur ou de l'indicateur de vitesse.

e) Prendre le régime de pénétration des turbulences recommandé dans le manuel de l'aéronef, afin de réduire les contraintes structurales.

f) Éclairer la cabine au maximum pour diminuer le risque d'aveuglement temporaire en cas d'éclairs.

g) Si le pilote automatique est enclenché, libérer les commandes de maintien d'altitude et de vitesse qui multiplieraient les réactions de l'aéronef et, par conséquent, les contraintes structurales.

h) Faire, de temps en temps, basculer l'antenne radar vers le haut et vers le bas, ce qui pourrait vous permettre de détecter de la grêle ou une cellule orageuse en cours de développement.

Si vous pénétrez un orage :

a) Surveiller les instruments sans relâche. Éviter de regarder à l'extérieur pour prévenir l'aveuglement temporaire par les éclairs.

b) Conserver le régime du moteur, c'est à dire la vitesse pour la pénétration des turbulences.

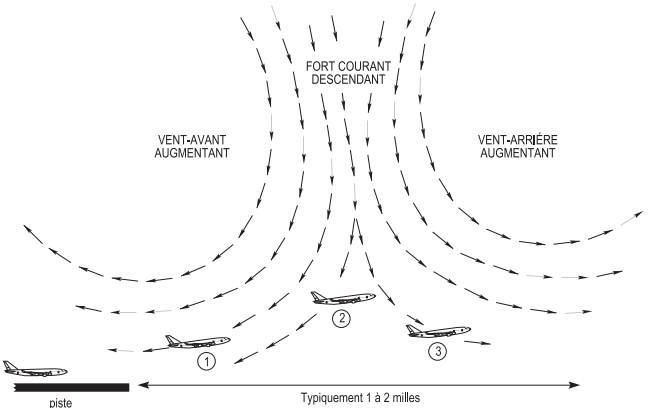
c) Ne pas maintenir une altitude fixe; laisser l'aéronef « épouser les courants ». Les manœuvres de correction d'altitude accroissent les contraintes structurales. Signaler l'impossibilité de maintenir une altitude constante à l'ATC le plus tôt possible.

d) Ne pas faire demi-tour dans un orage. Dans l'orage maintenez votre cap, cela vous permettra de le traverser plus rapidement que si vous faites un virage. En outre, les virages augmentent les contraintes structurales de l'appareil.

2.8 Cisaillement du vent (WS) à basse altitude

Des études météorologiques récentes ont confirmé l'existence des « microrafales ». Ces phénomènes sont des courants descendants à petite échelle, très violents, qui lorsqu'ils atteignent le sol se répandent en s'éloignant du centre du courant. Ces courants causent un cisaillement du vent dans le plan vertical comme dans le plan horizontal ce qui est extrêmement dangereux pour tous les types et catégories d'aéronefs.

Figure 2.8 – Cisaillement du vent à basse altitude



Pour un aéronef entre le sol et 1 000 pieds AGL, le cisaillement du vent peut s'avérer extrêmement dangereux surtout en approche et au décollage. L'aéronef peut rencontrer successivement, un vent de face (augmentation des performances) (1), puis des courants descendants (2) et un vent arrière (3) (diminution des performances).

Les pilotes devraient tenir compte des PIREP, car ces renseignements peuvent être le seul avertissement de la présence du cisaillement. Ils pourront alors prendre les mesures qui s'imposent.

Parmi les différentes caractéristiques des micro-rafales, il faut citer :

a) *Importance* - Diamètre de 1 NM environ à 2 000 pieds AGL et au sol elles s'étendent sur 2 à 2 1/2 NM environ.

b) *Intensité* - La vitesse du vent vertical peut atteindre 6 000 pieds par minute. Au sol elle peut atteindre 45 kt (par exemple : un cisaillement de 90 kt).

c) *Types* - Lorsque la masse d'air est très humide, les micro-rafales sont généralement accompagnées de fortes chutes de pluies. Si la masse d'air est plus sèche, les gouttes d'eau peuvent s'évaporer avant d'atteindre le sol, c'est ce qu'on appelle des VIRGA.

d) *Durée* - La vie d'une micro-rafale, du courant descendant initial à sa dissipation, est rarement supérieure à 15 minutes, les vents les plus violents ne durent pas plus de 2 à 4 minutes. Les micro-rafales sont parfois concentrées en une ligne, leur activité peut alors atteindre une heure. Lorsque la micro-rafale est déclenchée, il faut s'attendre à en rencontrer d'autres, car il n'est pas rare que d'autres se produisent dans la même région.

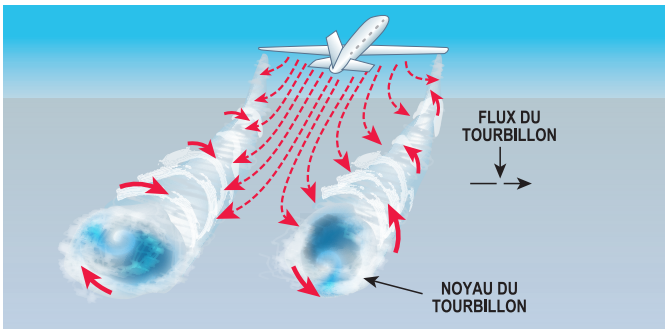
La meilleure défense contre le cisaillement du vent (WS) est de l'éviter, car il peut facilement dépasser votre capacité ou les possibilités de votre aéronef. Néanmoins, si vous vous rendez compte que vous êtes dans une zone de WS, il vous faut réagir rapidement. Tous les aéronefs devront probablement utiliser la puissance maximale et l'assiette longitudinale correspondant à l'angle d'attaque maximum pour en sortir. Les aéronefs munis d'un système de détection et d'avertissement de cisaillement du vent peuvent fournir aux pilotes des indications sur la façon de sortir d'un WS, alors que ceux munis d'un système prédictif de cisaillement du vent (PWS) peuvent leur permettre de l'éviter (voir la sous-partie 2.3 du chapitre MET). Pour de plus amples informations sur le WS, consultez le *Manuel de météorologie du Commandement aérien* (TP 9352F).

Si vous entrez dans une zone de WS, avisez les services de la circulation aérienne (ATS) (voir la sous-partie 6.1 du chapitre RAC) et avertissez les autres en transmettant le plus tôt possible un compte rendu météorologique de pilote (PIREP) à la station au sol la plus proche.

2.9 Turbulence de sillage

La turbulence de sillage qui est provoquée par les tourbillons d'extrémités d'ailes est un dérivé de la portance. La haute pression qui règne sous l'intrados se déplace vers la région de basse pression de l'extrados, tournant autour de l'extrémité de l'aile. Ce mouvement tourbillonnaire de l'air est très prononcé aux extrémités des ailes; il suit l'extrados et quitte le profil sous forme de spirale inclinée vers le bas et l'arrière. La turbulence est donc composée de deux tourbillons cylindriques contrarotatifs.

Figure 2.9 – Turbulence de sillage



Force des tourbillons

La force des tourbillons est déterminée par la forme de la voilure, la masse et la vitesse de l'aéronef, le facteur le plus important étant la masse. Les tourbillons les plus forts se produisent dans des conditions de masse élevée, de configuration lisse et de faible vitesse. Les mesures de la force montrent que celle-ci ne diminue que légèrement en altitude dans les 2 minutes qui suivent le début de la formation du tourbillon. Passé 2 minutes, la dissipation se produit avec une rapidité variable le long de la trajectoire des tourbillons, dans l'un d'eux d'abord, puis dans l'autre. La dissipation des tourbillons est influencée par la turbulence atmosphérique et est d'autant plus rapide que la turbulence est plus forte.

Roulis induit

Les aéronefs qui volent directement dans le centre de tourbillons tendront à subir un mouvement de roulis. La possibilité de contrer l'effet de roulis dépend de l'envergure et de l'efficacité des gouvernes de l'aéronef. Si l'envergure et les ailerons d'un aéronef de grande taille s'étendent au-delà des limites latérales des tourbillons, la correction aux commandes est habituellement efficace, et l'effet de roulis induit peut être minimisé. Les pilotes d'aéronefs de faible envergure devront se tenir sur leurs gardes dans une situation de ce genre, même s'ils se trouvent aux commandes d'aéronefs à hautes performances.

Tourbillons causés par les pales de rotor

Dans le cas d'un hélicoptère, les pales du rotor donnent naissance à des tourbillons similaires. Toutefois, les difficultés ainsi créées peuvent être plus grandes que dans le cas d'un aéronef à voilure fixe, car les hélicoptères volant à des vitesses moindres que les aéronefs à voilure fixe produisent des sillages d'une plus grande intensité.

Les hélicoptères produisent deux tourbillons de sillage à grande vitesse similaires aux tourbillons d'extrémité d'aile des gros aéronefs à voilure fixe; plus l'hélicoptère est gros, plus la turbulence de sillage est intense. Ces tourbillons n'affectent pas seulement l'air derrière un hélicoptère, mais ils peuvent aussi s'étendre sur une grande zone et dériver avec le vent. Les pilotes de petits aéronefs doivent être prudents et ajuster leur trajectoire lorsqu'ils évoluent ou passent derrière l'hélicoptère. Les pilotes d'hélicoptères doivent être conscients que les turbulences de sillage peuvent être fatales pour les aéronefs légers à proximité et qui se trouvent légèrement en dessous de la trajectoire de vol. Les pilotes d'hélicoptères doivent adapter leur trajectoire si la turbulence de sillage peut atteindre un autre aéronef.

Évitement des tourbillons

Il est recommandé d'éviter les zones au-dessous et derrière les autres aéronefs, spécialement à basse altitude où même une petite turbulence de sillage peut être désastreuse.

2.9.1 Caractéristiques des tourbillons

Généralités

Les tourbillons ont des caractéristiques qui, si on les connaît, permettent d'en localiser la position, donc de les éviter. La formation des tourbillons commence dès le cabrage (décollage de la roue avant) et leur violence atteint son maximum dans la partie de l'espace aérien qui se trouve immédiatement en aval du point de cabrage. Les tourbillons finissent lorsque la roue avant de l'avion à l'atterrissage touche la piste.

À cause du vent et des effets de sol, les tourbillons formés à moins de 200 pieds AGL peuvent descendre latéralement et sont capables de regagner leur position d'origine. À moins de 100 pieds AGL les tourbillons tendent à se séparer et leur dissipation est beaucoup plus rapide que dans le cas de tourbillons formés à plus haute altitude. La vitesse d'enfoncement des tourbillons et leur stabilisation verticale montrent que lorsque l'aéronef qui les produit vole en palier, la turbulence de sillage résultant de son passage a peu d'effet sur le comportement d'un aéronef qui le suit avec un espacement vertical de 1 000 pieds. Les pilotes doivent voler au niveau de la trajectoire d'un gros avion à réaction, ou au-dessus et se tenir à l'écart du secteur situé à l'arrière et en dessous de l'aéronef qui engendre les tourbillons. Dès leur formation, les tourbillons se mettent à descendre à une vitesse verticale de 400 à 500 pieds par minute s'il s'agit d'un gros aéronef, à une vitesse moindre s'il s'agit d'un appareil plus petit, mais, de toute façon, ne descendent pas de plus de l 000 pieds au total en deux minutes.

Les tourbillons tendent à se déplacer latéralement vers l'extérieur à une vitesse d'environ 5 kt. Une composante traversière du vent provoquera l'accélération du déplacement latéral du tourbillon situé sous le vent et un ralentissement de celui du tourbillon situé au vent. Un vent léger de 3 à 7 kt peut être suffisant pour maintenir un tourbillon au vent sur la zone de poser pour une période relativement longue ou chasser le tourbillon sous le vent vers une autre piste. De façon analogue, un vent arrière peut pousser les tourbillons résultant du passage de l'aéronef précédent dans la zone de poser.

Le centre d'un tourbillon peut produire un taux de roulis de 80˚/s, ou soit de deux fois la capacité de certains aéronefs légers et un courant descendant de 1 500 pieds/minute ce qui excède le taux de montée de plusieurs aéronefs légers.

Les pilotes devraient être particulièrement vigilants lorsque le vent est calme ou faible, car les tourbillons peuvent :

a) rester sur la zone d'atterrissage;

b) provenir d'aéronefs évoluant sur les pistes voisines;

c) descendre sur les trajectoires de décollage et d'atterrissage après avoir été créés sur des pistes transversales;

d) descendre sur les circuits de piste après avoir été créés sur d'autres pistes; et

e) descendre sur les trajectoires des aéronefs VFR à 500 pieds AGL ou moins.

2.9.2 Considérations

Au sol

Attendre quelques minutes avant de demander l'autorisation de traverser la piste en service après le passage d'un gros porteur qui vient de se poser ou de décoller.

S'attendre à de la turbulence de sillage lorsqu'on est en attente près de la piste en service.

Décollage

Lorsque vous êtes autorisé à décoller après le décollage d'un gros porteur, prévoyez de décoller avant le point de cabrage de l'avion qui vous précède, restez au-dessus de sa trajectoire ou demandez l'autorisation de virer pour vous éloigner de sa trajectoire de décollage.

Lorsque vous êtes autorisé à décoller après l'atterrissage d'un gros porteur, prévoyez d'être en vol après le point de poser de cet aéronef.

En vol VFR

Évitez de vous trouver plus bas et en arrière d'un gros porteur. Si vous constatez que vous suivez la même route (rencontre ou rattrapage), déplacez-vous latéralement, de préférence vers le vent.

Atterrissage

Lorsque vous êtes autorisé à atterrir après le décollage d'un aéronef, prévoyez votre poser des roues avant le point de cabrage de l'aéronef décollant.

Lorsque vous suivez un gros porteur à l'atterrissage sur la même piste, restez en finale sur la même trajectoire que lui ou plus haut, notez son point de poser et posez-vous au-delà de ce point, si vous pouvez le faire en toute sécurité.

Lorsque vous êtes autorisé à atterrir sur la même piste derrière un gros porteur qui effectue une approche avec remise des gaz ou une approche interrompue, attention aux tourbillons qui peuvent se trouver entre la trajectoire de vol de cet aéronef et le sol.

Lorsque vous vous posez après l'atterrissage d'un gros porteur sur une piste parallèle distante de moins de 2 500 pieds, soyez vigilant, car les tourbillons peuvent s'être déplacés sur votre piste. Restez au même niveau ou au-dessus de la trajectoire d'approche finale de l'autre aéronef, notez son point de poser et posez-vous au-delà si vous pouvez le faire en toute sécurité.

Lorsque vous vous posez après le décollage d'un gros porteur sur une piste transversale, notez son point de cabrage. Si ce point est au-delà de l'intersection des pistes, continuez votre approche et posez-vous avant l'intersection. Si son point de cabrage est avant l'intersection, évitez de passer sous sa trajectoire. Interrompez votre approche à moins d'être sûr de vous poser avant l'intersection des pistes.

L'ATC utilise les termes « *ATTENTION - TURBULENCE DE SILLAGE* » pour avertir les pilotes de la présence des tourbillons. Il est de la responsabilité des pilotes de prendre les mesures nécessaires pour les éviter.

Les contrôleurs de la circulation aérienne appliquent des minimums d'espacement entre les aéronefs. RAC 4.1.1 décrit les procédures permettant de réduire les dangers de la turbulence de sillage.

Les aéronefs qui effectuent une approche finale IFR devraient rester sur l'alignement de descente, car l'espacement qui leur est fourni devrait leur assurer une marge suffisante pour éviter la turbulence de sillage. Les aéronefs en VFR à l'arrivée devraient essayer de se poser au-delà du point de poser du gros porteur qui les précède et rester au-dessus de sa trajectoire de vol. S'il est nécessaire d'augmenter la distance qui sépare les aéronefs à l'arrivée, ils devraient éviter de trop réduire leur vitesse et de faire une approche finale trop basse. Les pilotes devraient appliquer la puissance requise pour maintenir leur altitude jusqu'à ce qu'ils atteignent la trajectoire normale de descente. C'est dans le dernier demi-mille que le plus grand nombre de turbulences de sillage est signalé.

Surveillez de près les gros porteurs qui évoluent dans votre voisinage, surtout s'ils sont au vent de votre piste. Si vous recevez l'autorisation de décoller de l'intersection des pistes ou si des pistes parallèles ou transversales sont simultanément en service, évitez les caps qui vous feront passer plus bas et derrière un gros porteur.

NOTES :

1. Si vous ne pouvez appliquer aucune de ces procédures et que vous n'avez pas encore décollé, ATTENDEZ! (2 minutes suffisent en général). Si vous êtes en approche, remettez les gaz et représentez-vous!
2. Voir AIR 1.7 pour le danger associé au souffle des réacteurs et des hélices.

2.10 Turbulence en air clair

Ces simples règles peuvent vous permettre d'éviter la turbulence en air limpide (CAT). Elles sont applicables aux courants-jets venant de l'ouest. Le *Manuel de météorologie du Commandement aérien* (TP 9352F) qui peut être obtenu de Transports Canada, traite plus profondément de ce sujet.

Les courants-jets de plus de 110 kt (dans l'axe) peuvent avoir près d'eux des zones de forte turbulence dans la tropopause en pente au-dessus de l'axe, dans le front du courant-jet au-dessous de l'axe et sur le côté basse pression de l'axe.

Le cisaillement du vent et la CAT qui l'accompagne, dans les courants-jets, sont plus intenses au-dessus et sous le vent des chaînes de montagnes. On devrait donc s'attendre à de la turbulence en air limpide chaque fois que la trajectoire de vol traverse un puissant courant-jet dans le voisinage d'une région montagneuse.

Sur les cartes de surfaces isobares standard, telles que celles de 250 mb, si les isotaques de 30 kt sont à moins de 90 NM les unes des autres, il y a suffisamment de cisaillement horizontal pour que se produise de la CAT. Normalement, cette zone est située du côté polaire (côté basse pression) de l'axe du courant-jet, mais dans des cas exceptionnels elle peut se trouver du côté équatorial.

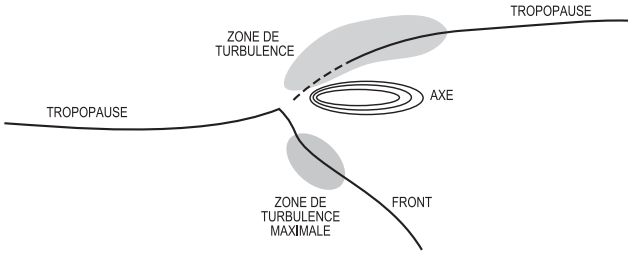
Il y a aussi une relation entre la turbulence et le cisaillement vertical. En se servant des cartes ou des comptes rendus des vents en altitude, on calcule le cisaillement vertical en nœuds par milliers de pieds. S'il est supérieur à 5 kt par milliers de pieds, il y a probabilité de turbulence. Comme il y a une relation entre le cisaillement vertical et le gradient horizontal de la température, l'espacement des isothermes, sur une carte en altitude, est significatif. Si les isothermes de 5 °C sont à moins de 2° de latitude (120 NM) les unes des autres, le cisaillement vertical est habituellement suffisant pour qu'il y ait turbulence.

Les courants-jets curvilignes ont tendance à avoir des abords plus turbulents que les courants-jets rectilignes, surtout s'ils contournent un profond creux barométrique.

Les zones de sautes de vent associées aux creux barométriques sont souvent turbulentes. La rapidité de la saute de vent est le facteur important. Il y a aussi parfois de la turbulence aux crêtes barométriques.

Dans toute zone où est signalée ou prévue une turbulence de quelque importance en air limpide, le pilote devrait, dès qu'il rencontre les toutes premières secousses, régler sa vitesse de façon à voler à la vitesse recommandée pour le vol en air turbulent, car l'intensité de la turbulence peut croître rapidement. Dans les cas où l'on s'attend à de la turbulence modérée ou forte en air limpide, il vaut mieux régler la vitesse avant d'entrer dans la zone de turbulence.

Figure 2.10 – Turbulence en air clair



Si l'on rencontre de la turbulence de courant-jet avec des vents arrière ou de face, on devrait changer de niveau de vol ou de route, étant donné que ces zones de turbulence s'allongent dans le lit du vent et sont minces et étroites. Un virage vers le sud dans l'hémisphère nord placera l'aéronef dans des conditions de vent plus favorables. Si les restrictions de voie aérienne interdisent un tel virage, l'aéronef trouvera habituellement de l'air plus calme en montant ou en descendant au niveau de vol voisin.

Si alors que vous traversez perpendiculairement un courant-jet et vous rencontrez la turbulence en air limpide associée à ce phénomène, il est recommandé de monter ou de descendre, suivant le changement de la température. Si la température s'élève, on doit monter; si elle baisse, on doit descendre. En suivant ces règles, on évitera de suivre la pente de la tropopause ou la surface frontale et de demeurer ainsi dans la zone de turbulence. Si la température reste constante, l'aéronef se trouve probablement près du niveau de l'axe; dans ce cas, le pilote peut monter ou descendre.

Si l'on rencontre de la turbulence au cours d'une brusque saute de vent associée à un creux barométrique prononcé, on devrait

traverser le creux plutôt que de voler parallèlement à lui. Dans ce cas, un changement de niveau de vol a moins de chances de réduire les secousses.

Si l'on s'attend à rencontrer de la turbulence parce qu'on pénètre dans une pente de tropopause, il faut surveiller l'indicateur de température. La tropopause est la zone où la température arrête de décroître. C'est dans la zone de changement de température, du côté stratosphérique de la pente de la tropopause, que la turbulence sera la plus forte.

Le cisaillement tant vertical qu'horizontal du vent est évidemment intensifié dans des conditions d'ondes de relief. Par conséquent, lorsque la trajectoire de vol traverse un écoulement d'air du type ondes de relief, il est préférable de voler à la vitesse prévue pour l'entrée dans une zone de turbulence et d'éviter de survoler des régions où le terrain descend abruptement. L'onde orographique peut ne pas être marquée par un nuage du type lenticulaire.

PIREP

La turbulence en air limpide peut s'avérer un facteur très sérieux à tous les niveaux, en particulier pour les avions à réaction à des altitudes supérieures à 15 000 pieds. Les meilleures informations sont celles obtenues directement des pilotes sous la forme de PIREP. Le pilote qui rencontre de la CAT se doit de le signaler immédiatement avec l'installation avec laquelle il est en contact radio (voir l'article 1.1.6 de la section MET) en donnant l'heure, le lieu et l'intensité de ce phénomène (légère, modérée, ou sévère selon l'article 2.2.2 de la section MET).

2.11 Opérations sur l'eau

2.11.1 Généralités

Les pilotes doivent se souvenir qu'un aéronef exploité sur les eaux d'un port, d'un lac ou sur d'autres voies navigables est considéré comme un navire et doit se conformer aux règlements et dispositions réglementaires de la marine de l'article 602.20 du RAC (voir l'article 1.8 du chapitre RAC de l'AIM).

L'attention de tous les pilotes et propriétaires d'aéronefs est attirée sur la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, la *Loi maritime du Canada* et le *Règlement sur les abordages*. La *Loi maritime du Canada* confère aux commissions et administrations portuaires le pouvoir de limiter les opérations de bâtiments sur les eaux qui relèvent de leur compétence. Le *Règlement sur les abordages* s'appliquent à tout propriétaire, affréteur, utilisateur et responsable de chaque embarcation de plaisance ou hydravion manœuvrant sur les eaux canadiennes ou au-dessus de celles-ci. Hydravion s'entend notamment d'un aéronef conçu pour manœuvrer sur l'eau. La Règle 18 dit : « Un hydravion amerri doit, en règle générale, se tenir largement à l'écart de tous les navires et éviter de gêner leur navigation. Toutefois, lorsqu'il y a risque d'abordage, cet hydravion doit se conformer aux règles de la présente partie ». Le *Règlement sur les abordages* est accessible à <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/C.R.C.%2C_ch._1416/index.html>.

Les restrictions concernant les navires établies par les autorités ci-dessus s'appliquent également aux aéronefs en mouvement ou immobiles sur les eaux d'un port. Il est conseillé aux exploitants de se munir d'un exemplaire des règlements appropriés publiés par les autorités portuaires pertinentes.

En outre, la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*, par le biais du *Règlement sur les restrictions visant l'utilisation des bâtiments*, interdit ou restreint l'exploitation des bâtiments sur certains lacs ou voies navigables du Canada. Les étendues d'eau touchées et les restrictions applicables dans les annexes dudit Règlement se trouvent à. <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2008-120/page-3.html>.

2.11.2 Amerrissage forcé

Un pilote qui survole la mer ou les grandes étendues d'eau doit toujours prévoir la possibilité d'un amerrissage forcé. Normalement, les manuels d'exploitation de l'aéronef contiennent des instructions sur les amerrissages forcés qui sont applicables au type d'aéronef. De plus, le *Manuel de pilotage* (TP 1102F) de Transports Canada contient des informations générales à ce sujet.

Certains règlements que les pilotes devraient connaître se rapportent au vol sur la mer (voir AIR 2.11.3).

En haute mer, il est préférable de faire un amerrissage forcé parallèle à et sur le dessus de la houle sauf dans des conditions de vents très forts. Le système prédominant de la houle est normalement aperçu en premier parce qu'il se voit mieux à altitude. Les systèmes secondaires apparaîtront en descendant à plus faible altitude alors que l'effet du vent sera probablement distingué en dernier par l'apparence des vagues qui déferlent. Il est possible que le système primaire de la houle disparaisse à basse altitude lorsqu'il devient dissimulé par les systèmes secondaires et par les vagues.

Certaines lignes de conduite sont utiles :

a) Il est préférable de ne jamais amerrir face à la houle sauf si les vents sont extrêmement élevés. L'amerrissage préférable est normalement parallèle au système primaire de houle.

b) En vents forts, on compromet en amerrissant un peu face au vent et de travers à la houle.

Il faut décider assez tôt qu'un amerrissage est inévitable afin de s'assurer que le moteur pourra aider à assurer des conditions favorables d'amerrissage forcé. Ceci permettra une approche stabilisée à un taux de descente faible à la vitesse optimum pour un amerrissage forcé.

Communiquez. Premièrement, diffusez sur la dernière fréquence utilisée et ensuite diffusez sur 121.5 MHz. Plusieurs transporteurs aériens ont un de leurs radios sur la fréquence 121.5 MHz lorsqu'ils sont à haute altitude. Faites démarrer votre radio balise de secours si possible; le SARSAT a de très bonnes chances de capter le signal. Ajustez votre transpondeur sur 7700. Plusieurs radars côtiers ont une très longue portée au-dessus de l'eau.

Survivre à un amerrissage forcé est une réussite mais l'immersion dans l'eau froide pour une longue période de temps a le potentiel d'être plus dangereux. Assurez vous que l'équipement de survie à la noyade et pour la prévention à l'hypothermie est à bord et

disponible. Avertissez les passagers des actions à suivre et des responsabilités pour la manutention de l'équipement de secours lorsque l'appareil sera immobilisé.

2.11.3 Équipement de survie pour aéronefs survolant l'eau

Un aéronef qui se pose ou atterrit sur un plan d'eau ou un monomoteur qui survole un plan d'eau à une distance telle qu'il ne peut planer jusqu'à la rive doit transporter un gilet de sauvetage utilisable par chaque personne à bord. Toutes les exigences à cet effet se trouvent dans les articles 602.62 et 602.63 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC).

2.11.4 Amerrissage sur l'eau miroitante

Dans certaines conditions de surface et de lumière, il est à peu près impossible d'apprécier l'altitude en atterrissant sur la neige ou en amerrissant. Les méthodes suivantes peuvent alors être adoptées lorsque de telles conditions existent.

Même si l'approche et l'atterrissage exigent un espace considérable, il faut faire une approche et un atterrissage avec l'aide moteur aussi près que possible du rivage et parallèlement à celui-ci afin de pouvoir apprécier, par l'observation de la rive, la hauteur de l'aéronef au-dessus de la surface. Les objets flottants, les algues ou les bancs de plantes aquatiques peuvent aussi aider le pilote à apprécier sa hauteur. Il est recommandé, lors de l'approche, de descendre jusqu'à 200 pieds (300 à 400 pieds s'il n'existe aucune aide visuelle permettant d'évaluer la hauteur) et de donner à l'aéronef une assiette légèrement cabrée. Régler la puissance de façon à maintenir un taux de descente bas, en conservant la vitesse d'approche recommandée pour le type d'aéronef jusqu'au contact avec la surface. Ne pas essayer de « tâter » la surface. Il faut réduire la puissance au point de contact, tout en continuant de tirer sur le manche pour maintenir le cabré afin d'empêcher les flotteurs de s'enfoncer lorsque tout le poids de l'aéronef repose sur l'eau. Il faut veiller à compenser l'avion correctement afin d'éviter toute glissade ou tout dérapage au point de contact.

Les pilotes devraient exercer cette manœuvre afin qu'ils puissent le faire avec assurance. Cette procédure est aussi recommandée pour un atterrissage sur neige vierge.

2.12 Opérations de vol en hiver

Généralités

La succession d'accidents qui impliquent tous les types et classes d'aéronefs indique l'existence d'idées fausses en ce qui concerne l'effet que peut avoir le givre, la glace et la neige sur les performances de l'aéronef.

La plupart des appareils de transport commercial et quelques autres types d'appareils ont démontré une certaine capacité d'exploitation dans des conditions de givrage et sont certifiés ainsi. Cette capacité est fournie par un dispositif de prévention ou de protection contre la glace, installé sur les surfaces ou équipements critiques tels que les bords d'attaque des ailes et de l'empennage, le revêtement des moteurs, les entrées du compresseur, les hélices, les systèmes d'avertissement de décrochage et les pitots. Cependant, cet équipement ne prévient ni ne protège les ailes ou l'empennage de l'avion au sol.

2.12.1 Procédure d'élimination de la glace sur les ailettes de soufflante

Généralités

L'introduction de glace dans les moteurs à haut taux de dilution peut causer d'importants dommages aux ailettes de soufflante.

L'équipage peut appliquer la procédure d'élimination de la glace sur les ailettes de soufflante dans des conditions de pluie, de bruine ou de brouillard verglaçants, ou de neige abondante.

Une visibilité de 1 SM ou moins dans la neige ou dans une poudrerie élevée constitue une condition très propice à l'endommagement des ailettes par le givre.

Lorsque les conditions de givrage durent plus de 30 min, ou s'il se produit des vibrations importantes dans les moteurs, il peut être nécessaire d'augmenter la vitesse de ceux-ci pendant environ 30 s avant d'appliquer la poussée de décollage. Cette procédure peut s'effectuer juste avant le décollage pour vérifier les paramètres des moteurs et confirmer leur fonctionnement normal.

Exigences pour les pilotes

Il est essentiel que l'équipage avise l'ATS de son intention d'effectuer cette procédure avant d'accéder à une piste en service.

Avant d'atteindre le point d'attente de la piste en service, les pilotes devraient aviser l'ATS qu'il leur faut un laps de temps supplémentaire au seuil de la piste pour effectuer la procédure ou pour toute autre raison.

Cette information est nécessaire pour assurer un décollage en temps opportun et éviter qu'un aéronef à l'arrivée ait à effectuer une approche interrompue non prévue.

2.12.2 Contamination de l'aéronef au sol – Givre, glace ou neige

Information générale : Lorsqu'il est raisonnable de croire que du givre, de la glace ou de la neige risquent d'adhérer à l'aéronef, le Règlement de l'aviation canadien (RAC) stipule qu'une ou plusieurs inspections doivent être faites avant le décollage ou la tentative de décollage. Il prescrit aussi le type et le nombre minimum d'inspections à effectuer selon que l'exploitant possède ou non un Programme approuvé pour les opérations dans des conditions de givrage au sol tiré des Normes relatives aux règles d'utilisation et de vol des aéronefs (article 602.11 du RAC - Normes sur les opérations dans des conditions de givrage au sol).

Les raisons de ces exigences sont explicites. En présence de contaminants gelés, les aéronefs subissent une baisse des performances et des changements dans les caractéristiques de vol, qui sont nombreux et imprévisibles. La contamination ne fait pas de distinction entre les gros aéronefs, les petits aéronefs et les hélicoptères; les baisses de performances et les dangers sont aussi réels pour tous.

La portée de ces effets est telle qu'il ne devrait y avoir aucune tentative de décollage tant que le commandant de bord ne s'est pas assuré, tel qu'exigé par le RAC, que du givre, de la glace ou de la neige n'adhère pas aux surfaces critiques de l'aéronef.

Surfaces critiques : Les surfaces critiques d'un aéronef comprennent les ailes, les gouvernes, les rotors, les hélices, les stabilisateurs, les dérives ou toute autre surface de stabilisation d'un aéronef et, dans le cas d'un aéronef dont les moteurs sont à l'arrière, elles comprennent aussi l'extrados du fuselage. La sécurité des vols pendant des opérations au sol dans des conditions propices à la contamination par le givre, la glace ou la neige exige une connaissance des points suivants :

a) les effets néfastes du givre, de la glace ou de la neige sur les performances et les caractéristiques de vol des aéronefs, qui sont généralement ressentis en termes de diminution de la poussée, de diminution de la portance, d'augmentation de la traînée, d'augmentation de la vitesse de décrochage, de changements de l'assiette, de modification des caractéristiques de décrochage et de pilotabilité;

b) les diverses procédures de dégivrage et d'antigivrage au sol des aéronefs, ainsi que les caractéristiques et les limites de ces procédures dans les diverses conditions météorologiques, incluant l'utilisation et l'efficacité de liquides abaisseurs du point de congélation;

c) la durée d'efficacité, qui consiste en l'estimation de la période de temps au cours de laquelle l'application d'un liquide de dégivrage/d'antigivrage approuvé empêche avec efficacité la formation de givre ou de glace ou l'accumulation de neige sur les surfaces traitées. La durée d'efficacité est le laps de temps qui s'écoule entre le début de l'application finale du liquide de dégivrage/d'antigivrage approuvé et le moment où le liquide cesse d'être efficace. Le liquide n'est plus efficace lorsqu'il n'est plus capable d'absorber davantage de précipitations. Il y a alors accumulation visible de contaminants sur la surface. L'inspection avant le décollage est l'ultime moyen de savoir si le décollage peut être entrepris en toute sécurité.

Le concept de l'aéronef propre : Le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) interdit tout décollage si du givre, de la glace ou de la neige adhère aux surfaces critiques d'un aéronef. C'est ce qui a donné naissance au concept de l'aéronef propre. Il est impératif que le décollage de tout aéronef ne soit pas effectué sans que le commandant de bord n'ait déterminé que du givre, de la glace ou de la neige n'adhère à aucune des surfaces critiques de l'aéronef. Cette exigence est satisfaite lorsque le commandant de bord obtient la confirmation, par le personnel formé et compétent en la matière, que l'aéronef est prêt pour le vol.

Contaminants gelés : Des données expérimentales indiquent que les formations de givre, de glace ou de neige d'une épaisseur et d'une rugosité de surface semblables à celles d'un papier de verre moyen ou gros, qui se trouvent sur le bord d'attaque et l'extrados, peuvent réduire la portance de l'aile d'au plus 30 % et accroître la traînée de 40 %. Même de petites quantités de contamination comme celles-là ont causé et continuent de causer des accidents d'aéronefs, avec les dommages importants et les pertes de vie que l'on sait. La diminution de la portance provient en grande partie de la contamination du bord d'attaque. Les changements de portance et de traînée augmentent de façon significative la vitesse de décrochage, réduisent la manœuvrabilité et modifient les caractéristiques de vol de l'aéronef. Des accumulations plus épaisses ou plus rugueuses de contaminants gelés peuvent avoir des effets encore plus néfastes sur la portance, la traînée, la vitesse de décrochage, la stabilité et la maîtrise de l'aéronef.

On a identifié plus de 30 variables susceptibles d'influer sur l'accumulation de givre, de glace ou de neige, sur la rugosité de la surface d'un aéronef et sur les propriétés d'antigivrage des liquides abaisseurs du point de congélation. Ces facteurs comprennent la température ambiante, la température de la surface de l'aéronef, le type, la température et la concentration du liquide dégivrant ou antigivrant, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent. Comme de nombreux facteurs influent sur l'accumulation de contaminants gelés sur la surface d'un aéronef, les données sur les durées d'efficacité des liquides abaisseurs du point de congélation ne devraient servir qu'à titre indicatif, à moins de renseignements contraires dans le programme de l'exploitant traitant des opérations dans des conditions de givrage au sol. Le genre de givre, de glace ou de neige qui peuvent s'accumuler sur un aéronef au sol constitue un facteur clé pour déterminer le type de procédure de dégivrage ou d'antigivrage à utiliser.

Lorsque les conditions sont telles qu'il est raisonnable de croire que de la glace ou de la neige risque d'adhérer à l'aéronef, cette accumulation doit être enlevée avant le décollage. Une neige sèche et poudreuse peut être délogée en soufflant de l'air froid ou de l'azote gazeux comprimé sur toute la surface de l'aéronef. Dans certaines circonstances, on peut se servir d'un balai pour nettoyer les parties accessibles depuis le sol. Une neige lourde et humide ou de la glace peut être délogée en remisant l'aéronef dans un hangar chauffé, en utilisant des solutions d'eau chaude et de liquides abaisseurs du point de congélation, en recourant à un moyen mécanique comme des balais ou des racloirs ou encore en utilisant une combinaison de ces trois méthodes. Si l'aéronef est remisé dans un hangar chauffé, il faut s'assurer qu'il est complètement sec avant de le sortir à l'extérieur, sinon des flaques d'eau risquent de geler de nouveau dans des zones critiques ou sur des surfaces critiques de l'aéronef.

Le givre qui se forme au cours de la nuit doit être enlevé des surfaces critiques avant le décollage. On peut éliminer le givre en remisant l'aéronef dans un hangar chauffé ou en recourant à tout autre procédé normal de dégivrage.

Le phénomène de l'aéronef imprégné de froid : Lorsque les réservoirs de carburant sont logés dans les ailes des avions, la température du carburant a un effet important sur la température de la surface de l'aile au-dessus et en dessous des réservoirs. Après un vol, la température d'un aéronef et du carburant qu'il transporte dans ses réservoirs d'aile peut être considérablement plus froide que la température ambiante. Les ailes imprégnées de froid d'un aéronef refroidissent les précipitations qui s'y déposent de sorte que, selon un certain nombre de facteurs, du verglas peut se former sur certains aéronefs et en particulier sur la partie des ailes qui se trouvent au-dessus des réservoirs de carburant. Ce type de glace est difficile à voir et il est souvent nécessaire de toucher l'aile à main nue ou d'utiliser un détecteur

de glace spécial. Une couche de neige fondante sur l'aile peut également dissimuler une dangereuse couche de glace.

Des plaques de verglas pourront se décoller des ailes au moment de la rotation ou en cours de vol, ce qui risque d'endommager les moteurs de certains types d'aéronef, en particulier ceux dont les moteurs sont montés à l'arrière. Une couche de neige fondante sur l'aile peut également dissimuler une dangereuse couche de glace. La formation de glace sur l'aile est fonction de la sorte de précipitation, de l'épaisseur et de la teneur en eau des précipitations, de la température ambiante et de la température de la surface de l'aile. Les facteurs suivants contribuent à l'intensité de la formation et à l'épaisseur finale de la couche de verglas :

a) la basse température du carburant ayant servi à faire le plein des réservoirs de l'aéronef au cours d'une escale ou la longue durée du vol précédent, ou les deux, qui fait baisser sous 0 la température du carburant résiduel dans les réservoirs d'aile. Des baisses de température de l'ordre de 18 ˚C ont déjà été enregistrées après un vol de deux heures;

b) une quantité résiduelle anormalement importante de carburant froid dans les réservoirs d'aile qui fait monter le niveau de carburant au point où il y a contact avec les panneaux d'extrados de l'aile, particulièrement à l'emplanture d'aile; et

c) pendant l'escale, les conditions météorologiques telles que de la neige humide, de la bruine ou de la pluie, conjuguées à une température ambiante approchant 0 ˚C, sont très critiques. Du givrage important a été signalé lorsqu'il y a de la bruine ou de la pluie, même s'il fait entre +8˚ et +14 ˚C.

De plus, l'extrados et l'intrados des ailes imprégnées de froid peuvent également se couvrir de givre lorsque l'humidité relative est élevée. Il s'agit là d'un type de contamination qui peut survenir lorsque la température est supérieure au point de congélation à des aéroports qui normalement n'utilisent pas de matériel de dégivrage ou qui ont rangé ce matériel pour la saison estivale. Ce type de contamination se produit généralement lorsque le carburant des réservoirs d'ailes est imprégné de froid et atteint des températures inférieures au point de congélation à cause de la basse température du carburant embarqué au cours de l'escale précédente ou à cause d'un vol de croisière à une altitude où les températures sont basses, ou les deux, et que l'on effectue ensuite une descente normale dans une région où l'humidité est élevée. En pareil cas, du givre se forme sur l'intrados et l'extrados des ailes dans la zone des réservoirs de carburant pendant la durée de l'escale et le givre a tendance à se reformer rapidement, même lorsqu'on en a enlevé une première fois.

Le givre prend initialement la forme de granules individuels qui mesurent environ 0.004 pouce de diamètre. Une accumulation supplémentaire se produit lorsque les granules grossissent pour atteindre un diamètre de 0.010 à 0.015 pouce, que des couches s'ajoutent et que des aiguilles de givre se forment. Les données expérimentales disponibles indiquent que cette rugosité sur l'intrados de l'aile n'a pas d'effet significatif sur la portance, mais elle augmente la traînée et par conséquent elle diminue l'angle de pente de montée que l'aéronef peut suivre, ce qui impose une limitation de masse au cours du deuxième segment.

La température du revêtement devrait être augmentée pour empêcher la formation de glace avant le décollage. On peut souvent obtenir ce résultat en ravitaillant l'aéronef avec du carburant plus chaud.

Dans tous les cas, la glace ou le givre doivent être enlevés de l'extrados ou de l'intrados des ailes avant le décollage. Il y a toutefois une exception : le décollage peut avoir lieu malgré la présence de givre sur l'intrados des ailes à condition qu'il soit effectué conformément aux instructions du constructeur de l'aéronef.

Liquides dégivrants et antigivrants : Chez les exploitants, c'est par l'utilisation de liquides abaisseurs du point de congélation que l'on procède normalement au dégivrage. Il existe un certain nombre de liquides abaisseurs du point de congélation que l'on peut utiliser sur les aéronefs commerciaux et, dans une moindre mesure, sur les aéronefs de l'aviation générale. Il faut se servir uniquement des liquides dégivrants et antigivrants que le constructeur approuve.

Bien que les liquides abaisseurs du point de congélation soient très hydrosolubles, ils n'absorbent la glace ou ne la font fondre que lentement. Si du givre, de la glace ou de la neige adhère à une surface de l'aéronef, on peut y remédier au moyen d'applications répétées de quantités appropriées d'un liquide abaisseur du point de congélation. À mesure que la glace fond, le liquide abaisseur du point de congélation se mélange à l'eau, ce qui a pour effet de le diluer. Au cours de cette dilution, le mélange qui en résulte peut commencer à s'écouler de l'aéronef. Si toute la glace n'est pas fondue, il est nécessaire d'ajouter du liquide abaisseur du point de congélation tant qu'il n'aura pas pénétré jusqu'à la surface de l'aéronef. Une fois toute la glace fondue, le résidu du liquide consiste en un mélange de liquide abaisseur du point de congélation et d'eau à une concentration inconnue. La pellicule restante peut geler (commencer à se cristalliser) rapidement à la moindre baisse de température. Si l'on constate que le point de congélation de la pellicule résiduelle est insuffisant, il faut répéter la procédure de dégivrage jusqu'à ce que le point de congélation de la pellicule résiduelle puisse assurer la sécurité du vol.

La procédure de dégivrage peut être grandement accélérée si l'on utilise l'énergie thermique des liquides chauds et l'énergie physique des équipements de pulvérisation à haute pression, comme le veut la pratique courante.

Liquides de type I de la SAE et de type I de l'ISO : Ces liquides dans leur forme concentrée contiennent au moins 80 % de glycol et on considère qu'ils sont « non épaissis » à cause de leur viscosité relativement faible. Ces liquides sont utilisés pour le dégivrage ou l'antigivrage, mais ils n'offrent qu'une protection antigivrage très limitée.

Liquides de type II de la SAE et de type II de l'ISO : Les liquides comme ceux identifiés comme étant de type II de la SAE et de type II de l'ISO ont une durée d'efficacité plus longue lorsqu'il y a des précipitations et ils offrent une plus grande marge de sécurité s'ils sont utilisés conformément aux recommandations des constructeurs d'aéronefs.

Les essais en vol effectués par les constructeurs d'aéronefs de catégorie transport ont démontré que la plus grande partie des liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO s'écoule des surfaces portantes avant que la vitesse de rotation (V_r) ne soit atteinte, quoique certains gros aéronefs puissent subir une dégradation des performances et qu'une compensation puisse s'avérer nécessaire au niveau de la masse ou autre. Ainsi, les

liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO devraient être utilisés sur des aéronefs dont la vitesse de rotation (Vr) est supérieure à 100 KIAS. La détérioration peut être importante sur les avions dont la vitesse de rotation est inférieure à 100 KIAS.

Comme pour tout autre liquide dégivrant ou antigivrant, les liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO ne doivent être appliqués que si le constructeur de l'aéronef a approuvé leur utilisation, quelque soit la vitesse de rotation de l'aéronef. Les manuels des constructeurs d'aéronefs donnent des directives plus détaillées relativement aux liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO acceptables pour des types particuliers d'aéronefs.

Une certaine quantité de liquide résiduel peut demeurer sur l'aéronef pendant toute la durée du vol. Le constructeur de l'aéronef devrait avoir déterminé que ces résidus concentrés dans des zones aérodynamiquement stables n'auront que peu ou aucun effet sur les performances de l'aéronef ou sur sa manœuvrabilité. Toutefois, ces résidus devraient être enlevés périodiquement.

Les liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO contiennent au moins 50 % de glycol et possèdent un point de congélation minimal de -32 ˚C. On considère qu'ils sont « épaissis » à cause de l'ajout d'agents épaississants qui permettent au liquide de former une pellicule plus épaisse pouvant demeurer sur les surfaces de l'aéronef jusqu'au moment du décollage. Ces liquides sont utilisés pour le dégivrage (lorsque chauffés) et l'antigivrage. Les liquides de type II offrent une meilleure protection (durée d'efficacité) que les liquides de type I contre l'accumulation de givre, de glace ou de neige dans des conditions propices au givrage de l'aéronef au sol.

Ces liquides sont des antigivreurs efficaces en raison de leur viscosité élevée et de leur comportement pseudo-plastique. Ils sont conçus pour demeurer sur les ailes d'un aéronef au cours des opérations au sol ou pendant le remisage à court terme afin d'assurer une protection contre le givrage, mais ils sont également conçus pour s'écouler rapidement des ailes au cours du décollage. Lorsque ces liquides sont soumis à des contraintes de cisaillement, comme celles qui se produisent normalement pendant une course au décollage, leur viscosité diminue de façon importante, ce qui permet au liquide de s'écouler des ailes afin de nuire le moins possible aux performances aérodynamiques de l'aéronef.

Le comportement pseudo-plastique des liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO peut être altéré par un équipement de dégivrage ou d'antigivrage inadéquat ou par une mauvaise manipulation. Ainsi, certaines compagnies aériennes nord-américaines ont modernisé leur équipement de dégivrage et d'antigivrage, leurs installations d'entreposage du liquide, leurs procédures de dégivrage et d'antigivrage, leurs procédures d'assurance de la qualité et leurs programmes de formation afin de mieux répondre aux caractéristiques distinctes de ces liquides. Les essais démontrent que s'ils sont appliqués avec un équipement inadéquat, les liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO risquent de perdre de 20 à 60 % du rendement de l'antigivrage.

Tous les liquides de type II ne sont pas nécessairement compatibles avec les liquides de type I. Par conséquent, vous devez vous référer au manufacturier du liquide en question ou au fournisseur pour de plus amples informations. De plus, l'utilisation de liquides de type II ajoutés à un liquide de type I contaminé réduira l'efficacité du liquide de type II.

Les liquides de type II de la SAE et de type de l'ISO ont été utilisés pour la première fois en 1985 en Amérique du Nord, et leur utilisation s'est généralisée à partir de 1990. Des liquides semblables, mais dont les caractéristiques diffèrent légèrement, ont été mis au point et utilisés au Canada.

Liquides de type III : Le liquide de type III est un liquide abaisseur du point de congélation épaissi dont les propriétés se situent entre celles des liquides de type I et II. Par conséquent, il offre une durée d'efficacité supérieure à celle du type I, mais inférieure à celle du type II. Étant donné ses caractéristiques d'écoulement et de résistance au cisaillement, il convient aux aéronefs dont la course au décollage avant le cabrage est plus courte. Cette caractéristique devrait en faire un liquide acceptable pour les aéronefs dont la V_r est inférieure à 100 KIAS.

La SAE a approuvé des spécifications dans les AMS1428A pour les liquides d'antigivrage de type III pouvant être utilisés sur les aéronefs dont les vitesses de cabrage sont considérablement inférieures que les vitesses de cabrage des gros avions à réaction, lesquelles sont de 100 KIAS ou plus. On n'a identifié encore aucun liquide qui puisse satisfaire à toutes les exigences de la spécification sur les liquides de type III. En attendant la publication d'un tableau des durées d'efficacité des liquides de type III et la mise sur le marché de liquides appropriés, le liquide de type IV de Union Carbide, dans une solution 75-25, peut être utilisé pour l'antigivrage des aéronefs ayant une faible vitesse de cabrage, mais seulement selon les consignes du constructeur d'aéronefs et du fabricant du liquide.

Liquides de type IV : Les liquides d'antigivrage de type IV constituent une grande innovation. Ces liquides répondent aux mêmes spécifications que les liquides de type II et offrent en plus une durée d'efficacité considérablement plus longue. Compte tenu de ce qui précède, des tableaux de durées d'efficacité des liquides de type IV existent maintenant.

Ce produit est teint en vert, ce qui devrait permettre d'obtenir une meilleure uniformité de la couche appliquée sur les surfaces d'un aéronef et de réduire les risques de confusion du produit avec la glace. Cependant, puisque ce liquide ne s'écoule pas aussi facilement que le liquide de type II classique, il convient d'être vigilant si l'on veut s'assurer d'utiliser suffisamment de liquide pour obtenir une couverture uniforme.

Selon des recherches, l'efficacité d'un liquide de type IV peut être considérablement réduite si les procédures prescrites ne sont pas respectées lorsqu'il est appliqué sur un liquide de type I.

Il est conseillé à tous les utilisateurs de liquides de s'assurer que ces derniers sont appliqués uniformément et minutieusement et que l'épaisseur du liquide appliqué est conforme aux recommandations du fabriquant. Il faut porter une attention particulière au bord d'attaque de l'aile et du stabilisateur.

Pour de plus ample information sur la contamination des surfaces critiques des aéronefs, se référer à la trousse de formation préparée par TC intitulée *Dans le doute … Programme de formation pour petits et gros aéronefs – Formation sur la contamination des surfaces critiques des aéronefs à l'intention des équipages de conduite et du personnel de piste* (TP 10643) disponible en ligne

à <http://www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/publications/tp10643-menu-1118.htm>. Il est également possible de commander un CD-ROM, du même titre, accompagné de son manuel.

Pour acheter le CD-ROM et son manuel respectif, contacter le Bureau de commandes des publications de TC :

Bureau de commandes des publications de
Transports Canada
Services de soutien opérationnel (AAFBD)
2655, chemin Lancaster
Ottawa ON K1B 4L5

Tél. sans frais (Amérique du Nord) : 1-888-830-4911
Tél. :.....613-991-4071
Téléc. :..... 613-991-1653
Courriel :..... publications@tc.gc.ca
Site Web :..... https://tc.canada.ca/fr/services-generaux/publications-passer-commande

2.12.3 Contamination des aéronefs en vol – Givrage de cellule en vol

Le givrage de la cellule peut être un danger météorologique sérieux pour les aéronefs à voilure fixe et à voilure tournante lorsqu'ils sont en vol. Le givrage réduira la performance des parties suivantes :

a) l'accumulation de glace sur les surfaces portantes modifiera leurs propriétés aéro-dynamiques en entraînant une perte de sustentation, augmentera la traînée et le poids, causant de ce fait une montée de la vitesse de décrochage et une diminution de l'angle d'attaque critique. Par conséquent, le décrochage aérodynamique peut se produire avant même que se déclenche le système d'avertissement de décrochage;

b) l'adhérence de glace aux hélices modifiera de façon drastique leur efficacité et entraînera éventuellement un déséquilibre qui causera de la vibration;

c) l'adhérence de glace aux pales du rotor diminuera l'efficacité aérodynamique de ces dernières. Ainsi, la puissance devra être accrue pour produire une quantité équivalente de sustentation. Par conséquent, on ne peut obtenir cette sustentation accrue pendant l'autorotation qu'en maintenant un taux de descente plus élevé que la normale. En fait, il peut être impossible de maintenir un régime de rotor sûr pendant la descente et effectuer l'arrondi à cause de la contamination par la glace;

d) le dépôt de glace sur le pare-brise ou la verrière réduira la vision ou empêchera de voir à partir du poste de pilotage ou de la cabine;

e) pour le givrage du carburateur, consultez AIR 2.3; et

f) la glace déposée sur la cellule peut se détacher et être aspirée par les prises d'air du réacteur, causant ainsi des décrochages du compresseur, la perte de poussée et/ou l'extinction des réacteurs.

2.12.3.1 Types de glace

Les pilotes doivent lutter contre trois types de glace en vol : le givre blanc, le verglas et la gelée blanche (voir sous-partie 2.4 de la section MET). La glace ne se forme que lorsque la température extérieure ambiante se trouve au point de congélation ou qu'elle est inférieure à ce point et en présence d'humidité visible.

Le givre blanc que l'on rencontre souvent dans les nuages stratiformes est de la glace d'apparence granuleuse, opaque et rugueuse. Il adhère aux bords d'attaque, aux antennes et aux pare-brise. Il prend naissance dans des températures basses accompagnées d'une faible concentration de petites gouttelettes d'eau sur fondues. Il a une faible tendance à se répandre et peut être enlevé facilement à l'aide des dispositifs de dégivrage de l'aéronef.

Le verglas ordinairement présent dans les nuages du type cumulus a une apparence vitreuse, uniforme et dure et tend à s'étendre en arrière à partir de son point d'impact. Le verglas se forme à des températures de 0 °C ou juste au-dessous de cette température en présence d'une concentration élevée de grosses gouttelettes d'eau sur fondues. Il constitue la forme la plus dangereuse de givrage étant donné qu'il adhère fermement et qu'il est difficile à enlever.

La gelée blanche peut se former sur un aéronef en vol qui traverse lors de sa descente des conditions inférieures à la congélation jusqu'à rencontrer une couche d'air chaud humide. Dans ces circonstances, la vision peut être réduite étant donné que du givre se forme sur le pare-brise ou la verrière.

Des renseignements supplémentaires sur le givrage se retrouvent à sous-partie 2.4 de la section MET ainsi que dans le document « *Manuel de météorologie du commandement aérien* » (TP 9352F).

2.12.3.2 Effets aérodynamiques du givrage en vol

Les pilotes professionnels connaissent les effets aérodynamiques classiques résultant de l'accumulation de glace sur un avion en vol. Ceux-ci peuvent être :

a) une diminution de la portance accompagnée d'une augmentation importante de la traînée et d'une augmentation de la masse;

b) une augmentation de la vitesse de décrochage et une réduction de l'angle d'attaque de décrochage à mesure que la glace modifie la forme du profil aérodynamique et perturbe l'écoulement aérodynamique;

c) une réduction de la poussée causée par la glace qui perturbe l'air arrivant au(x) moteur(s) ou qui nuit à l'efficacité de l'hélice, ou les deux; la glace ingérée dans un réacteur peut causer le décrochage du compresseur ou un extinction du réacteur, ou les deux;

d) des limites à la maîtrise de l'avion résultant du refoulement et du gel de l'eau dans les gouvernes;

e) l'adhérence de la glace aux pales de rotor diminue l'efficacité aérodynamique de ces dernières; il faudra alors augmenter la puissance pour obtenir une quantité de portance équivalente. Par conséquent, au cours d'une autorotation, cette augmentation ne peut venir que d'une vitesse des censionnelle supérieure à la normale. En fait, il pourrait

être impossible de conserver un régime rotor sûr pendant la descente et l'arrondi à cause du givrage;

f) la présence de glace sur le pare-brise ou la verrière réduit ou masque la vision à partir du poste de pilotage ou du cockpit; et

g) le givrage du carburateur (voir AIR 2.3).

2.12.3.3 Excursion en roulis

L'excursion en roulis se décrit comme étant un moment en roulis non sollicité et possiblement ingouvernable, causé par une séparation de l'écoulement aérodynamique devant les ailerons; les gouvernes se déplacent alors d'elles-mêmes, sans avoir été commandées. Ce phénomène est associé au vol dans des conditions givrantes dans lesquelles les gouttelettes d'eau refoulent derrière les surfaces protégées avant de geler et de former des cordons qui ne peuvent être éliminés par le dispositif de dégivrage. L'excursion en roulis a récemment été associée à des conditions givrantes dans lesquelles de grosses gouttelettes d'eau surfondues étaient présentes. Toutefois, en théorie, elle peut se produire aussi dans des conditions givrantes classiques lorsque les températures sont à peine inférieures à 0 ˚C.

L'excursion en roulis peut se produire bien avant que le pilote décèle les symptômes normaux d'accumulation de glace; la force alors nécessaire au déplacement des gouvernes pourrait être supérieure aux capacités physiques du pilote. Les pilotes peuvent être avertis de l'imminence d'une excursion en roulis s'ils sentent que la réaction des ailerons est anormale ou molle après débranchement de l'autopilote lorsqu'ils volent en conditions givrantes.

Mesures correctives

S'ils se retrouvent par inadvertance dans de graves conditions givrantes, les pilotes doivent envisager les mesures suivantes pour éviter toute excursion en roulis :

a) Débrancher l'autopilote. L'autopilote peut masquer d'importants indices ou peut se débrancher de lui-même si les forces de réaction des gouvernes sont excessives, et le pilote pourrait se retrouver brusquement dans une assiette inhabituelle ou avoir à exercer des efforts exceptionnels.

b) Réduire l'angle d'attaque en augmentant la vitesse. Si l'on est en virage, remettre les ailes à l'horizontale.

c) Si les volets sont sortis, ne pas les rentrer à moins qu'on puisse déterminer que l'extrados des ailes est exempt de givre. Le fait de rentrer les volets augmente l'angle d'attaque, quelle que soit la vitesse, ce qui risque d'induire une excursion en roulis.

d) Régler la puissance à la valeur appropriée et surveiller la vitesse et l'angle d'attaque.

e) Vérifier visuellement, si c'est possible, que les dispositifs de protection contre le givre fonctionnent pour les deux ailes. Si ce n'est pas le cas, suivre les procédures indiquées dans le manuel de vol de l'avion.

2.12.3.4 Décrochage de l'empennage

La vitesse avec laquelle la glace s'accumule sur un profil aérodynamique est fonction de la forme de ce profil, les profils plus minces étant plus sujets à cette accumulation que les profils plus épais. De ce fait, la glace risque de s'accumuler plus rapidement sur un stabilisateur que sur les ailes. Le décrochage de l'empennage se produit lorsque son angle d'attaque critique est dépassé. Comme le stabilisateur produit une force vers le bas pour compenser la tendance à piquer causée par le centre de poussée s'exerçant sur l'aile, le décrochage de l'empennage va causer un piqué rapide. L'utilisation des volets, qui peuvent réduire ou augmenter le souffle vers le bas sur l'empennage selon la configuration de ce dernier (c.-à-d. stabilisateur monté bas sur le fuselage, au milieu de ce dernier ou sur le haut de la dérive [empennage en T]) peut amorcer ou aggraver le décrochage. Par conséquent, les pilotes doivent être très prudents lorsqu'ils sortent les volets s'ils soupçonnent la présence de glace sur l'empennage. Il faut aussi éviter les brusques mouvements vers le bas, puisque ceux-ci augmentent l'angle d'attaque de l'empennage et peuvent causer le décrochage d'un empennage sur lequel de la glace se serait accumulée.

Le décrochage de l'empennage peut se produire à des vitesses relativement élevées, bien au-dessus de la vitesse de décrochage normale à 1G. L'abattée peut alors se produire sans avertissement et être ingouvernable. Il est plus susceptible de se produire lorsque les volets sont sortis en position d'atterrissage, après une manœuvre de piqué, pendant le changement de vitesse qui suit la sortie des volets, ou pendant le vol dans des rafales.

Les symptômes de l'imminence d'un décrochage de l'empennage peuvent comprendre :

a) des forces de réaction, des pulsations, des oscillations ou des vibrations anormales de la gouverne de profondeur;

b) une modification anormale de la compensation en piqué (pourrait ne pas être décelée si l'autopilote est branché);

c) toute autre situation anormale ou inhabituelle en tangage (menant possiblement à des oscillations induites par le pilote);

d) réduction ou perte de l'efficacité de la gouverne de profondeur (pourrait ne pas être décelée si l'autopilote est branché);

e) changement soudain de la force s'exerçant sur la gouverne de profondeur (la gouverne se déplace alors vers le bas si elle n'est pas contrée); et/ou

f) un piqué brusque et non commandé.

Mesures correctives

Si l'un ou l'autre des symptômes ci-dessus se produisent, les pilotes doivent envisager les mesures suivantes à moins d'indication contraire du manuel de vol de l'aéronef :

a) Planifier les approches en conditions givrantes avec un minimum de volets selon les conditions. Effectuer l'approche à la vitesse prévue pour la configuration.

b) Si les symptômes se produisent peu après la sortie des volets, ramener immédiatement les volets à leur position précédente; augmenter la vitesse en fonction de l'angle réduit des volets.

c) Régler la puissance en fonction de la configuration et des conditions. Respecter les recommandations du constructeur relativement aux réglages de la puissance. Une puissance élevée peut aggraver le décrochage de l'empennage sur certains aéronefs.

d) Modifier lentement tout mouvement à piquer, même dans des rafales, si les circonstances le permettent.

e) Si l'aéronef est équipé d'un dispositif de dégivrage pneumatique, le faire fonctionner à plusieurs reprises pour tenter de dégager la glace de l'empennage.

ATTENTION :

a) Quel que soit le réglage des volets, une vitesse excessive par rapport aux recommandations du constructeur en fonction de la configuration et des conditions ambiantes, accompagnée d'une accumulation de glace sur l'empennage, peut se traduire par un décrochage de l'empennage et un piqué ingouvernable.

b) Le fait de mal reconnaître le phénomène et d'utiliser une mauvaise procédure de correction va aggraver une situation déjà critique. Les renseignements fournis relativement à l'excursion en roulis et au décrochage de l'empennage sont de nature générale et ils peuvent ne pas convenir à toutes les configurations d'aéronef. Les pilotes doivent consulter le manuel de vol de leur aéronef pour connaître les procédures permettant de contrer ces phénomènes.

2.12.3.5 Pluie verglaçante, bruine verglaçante et grosses gouttelettes d'eau surfondues

Le mécanisme classique qui produit de la pluie ou de la bruine verglaçante en altitude se réalise lorsqu'une couche d'air chaud recouvre une couche d'air froid. La neige qui tombe dans la couche d'air chaud fond, tombe dans la couche d'air froid où elle est surfondue, puis gèle au contact d'un aéronef traversant l'air froid. Par conséquent, on retrouve habituellement la pluie et la bruine verglaçantes près des fronts chauds et des langues d'air chaud en altitude, deux phénomènes qui amènent l'air chaud à recouvrir de l'air froid. De la pluie ou de la bruine verglaçante peuvent se produire dans des fronts froids, mais c'est moins courant, et le phénomène serait moins étendu sur le plan horizontal en raison de la pente plus raide du front. La présence d'air chaud au-dessus a toujours constitué une voie de sortie possible pour les pilotes qui faisaient face à des précipitations givrantes classiques en altitude alors qu'ils montaient vers l'air chaud.

Des recherches récentes ont révélé qu'il y a d'autres mécanismes non classiques qui produisent des précipitations givrantes en altitude. Des vols ont été effectués par des avions de recherche dans de la bruine verglaçante à des températures atteignant -10 °C à des altitudes allant jusqu'à 15 000 pieds ASL. Il n'y avait aucune inversion thermique, c'est-à-dire aucune couche d'air chaud, dans un cas ou l'autre. Les pilotes doivent savoir que de graves conditions givrantes peuvent se produire dans des conditions qui n'ont rien à voir avec l'air chaud en altitude. Ils doivent aussi comprendre que s'ils se trouvent en présence d'une bruine verglaçante non classique en vol, il pourrait ne pas être possible de s'en sortir en montant immédiatement vers la couche d'air chaud. Toutefois, il est préférable de monter pour s'en sortir. Ainsi, l'avion devrait être en mesure d'atteindre une altitude audessus de la zone de la formation, tandis qu'une descente pourrait maintenir l'avion dans des précipitations givrantes. Il convient de noter que pendant la montée l'avion pourrait se rapprocher de la zone à la source du phénomène, où pourraient se trouver des gouttelettes plus petites, une teneur en eau liquide plus élevée et du givrage classique.

2.12.3.6 Détection de la présence de grosses gouttelettes d'eau surfondues en vol

Les indices visuels qui permettent à l'équipage de conduite de savoir que l'avion vole à un endroit où des grosses gouttelettes d'eau surfondues sont présentes varient d'un type à l'autre. Les exploitants doivent consulter les constructeurs afin d'être en mesure de cerner les indices visuels propres à l'appareil qui est exploité. Il y a, néanmoins, certains indices généraux que les pilotes devraient connaître :

a) la présence de glace sur l'extrados ou l'intrados de l'aile, derrière la zone protégée par le dispositif de dégivrage; des lignes irrégulières ou entrecoupées de glace ou des morceaux qui se détachent;

b) l'adhérence de glace à des casseroles d'hélice non chauffées, plus à l'arrière qu'en temps normal;

c) la présence de cristaux de glace granulaire ou un recouvrement complet translucide ou opaque des parties non chauffées des pare-brise et des fenêtres latérales; ce phénomène peut s'accompagner de traces de glace sur les fenêtres, comme des cordons. Ces derniers peuvent se produire quelques secondes ou une demi-minute après exposition aux grosses gouttelettes d'eau surfondues;

d) une couverture inhabituellement grande de glace, des traces de glace sous la forme de doigts ou d'inflorescences sur des parties de la cellule où il n'y a normalement pas de glace; et

e) d'importantes différences entre la vitesse et le taux de montée prévus et ceux qui sont atteints pour un réglage de puissance donné.

Parmi les autres indices importants aux températures voisines du point de congélation :

a) la présence de pluie dont les gouttelettes sont très grosses. En visibilité réduite, le fait d'allumer le phare d'atterrissage et les feux de circulation au sol peut aider à déceler le phénomène. On peut aussi déceler la présence de pluie par le tambourinement que font les gouttelettes d'eau sur le fuselage;

b) l'éclaboussement des gouttelettes sur le pare-brise. Les gouttelettes de 40 à 50 microns figurant dans les critères de givrage de l'annexe C (l'Annexe C au chapitre 525 du Manuel de navigabilité donne la liste des normes de certification de tous les avions de la catégorie transport pouvant voler dans des conditions givrantes connues) sont tellement petites qu'elles ne peuvent être décelées; toutefois, les gouttelettes de bruine verglaçante peuvent atteindre des tailles comprises entre 0.2 et 0.5 mm et être visibles lorsqu'elles heurtent le pare-brise;

c) des gouttelettes ou des coulisses d'eau s'écoulant sur les fenêtres, chauffées ou non; elles indiquent une forte teneur en eau liquide, quelle que soit la taille des gouttelettes; et/ou

d) les échos du radar météorologique montrant des précipitations; chaque fois que le radar indique des précipitations à des températures voisines du point de congélation, les pilotes doivent surveiller d'autres indices de grosses gouttelettes d'eau surfondues.

2.12.3.7 Planification du vol ou compte rendu

Les pilotes doivent tirer profit de tous les renseignements à leur disposition pour éviter les conditions givrantes connues ou, à tout le moins, planifier un vol sûr dans ces conditions. Outre les FA, TAF et METAR, les pilotes doivent demander la communication des SIGMET pertinents et de tous les rapports de pilote (PIREP) le long de la route de vol prévue. Dans la mesure où elles sont disponibles, il faut étudier les cartes de temps significatif. Il faut analyser les renseignements météorologiques afin de prévoir où le givrage pourrait se produire, et déterminer les procédures de sortie possibles en cas de givrage important. Les pilotes doivent communiquer régulièrement des rapports (PIREP) détaillés chaque fois qu'ils volent dans des conditions givrantes.

2.12.4 Atterrissage sur roues d'avion léger sur surfaces recouvertes de neige

Au cours de chaque hiver, il se produit un certain nombre d'accidents d'aviation parce que des pilotes tentent de se poser sur des surfaces recouvertes d'une épaisse couche de neige avec un avion muni de roues. Dans presque tous les cas, l'avion capote.

On n'atterrira donc pas avec un appareil léger sur une surface recouverte de neige à moins de s'être assuré au préalable que la quantité de neige ne présente aucun danger pour ce genre d'opération.

2.12.5 Atterrissage des hydravions sur des surfaces enneigées

Transports Canada permettra l'utilisation d'aéronefs à flotteurs ou d'hydravions à coque sur des surfaces recouvertes de neige, aux conditions suivantes :

a) le pilote et l'exploitant auront la responsibilité de n'entreprendre de tels vols que lorsque l'état de la neige est jugé satisfaisant par suite d'essais antérieurs ou de vols expérimentaux accomplis à bord du type d'aéronef en cause;

b) il est alors interdit de transporter des passagers; et un examen minutieux de la base des flotteurs ou de la coque doit être fait immédiatement après chaque vol. De plus, tous les montants et leurs raccords, tous les accessoires et tout le haubanage des ailes ainsi que les flotteurs de bout d'aile et leurs garnitures, devraient aussi être inspectés.

Les hydravions ne doivent atterrir sur des aires enneigées ou en décoller que si la neige forme une couche épaisse et ferme ne présentant pas d'amoncellements ni de croûte épaisse.

Il ne faut pas entreprendre de vol si de la glace ou de la neige adhère à la surface inférieure des flotteurs ou de la coque. Lorsqu'un atterrissage ou un atterrissage forcé d'un aéronef à flotteurs ou à skis est effectué dans des conditions de neige vierge, il est recommandé de suivre la procédure décrite à AIR 2.11.4.

2.12.6 Conditions d'eau miroitante ou de neige vierge

Conditions d'eau miroitante ou de neige vierge Dans certaines conditions de surface et de lumière, il est à peu près impossible d'apprécier l'altitude en atterrissant sur la neige ou en amerrissant. Les méthodes utilisées pour atterrir sur un plan d'eau miroitante sont décrites à AIR 2.11.4.

2.12.7 Temps laiteux et conditions de voile blanc

La perception de la profondeur et les repères visuels sont essentiels pour les pilotes qui volent à vue. Certains phénomènes ou conditions météorologiques peuvent nuire à la capacité d'une personne à conserver une bonne perception de la profondeur et des repères visuels. Ces conditions posent un défi important pour l'aviation, exigeant à la fois une grande vigilance et des compétences spécialisées des pilotes. Il est primordial de bien les comprendre et d'adopter des stratégies de sécurité rigoureuses afin d'en réduire les risques.

Le temps laiteux est une illusion d'optique qui altère la perception de la profondeur et réduit le contraste visuel chez les pilotes. On ne peut discerner ni l'horizon, ni les ombres, ni les nuages; on perd le sens de la profondeur et de l'orientation; on ne peut voir que les objets très sombres situés tout près. Ces conditions sont associées à un ciel uniformément couvert, qui bloque la visibilité des repères fiables du terrain. De telles conditions peuvent se produire partout dans le monde, principalement dans les régions enneigées. Le temps laiteux peut complètement masquer les caractéristiques du relief, empêchant ainsi le pilote d'évaluer correctement les distances et les vitesses de rapprochement. En raison de la réflexion uniforme de la lumière, cela peut donner au pilote l'illusion de voler en palier alors que l'aéronef est en montée ou en descente.

La lumière achemine au cerveau les messages de perception de la profondeur sous la forme de couleur, d'éclat, d'ombre, etc. Tous ces éléments ont un point commun, à savoir qu'ils sont tous modifiés par la direction de la lumière et les variations d'intensité de celle-ci. Lorsque nous voyons des ombres se former sur l'un des côtés des objets, nous en déduisons inconsciemment que la lumière vient du côté opposé. Ainsi la nature nous fournit un grand nombre d'indices visuels qui nous aident à discerner les objets et à évaluer les distances. Mais que se passe-t-il si l'on supprime tous ces indices? Supposons que les objets et le sol sur lequel ils reposent soient tous entièrement blancs. De plus, supposons qu'ils soient éclairés par une lumière diffuse, filtrée par la couche nuageuse, qui est réfléchie dans toutes les directions par la surface blanche, de sorte que toute ombre disparaît. Il n'y aurait virtuellement plus aucun indice visuel sur le terrain et l'œil ne discernerait plus les détails de la topographie du terrain.

Comme défini en météorologie, le terme voile blanc désigne une situation où une personne est plongée dans une lueur

uniformément blanche, causée par la présence de poudrerie environnante. Dans ces conditions, il n'y a ni ombres, ni horizon, ni nuages visibles, ce qui entraîne une perte totale de la profondeur de champ et de l'orientation. Privée de tout repère visuel, la situation devient critique et dangereuse. Une situation similaire peut se produire dans des environnements chargés de poussière et de sable; on utiliserait alors le terme voile brun pour désigner cette condition.

Conditions de vol pour les hélicoptères en vol VFR

Un vol effectué dans des conditions de temps laiteux, en l'absence de repères visuels adéquats, équivaut à un vol en IMC. Sans un hélicoptère adéquatement équipé, notamment de systèmes de stabilisation, de sensation d'effort ou de compensation d'efforts, et sans une formation appropriée, la capacité à maintenir le contrôle de l'hélicoptère peut être compromise. En IMC, en raison des conditions de temps laiteux et de l'absence de repères visuels, les minimums de VMC ne sont plus respectés. La plupart des accidents d'hélicoptères survenant en conditions de temps laiteux, après la perte des repères visuels, révèlent que l'hélicoptère était certifié uniquement pour des opérations VFR.

Les hélicoptères certifiés exclusivement pour les opérations VFR sont généralement dépourvus de systèmes d'assistance au pilotage, tels que des systèmes de stabilisation, de sensation d'effort ou de compensation d'efforts. En conséquence, ces hélicoptères présentent une stabilité inhérente réduite. La perte momentanée des repères visuels extérieurs, même brève, entraîne trop souvent une perte de contrôle de l'appareil.

Le délai pour effectuer la transition des repères visuels vers les instruments, sans perte de contrôle après la perte des repères visuels, est inférieur à une minute pour un aéronef. Ce délai est encore plus court, environ un tiers de ce temps, pour un hélicoptère dépourvu de systèmes de stabilisation, de sensation d'effort ou de compensation d'efforts. Par conséquent, lorsqu'un pilote perd ses repères visuels, il dispose d'un laps de temps extrêmement réduit pour effectuer la transition du vol à vue au vol aux instruments.

Le temps nécessaire pour réagir à la perte des repères visuels et recentrer son attention sur les instruments de vol se traduit souvent par une assiette anormale, accompagnée d'un taux de descente élevé, qu'il est extrêmement difficile à corriger dans le court laps de temps disponible.

Survol d'un vaste plan d'eau ou d'une étendue enneigée

L'une des conditions de vol pouvant entraîner la perte de repères visuels est le survol d'une vaste étendue enneigée, telle qu'un lac, sans horizon bien défini. La perte de repères visuels extérieurs, en l'absence d'un horizon bien défini lors du survol d'un lac, est plus fréquente en hiver, mais peut également survenir en été.

L'absence d'un horizon bien défini et de repères au sol sur de vastes étendues enneigées ou de vastes étendues d'eau peut induire des illusions d'optique. Lors du survol d'une étendue d'eau, la nature de la surface, qu'il s'agisse d'un plan d'eau miroitant ou d'une eau en mouvement, peut générer des illusions d'optique distinctes.

Lorsqu'un pilote est confronté à une illusion d'optique en vol, même à bord d'un hélicoptère équipé de systèmes de stabilisation et de compensation d'efforts, la transition vers le pilotage aux instruments, tout en luttant contre l'illusion, est particulièrement difficile. En l'absence de systèmes de stabilisation et de compensation d'efforts, le pilotage d'un hélicoptère dans des conditions de perte de repères visuels devient extrêmement difficile, voire presque impossible, et risque fortement d'entraîner une assiette anormale.

Selon de nombreux rapports d'accidents publiés par le BST impliquant des collisions avec le relief, les hélicoptères évoluaient fréquemment à des altitudes inférieures à 500 pi AGL. Le vol à basse altitude constitue souvent une stratégie adoptée par le pilote pour conserver des repères visuels extérieurs. Dans l'un des accidents, l'hélicoptère présentait un taux de descente de 1 049 pi/min alors qu'il évoluait à une altitude de seulement 310 pi AGL. À une altitude de 310 pi AGL, un taux de descente de 1 049 pi/min laisse au pilote environ 17 s avant l'impact avec le sol.

Pour sortir d'une assiette anormale, le pilote doit corriger l'assiette en tangage et l'assiette latérale ainsi que régler la puissance et les pédales, au besoin. Ces corrections et réglages doivent être effectués immédiatement, tout en maintenant l'orientation spatiale.

Il est extrêmement difficile de se remettre d'une perte de contrôle, résultant de la perte des repères visuels, tout en maintenant l'orientation spatiale.

Prise de décisions du pilote

Afin de conserver des repères fiables au-dessus d'une étendue d'eau sans horizon net, le pilote doit garder en permanence un contact visuel avec la rive.

Lors de la traversée d'une vaste étendue enneigée sans horizon bien défini, le pilote doit impérativement conserver des repères visuels au sol, tels que des rochers, des arbres, etc. Tout en surveillant ses repères au sol, le pilote doit anticiper leur éventuelle disparition et être prêt à rebrousser chemin à tout moment. La réduction visuelle des repères au sol ne peut jamais être telle qu'elle compromette la capacité d'effectuer un demi-tour. En raison du changement d'assiette induit par un virage, il est essentiel de toujours maintenir les repères visuels au sol dans son champ de vision.

Tout risque de perte de repères visuels constitue une menace pour la sécurité. Il doit être anticipé et atténué avant qu'il ne se transforme en erreur.

Voile blanc auto-induit

Le voile blanc auto-induit survient généralement lors des phases de décollage ou d'atterrissage d'un hélicoptère sur une surface enneigée. L'effet de souffle généré par le rotor principal provoque la mise en suspension de particules de neige, qui tourbillonnent ensuite dans le flux du rotor. L'intensité de ce phénomène varie en fonction de la quantité de neige qui tourbillonne sur la surface. Ce phénomène peut survenir même par temps clair, sous un ensoleillement intense et avec un contraste visuel optimal. Toutefois, lorsqu'il se manifeste, il peut entraîner une perte complète des repères visuels du relief. Si le pilote n'a pas anticipé cette réduction soudaine de la visibilité, les conséquences peuvent être désastreuses.

Techniques d'atterrissage et de décollage visant à atténuer le voile blanc et le voile brun

Au cours des opérations hivernales, les hélicoptères sont exposés à un risque important lors des décollages, des atterrissages et du vol stationnaire lorsque le sol est recouvert de neige fraîche ou légère. Le souffle du rotor peut produire des tourbillons de neige, qui réduisent considérablement la visibilité et créent des conditions de voile blanc. Les techniques suivantes sont reconnues comme pratiques courantes dans l'industrie. Pour chaque technique décrite, se reporter au manuel de vol du constructeur du giravion pour les limites d'utilisation et des données de performances opérationnelles.

Avant d'essayer les techniques suivantes, il est recommandé de suivre une formation auprès d'un instructeur de vol qualifié.

Atterrissage : technique du vol stationnaire haut

Avant d'utiliser cette technique, il faut s'assurer que la masse de l'hélicoptère permettra un vol stationnaire hors de l'effet de sol et que la puissance disponible sera suffisante pour manœuvrer. Si l'hélicoptère vole en air limpide avant l'approche, il faut actionner les circuits d'antigivrage de l'hélicoptère (s'il en est équipé) avant d'entrer dans la neige tourbillonnante.

Il faut planifier l'approche afin d'arriver en vol stationnaire haut au-dessus du site d'atterrissage. L'altitude à laquelle s'effectue le vol stationnaire peut être équivalente à plusieurs diamètres du rotor au-dessus du sol selon les conditions d'enneigement, la masse de l'appareil, le diamètre du rotor et le type d'hélicoptère.

Lors du vol stationnaire haut, de la neige commencera à tourbillonner sous l'hélicoptère et voilera le site d'atterrissage. Cette neige tourbillonnante se soulèvera aussi sous l'hélicoptère; il faut s'assurer de rester au-dessus de la neige qui s'élève et attendre de voir apparaître clairement des points de repère sous l'hélicoptère. Cela pourrait prendre jusqu'à une minute. Ces points de repère se situent directement sous l'appareil, près de la fenêtre latérale du pilote et à l'intérieur du diamètre du disque du rotor. Une fois que des points de repère bien visibles sont en vue, il suffit d'effectuer une lente descente verticale jusqu'à l'atterrissage. Si, à tout moment au cours de la descente, on risque de perdre le point de repère de vue, il faut interrompre la manœuvre. Une remontée pourrait s'avérer nécessaire. La technique d'atterrissage à l'aide d'un repère vertical situé sous la fenêtre latérale du pilote nécessite une formation supplémentaire de la part d'un instructeur avant d'être tentée.

Atterrissage : technique sans vol stationnaire

Pour utiliser cette technique, il faut s'assurer que la surface est plane. La poudrerie peut avoir formé un banc de neige et la pente formée par la neige peut dépasser la limite de la pente d'atterrissage de l'hélicoptère.

L'objectif est d'effectuer l'approche à une vitesse suffisante qui permet de devancer la neige tourbillonnante et de se poser sans vol stationnaire avant que la neige n'enveloppe l'hélicoptère et ne produise des conditions de voile blanc. La technique nécessite donc une approche à faible pente. Cette technique est utilisée de façon optimale sur une hélisurface ou une piste pavée. Lorsqu'elle est utilisée sur une hélisurface, elle nécessite une excellente synchronisation; on n'a généralement qu'une seule chance de réussir ce type d'atterrissage.

Cette technique peut également être utilisée pour éviter les conditions de voile brun. Comme les conditions de voile brun ne diminuent normalement pas avec le temps pendant le vol stationnaire, la technique pourrait permettre l'atterrissage avant la perte des points de repère.

Comme pour toute technique d'atterrissage en visibilité limitée, les pilotes doivent être prêts à interrompre l'approche à tout moment si les repères visuels deviennent trop difficiles à voir.

Sur une piste, si la couche de neige est légère et sèche, un atterrissage glissé court peut être acceptable pour un hélicoptère sur patins.

Si l'hélicoptère est muni de trains d'atterrissage, une technique similaire peut s'appliquer, mais sur une distance plus longue. L'enneigement devrait aussi être léger (moins qu'approximativement 5 cm) et composé de neige sèche et peu dense. La neige épaisse ou lourde peut imposer une charge excessive sur les trains d'atterrissage. Le pilote doit d'abord immobiliser complètement l'hélicoptère puis circuler au sol avec prudence.

Cette technique n'est pas recommandée la nuit en raison de l'obscurité qui, conjointement avec les conditions météorologiques, réduit la capacité du pilote à acquérir les repères visuels appropriés requis pour la perception de la profondeur lors de l'atterrissage.

Décollage vertical

Lors de décollages dans des conditions propices aux tourbillons de neige, il faut augmenter suffisamment la puissance pour souffler la neige tout en maintenant l'hélicoptère au sol. Il est essentiel de maintenir la puissance jusqu'à l'obtention de bons repères visuels. Il faut être patient, cela pourrait prendre jusqu'à une minute.

Une fois de bons repères visuels établis, il faut s'assurer que les patins ou les roues ne sont pas gelés au sol avant le décollage afin d'éviter tout basculement dynamique. Il faut effectuer un décollage vertical pour rester à l'écart des tourbillons de neige durant le reste de la procédure de départ. Le décollage doit être lent et progressif, de manière à ne jamais perdre de vue les bons repères visuels. Si, à tout moment avant d'avoir obtenu une visibilité horizontale suffisante, les repères visuels deviennent plus difficiles à voir, il faut interrompre le décollage.

Dans certaines conditions graves de voile blanc, le décollage peut nécessiter l'utilisation d'un repère vertical situé près de la fenêtre latérale du pilote et en dessous de celle-ci. La technique de décollage à l'aide d'un repère vertical situé sous la fenêtre latérale du pilote nécessite une formation supplémentaire de la part d'un instructeur avant d'être tentée.

Décollage sur la lancée

Ce qui suit s'applique aux hélicoptères munis de roues qui décollent d'une piste. Avant de commencer le roulement pour le décollage, il faut augmenter la puissance pour dégager la neige autour de l'hélicoptère; cela permettra d'établir des repères visuels clairs pour le début du roulement pour le décollage. Lorsque le pilote est prêt à décoller, il faut qu'il applique suffisamment de puissance pour que l'hélicoptère accélère au-delà de la zone de neige tourbillonnante. Une fois au-delà de la neige

tourbillonnante, il faut qu'il procède avec le décollage et puis qu'il accélère jusqu'à la vitesse de montée normale tout en suivant le profil de montée standard. Il faut utiliser cette technique lorsque l'enneigement est faible (moins qu'approximativement 5 cm) et que la neige est relativement sèche. La neige épaisse ou lourde peut imposer une charge excessive sur les trains d'atterrissage.

Références :

- Federal Aviation Administration. « Flying in Flat light and Whiteout Conditions, » *Library of FAA* [contenu de bibliothèque Web], URL : https://www.faasafety.gov/gslac/alc/libview_normal.aspx?id=6844 [cité le 2 juin 2026] (en anglais seulement).
- Laporte, R. « Techniques d'atterrissage et de décollage sur la neige, » *Sécurité aérienne — Nouvelles* [publication Web], URL : https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/asl_1_2017f.pdf [cité le 2 juin 2026].
- Kowalski, J. « Gestion des risques présentés par la lumière plate, » Sécurité aérienne — Nouvelles [publication Web], URL : https://tc.canada.ca/sites/default/files/2024-12/SAN_4-2024.pdf [cité le 2 juin 2026].

2.13 Opérations dans les régions montagneuses

Quand un vol doit se dérouler dans les régions montagneuses, on insiste sur l'importance d'une formation, des procédures et d'une planification pré-vol pertinentes.

Dans la Région du Pacifique, l'effet combiné de la grande chaîne de montagnes et de l'océan Pacifique adjacent est à l'origine des conditions météorologiques extrêmement changeantes et d'une variété de situations météorologiques. Parmi les facteurs susceptibles d'influer sur la performance des aéronefs et que l'on doit prendre en considération lorsqu'on vole dans ces conditions, citons :

a) l'altitude de l'aéroport;

b) la température et la pression;

c) la turbulence et l'effet du vent;

d) la détermination de procédures de décollage sûres permettant de franchir les obstacles et le relief élevé qui s'interpose.

Dans la région montagneuse de l'Ouest, les routes VFR peuvent être représentées par des losanges sur les cartes de navigation à vue des pilotes. Les routes sont représentées ainsi pour faciliter la tâche de planification des vols du pilote. Les losanges ne signifient pas qu'il existe un certain nombre d'installations et de services particuliers le long de la route. Les pilotes sont avertis que l'utilisation des routes indiquées de la sorte ne les exempt pas de bien planifier leur vol ou de faire preuve de professionnalisme au cours du vol prévu. Il est toujours possible d'évoluer sur les routes secondaires non représentées, cependant il appartient au commandant de bord de décider de la route et des conditions de son vol prévu.

2.14 Opérations de vol dans les régions inhospitalières du Canada

Voir la sous-partie 1.5 du chapitre GEN de l'*AIP Canada*.

2.14.1 Aéronefs monomoteurs effectuant des vols dans le nord du Canada

Voir la sous-partie 1.5 du chapitre GEN de l'*AIP Canada*.

2.15 Vols de nuit

Il y a de nombreux risques associés à l'utilisation d'un aéronef la nuit lorsque les problèmes d'orientation, de navigation et de conditions météorologiques peuvent être grandement accentués. Le décollage et l'atterrissage peuvent devenir extrêmement dangereux pour un pilote effectuant un vol VFR ou un vol IFR.

En raison de l'absence de repères visuels externes, diverses illusions peuvent survenir la nuit. La meilleure solution pour un pilote, s'il n'est pas titulaire d'une qualification aux instruments, consiste à recevoir une formation aux instruments, à se méfier des illusions et à connaître les mesures pour les contrer.

2.16 Contrôle de la trajectoire verticale pendant une approche de non-précision (NPA)

2.16.1 Impact sans perte de contrôle (CFIT)

Le CFIT est toujours un risque important pour la sécurité de l'aviation civile au Canada. Le groupe de travail sur les CFIT de l'OACI a reconnu que l'exécution d'une approche finale stabilisée dans le cadre d'une NPA peut aider à prévenir les CFIT. La technique de descente par paliers présupposée dans la procédure NPA telle que celle-ci a été conçue originalement convenait peut-être aux avions de transport à pistons, mais elle convient moins bien aux avions de transport à réaction de gros tonnage.

Selon la technique de descente par paliers, l'aéronef effectue une série de descentes verticales durant le segment d'approche finale; il exécute alors des descentes et des mises en palier aux altitudes minimales de vol IFR publiées pour chaque segment de l'approche en question. Les descentes et les mises en palier successives donnent lieu à des changements importants de réglage de puissance et d'assiette longitudinale, ce qui, pour certains aéronefs, empêche la mise en configuration d'atterrissage avant que l'atterrissage ne soit assuré. Lorsque le pilote a recours à cette technique, il peut devoir descendre aux altitudes IFR minimales pour chaque segment de l'approche, ce qui l'expose à un espacement réduit par rapport aux obstacles pendant de longues périodes. Une descente prématurée ou une mise en palier manquée pourrait entraîner un CFIT.

De nombreux exploitants aériens demandent à leurs équipages de conduite d'utiliser une technique d'approche stabilisée qui diffère complètement de celle prévue dans la conception originale de la procédure NPA. L'approche stabilisée en question est calculée de manière à obtenir un taux de descente constant suivant une trajectoire dont l'angle est d'environ 3°, et selon une vitesse, un réglage de puissance et une assiette stables, et ce, avec l'aéronef

en configuration d'atterrissage. De nombreuses organisations, notamment l'OACI, la FAA et TCAC, ont reconnu les avantages sur le plan de la sécurité qu'offre cette approche finale stabilisée. Les exploitants aériens qui ne l'ont pas encore fait sont invités à intégrer les procédures d'approche stabilisée à leurs SOP et à leurs programmes de formation.

ATTENTION :
La prudence est de mise lorsque le pilote descend au-dessous de la MDA en suivant une trajectoire verticale calculée par un FMS. Contrairement aux approches avec guidage vertical, dont les OCS sont vérifiées au-dessous de la DA, les OCS des procédures LNAV au-dessous de la MDA n'ont PAS été évaluées. Par conséquent, il se peut que des obstacles fassent saillie sur la trajectoire de vol établie par ordinateur. Il est rappelé aux pilotes d'effectuer un balayage visuel pour repérer les obstacles avant d'effectuer une descente au-dessous la MDA.

Les VASI et PAPI sont étalonnés pour une trajectoire verticale géométrique définie. Par temps froid, une trajectoire barométrique verticale calculée par un FMS sans compensation de la température pourrait être inférieure à celle d'un VASI ou PAPI étalonné. Par temps plus chaud, la trajectoire barométrique verticale calculée par un FMS sera plus élevée que celle d'un VASI ou PAPI étalonné. Les pilotes devraient être conscients de cette limite et en tenir compte pour leur approche.

2.16.2 Approche stabilisée

Une approche est jugée stabilisée si elle satisfait aux conditions connexes qui sont habituellement définies par un exploitant aérien dans le manuel d'exploitation de la compagnie ou les SOP. Les conditions en question peuvent être associées :

a) à la plage de vitesses propre au type d'aéronef;

b) au réglage de puissance propre au type d'aéronef;

c) à la plage d'assiettes propre au type d'aéronef;

d) aux configurations propres au type d'aéronef;

e) à la tolérance aux écarts des altitudes de franchissement;

f) au taux de descente;

g) à l'exécution des listes de vérifications et aux exposés des équipages de conduite.

Les procédures d'approche stabilisée devraient être définies pour toutes les approches, et elles peuvent préciser :

a) qu'un profil de vol devrait être stabilisé à une altitude au-dessus du seuil de piste n'étant pas inférieure à 1 000 pi dans des conditions IMC;

b) qu'un profil de vol devrait stabilisé à une altitude au-dessus du seuil de piste n'étant pas inférieure à 500 pi;

c) que le vol devrait demeurer stabilisé jusqu'à l'atterrissage;

d) qu' une remise des gaz est nécessaire si un profil d'approche n'est pas stabilisé conformément aux présentes exigences ou si, ultérieurement, celui-ci cesse d'être stable.

2.16.3 Techniques de contrôle de la trajectoire verticale

Habituellement, l'une des trois techniques de contrôle de la trajectoire verticale peut servir à l'exécution d'une NPA :

a) descente par paliers; angle de descente constant;

b) approche stabilisée avec angle de descente constant (SCDA).

NOTE :
L'angle de descente constant correspond à la descente à angle constant de l'OACI, et la SCDA est considérée comme une forme de l'approche finale en descente continue (CDFA) de l'OACI. Afin de respecter la terminologie ayant déjà cours au sein de l'industrie de l'aviation civile au Canada et d'assurer une normalisation en fonction des cartes de NAV CANADA, la terminologie susmentionnée a été adoptée.

Bien que les procédures de NPA ne soient pas intrinsèquement dangereuses, l'utilisation d'une technique de descente par paliers pour effectuer une NPA comporte des risques d'erreur. Par conséquent, une telle technique est déconseillée si d'autres méthodes peuvent être utilisées. Lorsque les équipages de conduite ont recours à une technique de descente par paliers pendant le segment d'approche finale, ils suivent un profil vertical instable. Ils doivent alors effectuer des descentes et des mises en palier aux altitudes minimales publiées pour chaque segment de l'approche puis, s'ils établissent le contact visuel requis, ils peuvent passer de la MDA à l'atterrissage.

Les risques associés à l'exécution d'une NPA peuvent être atténués par l'utilisation d'un profil vertical angulaire au lieu de la technique de descente par paliers décrite précédemment. L'utilisation d'un profil vertical angulaire accroît les chances d'exécuter l'approche de manière stabilisée.

Lors de l'exécution d'une NPA à l'aide d'un profil vertical angulaire, la trajectoire de descente verticale peut être interceptée avant le FAF, à une altitude plus élevée que prévu.

Idéalement, l'angle de la trajectoire verticale est tiré d'une carte d'approche. Si la carte d'approche n'indique pas un angle de descente constant publié, il est possible de calculer un tel angle à l'aide d'une méthode approuvée fournie aux équipages de conduite et provenant des SOP de l'exploitant aérien, ou de tableaux comme ceux qui se trouvent dans l'appendice 1 de la CI 700-028. Les équipages de conduite doivent être conscients des risques associés au calcul manuel de l'angle de descente, car une erreur de calcul pourrait mener à l'utilisation d'un mauvais angle de descente. Il est fortement recommandé aux équipages de conduite de bien maîtriser le calcul manuel des angles de descente, et ce, avant d'avoir à faire de tels calculs en vol lorsque la charge de travail est élevée.

Quelle que soit la technique de contrôle de la trajectoire verticale utilisée pendant une NPA, la partie « virage » latéral d'une approche interrompue ne peut pas être exécutée avant le MAP. De plus, l'approche ne peut ne pas être assurée pour le franchissement d'obstacles en dessous de 400 pi AAE pour des procédures conventionnelles et au-dessus de 500 pi pour les procédures RNP, notamment la RNAV (GNSS) et la RNAV (RNP). Toutefois, la montée effectuée dans le cadre d'une procédure

d'approche interrompue peut commencer à n'importe quel point d'une approche finale. En outre, par temps froid, il faut corriger toutes les altitudes minimales en fonction de la température, quelle que soit la technique de contrôle de la trajectoire verticale utilisée.

Sauf dans le cas d'un exploitant aérien menant des opérations conformément à une exemption de l'application de l'alinéa 602.128(2)b) du RAC, un équipage de conduite ne peut pas descendre sous la MDA s'il n'a pas établi la référence visuelle nécessaire à l'atterrissage. Afin de respecter l'exigence en question, il peut être nécessaire de corriger la MDA pour s'assurer que l'aéronef ne descendra pas sous celle-ci pendant la transition entre la descente et la montée prescrite dans une procédure d'approche interrompue.

Pour faciliter la descente stabilisée, certains systèmes avioniques, comme ceux pouvant utiliser un système baro-VNAV et un WAAS, peuvent calculer un profil vertical et fournir le guidage nécessaire pour suivre ce profil. Dans le cadre d'une NPA, le guidage vertical généré par le système de navigation est présenté sous forme d'avis seulement. Les équipages de conduite doivent se fier à l'altimètre barométrique comme source de référence principale en vue de déterminer l'altitude et de s'assurer de respecter toute restriction d'altitude. Il faut porter une attention toute particulière quand on suit l'avis de guidage vertical généré par l'équipement à capacité WAAS. Les équipages de conduite devraient se référer aux guides ou aux limites d'utilisation du fabricant.

Des renseignements supplémentaires et des descriptions concernant les techniques disponibles pour réaliser la partie verticale d'une NPA sont donnés dans la CI 700-028. <https://tc.canada.ca/fr/aviation/centre-reference/circulaires-information/circulaire-information-ci-no-700-028> ainsi que dans le CAP, dans le chapitre Pages générales (CAP GEN), publié par NAV CANADA (voir la sous-partie MAP 4.2).

AIR

3.0 Renseignements médicaux

3.1 État de santé général

La santé du pilote est un élément aussi essentiel à la sécurité du vol que l'état mécanique de son aéronef. Il n'existe pas de règlements spécifiques pour déterminer si un pilote est apte au vol, pas plus qu'il n'existe de vérifications pré-vol sur son aptitude. Par conséquent, le pilote doit prendre cette décision avant chaque vol en se basant sur le bon sens et sa propre expérience. Un pilote aux commandes d'un aéronef doit être exempt de toute condition pouvant nuire à sa vivacité d'esprit, ses réflexes et sa capacité décisionnelle. Un certificat médical ne peut être émis aux personnes souffrant de maladies susceptibles de provoquer une incapacité subite, telles que l'épilepsie, les maladies cardiaques, le diabète sucré nécessitant l'usage d'insuline ou les maladies mentales avant que leur cas soit revu par la Médecine aéronautique civile. Les conditions telles que l'anémie, les infections aiguës, les problèmes gastro-intestinaux entraînent une interdiction de vol temporaire. En cas de doutes quant à votre état de santé, consultez votre médecin ou un médecin-examinateur de l'aviation civile (MEAC).

3.1.1 Rapports médicaux obligatoires

Les pilotes doivent se rappeler que l'article 6.5 de la Loi sur l'aéronautique exige qu'ils dévoilent au médecin ou à l'optométriste avant l'examen le fait qu'ils sont titulaires d'une licence de pilote. L'article 6.5 exige en outre que le médecin ou l'optométriste en question informe le Ministre de tout résultat pouvant constituer un risque pour la sécurité aérienne.

L'article 6.5 reconnaît enfin que le pilote est présumé avoir consenti à ce que le médecin ou l'optométriste informe le Ministre de toute constatation de son état pertinente à l'aviation.

3.2 Facteurs médicaux particuliers

3.2.1 Hypoxie

La définition littérale de l'hypoxie est "une insuffisance en oxygène". L'hypoxie implique donc un déficit suffisant d'oxygène pour que le corps cesse de fonctionner normalement. Le début est insidieux est peut être accompagné d'une sensation de bien être, appelée euphorie. Même une légère hypoxie gêne la vision nocturne et ralentit le temps de réaction. L'hypoxie plus grave entrave le raisonnement, engendre une fatigue inhabituelle et finalement cause une perte de conscience. Il existe quatre différents types d'hypoxie : tous sont pertinents à l'aviation et méritent d'être considérés.

Hypoxie hypoxique

L'hypoxie hypoxique est la conséquence d'une insuffisance d'oxygène dans le sang. Chez les pilotes, cette hypoxie se produit souvent en altitude (hypoxie hypobarique). À basse altitude, la pression partielle de l'oxygène dans l'atmosphère est suffisante pour assurer le fonctionnement optimal du cerveau. La pression atmosphérique et la pression partielle de l'oxygène baissent au fur et à mesure que l'altitude augmente. À 8 000 pi ASL (2 440 m), certaines personnes peuvent ressentir une légère augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire. À partir de 10 000 pi ASL (3 050 m), la pression partielle de l'oxygène est suffisamment basse pour que tous les pilotes ressentent une hypoxie légère et que certains deviennent symptomatiques. Les pilotes volant à cette altitude ou à une altitude supérieure devraient être conscients des difficultés inhabituelles qu'ils ont à accomplir les calculs de routine et prendre des mesures correctives nécessaires en cas de difficultés. Pour éviter l'hypoxie, ne volez pas au-dessus de 10 000 pi ASL (3 050 m) sans oxygène supplémentaire ou dans une cabine non pressurisée.

Hypoxie anémique

L'oxygène dans le sang est transporté par l'hémoglobine, qui se trouve dans les globules rouges. Lorsque le nombre de globules rouges est bas, ou que l'hémoglobine est anormale, moins d'oxygène est transporté par le sang. C'est ce qui peut se produire, entre autres, en cas d'hémorragie majeure, dans certains cas de cancers, ou en cas de drépanocytose, ou d'empoisonnement par monoxyde de carbone. Les personnes souffrant d'anémie peuvent remarquer des symptômes (essoufflement, fatigue, douleur thoracique), symptômes qui s'aggraveront avec l'altitude,

puisque les effets de l'hypoxie et de l'anémie se cumulent.

Ischémie hypoxique/hypoxie stagnante

Le terme ischémie fait référence à une alimentation sanguine insuffisante. L'ischémie hypoxique se produit quand la circulation sanguine vers les tissus organiques est inadéquate. Elle peut se produire par la constriction des vaisseaux sanguins (comme c'est souvent le cas par exemple lors d'une exposition au froid des doigts et orteils), mais aussi lorsque la pression sanguine et le débit cardiaque sont bas (évanouissement), ou lors d'une exposition à de fortes accélérations soutenues (hypoxie stagnante). La thérapie par oxygénation n'est pas très efficace contre ce type d'hypoxie. Le meilleur remède est de corriger la cause sous-jacente.

Hypoxie histotoxique

L'hypoxie histotoxique fait référence à l'incapacité des cellules du corps à utiliser l'oxygène disponible. Ce type d'hypoxie est rare chez les pilotes, mais peut se produire dans certaines conditions telles que l'empoisonnement au cyanure ou à des produits chimiques, l'intoxication à certains médicaments, mais aussi quand le taux d'alcool dans le sang est élevé.

3.2.2 Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide et l'un des produits d'une combustion incomplète. L'hémoglobine, substance chimique permettant le transport de l'oxygène dans le sang, absorbe le monoxyde de carbone 200 fois plus rapidement qu'elle n'absorbe l'oxygène. Par conséquent, même la présence d'une quantité infime de monoxyde de carbone dans le poste de pilotage, souvent en provenance de gaz d'échappement mal évacués, peut causer une incapacité du pilote.

Les symptômes d'empoisonnement au monoxyde de carbone se manifestent sournoisement. La personne atteinte éprouve d'abord de la difficulté à se concentrer, ses idées se troublent, puis elle devient étourdie et a mal à la tête. Un pilote qui ressent l'un de ces symptômes devrait couper le chauffage, ouvrir la ventilation et, s'il peut le faire en toute sécurité, descendre à une altitude inférieure. S'il dispose d'oxygène, il devrait en prendre. Si le pilote soupçonne une fuite du circuit d'échappement, il devrait atterrir aussitôt que possible.

Le tabac est une autre source de monoxyde de carbone. Les fumeurs ont toujours du monoxyde de carbone dans le sang, et 5 à 10 % de leur hémoglobine peuvent même en être saturés. Le sang pouvant alors transporter moins d'oxygène que la normale, les fumeurs peuvent devenir hypoxiques à des altitudes inférieures à 10 000 pi ASL (3 050 m).

Les réchauffeurs catalytiques, qui consomment de l'oxygène et produisent du monoxyde de carbone, ne devraient pas être utilisés dans un avion.

3.2.3 Hyperventilation

L'hyperventilation accompagne le plus souvent l'anxiété ou la peur, ou un effort de concentration intense, comme l'exécution d'une approche aux instruments complexe. Normalement, le rythme respiratoire est fonction de la quantité de dioxyde de carbone présente dans les poumons et le sang. L'hyperventilation a pour effet de retirer du sang le dioxyde de carbone, ce qui fait baisser son niveau en dessous de la normale. Les pilotes peuvent alors se sentir légèrement étourdis, avoir froid, et éprouver une sensation de serrement autour de la tête, des picotements, des crampes et spasmes aux mains et aux pieds. Paradoxalement, ils peuvent souvent avoir l'impression de manquer d'air. Une hyperventilation prolongée peut entraîner une perte de conscience. Les symptômes, particulièrement l'essoufflement, rappellent ceux de l'hypoxie. Il est donc préférable de prendre les mesures suivantes plutôt que de tenter d'établir un diagnostic :

a) prendre de l'oxygène supplémentaire, si disponible, à 100 %. Après 3 ou 4 inhalations profondes d'oxygène, les symptômes devraient s'atténuer sensiblement s'il s'agit d'hypoxie.

b) Si les symptômes persistent, ralentir volontairement le rythme respiratoire jusqu'à 10 à 12 respirations par minute et éviter d'inspirer profondément. Respirer lentement et profondément dans un sac en papier peut être efficace, même si cela n'est pas toujours pratique durant le vol. Maintenir un rythme respiratoire lent jusqu'à ce que les symptômes aient disparu. Il faut noter qu'à une altitude inférieure à 8 000 pi ASL (2 440 m), l'hypoxie est rarement en cause.

3.3 Mal de décompression

Au niveau du sol, les tissus organiques sont saturés d'azote, gaz inerte qui forme 80 % de l'atmosphère. Lors d'une ascension rapide, la pression barométrique externe baisse rapidement et permet à l'azote de former des petits bulles (comme c'est le cas lorsqu'on décapsule une bouteille de boisson gazeuse). Les bulles d'azote se forment dans les vaisseaux sanguins, les articulations et les muscles et autour de ceux-ci, causant ainsi douleurs et crampes (les « bends »). Elles peuvent se former aussi sous la peau causant fourmillements et picotements (« les puces et les moutons »), ou dans les poumons causant des douleurs thoraciques et un essoufflement (les « chokes »). Dans les cas graves, les sujets peuvent perdre connaissance. Les risques associés au mal de décompression augmentent avec une ascension rapide, l'âge, l'obésité, l'activité physique et les basses températures. Les vols à une altitude cabine supérieure à 20 000 pi ASL (6 100 m) ne devraient pas être tentés à moins que les membres d'équipage et les passagers n'aient reçu une initiation au vol à haute altitude. Par ailleurs, il est impératif de descendre à une altitude inférieure dès que l'on ressent les symptômes du mal de décompression.

3.4 Plongée sous-marine

Même si le mal de décompression ne se manifeste généralement pas à des altitudes inférieures à 20 000 pi ASL (6 100 m), les personnes qui volent peu de temps après avoir fait de la plongée sous-marine risquent d'en éprouver les symptômes à des altitudes beaucoup moins élevées. La pression atmosphérique sous l'eau augmente de 1 atmosphère tous les 33 pi (10 m) de profondeur,

et les plongeurs qui respirent de l'air comprimé pendant plus de quelques minutes sursaturent leurs tissus d'azote. C'est pour cela qu'au fur et à mesure que l'aéronef prend de l'altitude, des bulles d'azote risquent de se former et de causer les « bends ».

Après des plongées sans palier de décompression, il convient de s'abstenir pendant 12 heures de voler jusqu'à des altitudes de 8 000 pi ASL (2 440 m). Pour des plongées avec paliers de décompression, le délai devrait être de 24 heures. Pour les vols effectués à plus de 8 000 pi ASL (2 440 m), l'intervalle est de 24 heures, quel que soit le genre de plongée, puisque les aéronefs pressurisés peuvent avoir une panne totale de pressurisation de cabine.

3.5 Vision

La rétine de l'œil est la partie du corps humain la plus sensible à l'hypoxie, ainsi, l'un des premiers symptômes d'hypoxie est une réduction de la vision nocturne. C'est pour cela qu'il est conseillé aux pilotes qui volent de nuit d'utiliser de l'oxygène, si possible, pendant toute la durée du vol.

De nombreux facteurs agissent sur l'acuité visuelle, notamment l'hypoxie, l'empoisonnement au monoxyde de carbone, l'alcool, le tabac, certains médicaments et certaines drogues et la fatigue. Lors du passage de la lumière vive à l'obscurité, l'œil met du temps à s'adapter, ce qui peut réduire la vision nocturne. Pour faciliter l'adaptation à l'obscurité, il est conseillé aux pilotes de porter des lunettes de soleil le jour afin d'éviter la fatigue oculaire. La nuit, les lumières du poste de pilotage devraient être réglées à une faible intensité pour que l'œil reste accoutumé à l'obscurité pour bien voir à l'extérieur.

Malgré les progrès de l'électronique, il est toujours essentiel à la sécurité des vols de « voir et être vu », mais une bonne vision ne suffit pas. Elle doit être accompagnée d'une bonne technique de balayage visuel, en particulier la nuit, technique non innée et qui par conséquent s'apprend. Pour cela, le regard doit être focalisé à une distance qui permette au pilote de détecter les aéronefs suffisamment tôt pour pouvoir prendre les mesures d'évitement nécessaires. Le pilote doit donc fixer son regard sur un objet à l'horizon puis, à partir de ce point, balayer tous les secteurs du ciel, en refocalisant son regard au besoin afin d'éviter la myopie du champ visuel vide (ou myopie du ciel vide) qui peut se produire lorsqu'on regarde fixement un terrain ou une formation nuageuse sans particularité. Par un balayage volontaire de tous les secteurs du ciel, entrecoupé de courts intermèdes de focalisation sur des objets distants, le pilote pourra détecter plus efficacement les aéronefs éloignés. Il est également important de garder la verrière propre, en particulier par temps très ensoleillé. Des taches sur le pare-brise peuvent facilement éblouir et entraver la focalisation sur les objets éloignés.

La même technique de balayage visuel s'applique la nuit, à une différence près : les parties de l'œil les mieux adaptées à la vision nocturne ne sont pas situées au centre de l'œil. Tout objet décelé dans un éclairage à peine suffisant disparaîtra du champ de vision si on le regarde directement, mais, souvent, réapparaîtra si on le regarde de 10 à 15 degrés de côté.

Grâce aux progrès technologiques et à l'expérience médicale, l'acuité visuelle peut être améliorée par une multitude d'interventions différentes. La Direction de la médecine aéronautique civile suit les progrès et adapte les lignes directrices médicales utilisées pour déterminer si un pilote est apte ou non à voler afin de refléter les connaissances et l'expérience qui ne cessent d'augmenter dans cet important domaine. De l'information et les recommandations à jour sont disponibles sur le site Internet suivant : <https://tc.canada.ca/fr/aviation/aptitudes-physiques-mentales-aviation/evaluation-pilotes-controleurs-circulation-aerienne/chirurgie-oculaire-refractive>.

3.6 Malaise et douleurs à l'oreille moyenne et aux sinus

L'oreille moyenne est essentiellement une cavité fermée d'un côté par un couvercle flexible (tympan), et drainée de l'autre par un conduit étroit et droit (trompe d'Eustache). Lorsque l'aéronef prend de l'altitude, l'air contenu dans les cavités se dilate à mesure que la pression barométrique diminue. Normalement, l'air s'échappe de l'oreille moyenne et des sinus, et le pilote ne ressent qu'un léger malaise lorsque les oreilles se débouchent soudainement. Toutefois, l'ouverture de ce conduit est étroite et, en cas de rhume de cerveau ou d'infection à la gorge, l'inflammation des muqueuses peut l'obstruer partiellement. Pendant la montée, il y a des chances que l'air parvienne à s'échapper. Cependant au cours d'une descente, surtout rapide, l'ouverture peut se refermer complètement comme un volet, empêchant l'air d'entrer dans la cavité de l'oreille moyenne. La pression croissante de l'air ambiant poussera le tympan vers l'intérieur, ce qui peut provoquer une douleur aiguë et une baisse de l'audition.

La pression dans les oreilles peut être équilibrée en ouvrant et fermant la bouche, en avalant, en bâillant ou mâchant de la gomme ou en se bouchant le nez et en expirant fermement. Si ces mesures ne suffisent pas à équilibrer la pression des oreilles (ou des sinus), il est préférable de remonter à l'altitude précédente ou du moins à une altitude supérieure (en avisant l'ATC bien entendu). Après s'être débouché les oreilles, il est alors possible de reprendre la descente graduellement, tout en continuant à se déboucher fréquemment les oreilles. Si la pression dans l'oreille moyenne est très basse par rapport à la pression extérieure, il est possible que le tympan saigne et même se déchire (barotraumatisme). En cas de barotraumatisme, le pilote devrait consulter un médecin compétent dans le domaine des problèmes aéromédicaux, aussitôt que possible après l'atterrissage.

Toute personne qui souffre d'un rhume de cerveau, d'une inflammation de la gorge ou d'allergie devrait dans la mesure du possible s'abstenir de voler jusqu'à ce que l'inflammation ait disparu. Les vaporisateurs nasaux peuvent apporter un certain soulagement, mais de façon temporaire. Un rhume ne dure généralement que quelques jours alors qu'un tympan déchiré peut prendre plusieurs semaines à cicatriser.

3.7 Désorientation

Les pilotes appellent parfois la désorientation « vertige » et veulent dire par là qu'ils ne peuvent plus distinguer le haut du bas. Au sol, l'orientation spatiale se fait à l'aide de la vue, des sensations musculaires et des organes spécialisés de l'oreille interne qui

détectent les accélérations et positions corporelles. La vue est l'élément le plus important du sens de l'orientation, mais en situation de voile blanc ou au milieu des nuages, il est parfois impossible de s'orienter par référence à l'horizon. En pareil cas, le pilote doit se fier entièrement à ses instruments et à son habileté de pilote pour contrôler l'aéronef. Le pilote ne doit en aucun cas se fier uniquement à ses sensations.

Même si les organes de l'équilibre de l'oreille interne nous fournissent des renseignements très utiles au sol, dans les airs, ces organes peuvent nous induire dangereusement en erreur. Par exemple, une fois qu'un virage est stabilisé, la sensation d'être en virage disparaît. Par conséquent, lorsqu'un pilote sort d'un virage, il peut avoir l'impression d'amorcer un virage en sens contraire et amorcer un autre virage involontairement, voire entraîner l'avion dans une vrille ou une spirale. Ce phénomène a déjà provoqué de nombreux accidents. Le pilote peut également se tromper sur sa position lorsqu'il aligne l'aéronef sur une ligne de nuages inclinée ou lorsque la ligne d'horizon est déformée ou semble être recourbée par des aurores boréales. La règle d'or en cas de désorientation est de SE FIER AUX INSTRUMENTS DE BORD!

Tous les pilotes devraient au cours de leur formation être exposés par leur instructeur à une situation de désorientation et avoir à se sortir d'assiettes anormales. Cette expérience leur permettra de mieux se sortir d'une situation accidentelle de perte d'orientation. Les pilotes sans formation de vol aux instruments doivent garder l'horizon en vue en tout temps et ne doivent jamais entreprendre de vol VFR dans des régions où le temps risque d'être mauvais ou la visibilité, faible. Une qualification de vol aux instruments ne prévient pas tous les risques de désorientation, mais la formation nécessaire à cette qualification fournit au pilote l'habileté nécessaire pour y faire face.

3.8 Fatigue

La fatigue ralentit les réflexes, diminue la concentration et entraîne des erreurs d'inattention. Les causes les plus courantes de la fatigue sont le repos insuffisant, le manque de sommeil et le surmenage physique, mais la fatigue peut être aggravée par d'autres facteurs de stress tels que les contraintes professionnelles et financières ou les problèmes familiaux, ainsi que des maladies courantes comme l'anémie, l'apnée du sommeil, la grippe et le rhume du cerveau. Les pilotes doivent être conscients des effets sournois que la fatigue aiguë ou chronique peut avoir sur leurs capacités motrices et leur jugement, et devraient éviter de voler en pareil cas. Les pilotes devraient aussi avoir une bonne hygiène de sommeil pour prévenir la fatigue. Les pilotes qui souffrent de fatigue ou de somnolence, même s'ils ne volent pas, devraient consulter leur médecin pour un examen médical complet.

Les effets de la fatigue et de l'ennui se renforcent mutuellement. Pour prévenir l'ennui, les pilotes peuvent vérifier fréquemment leur position à l'aide de repères au sol, leur consommation de carburant et garder ainsi l'esprit alerte. Ils peuvent aussi prévoir des itinéraires de dégagement ou étudier les cartes des aérodromes pertinents.

3.9 Alcool

Il ne faut jamais piloter sous l'influence de l'alcool. Il est préférable de s'abstenir de voler pendant au moins 24 heures après la dernière consommation. L'alcool a des affinités pour certaines parties du corps humain où il se concentre davantage. Par exemple, l'alcool demeure dans le liquide de l'oreille interne même après qu'il a complètement disparu du sang. Ce phénomène explique les problèmes d'équilibre associés à la « gueule de bois ». Il a été démontré grâce à des expériences en simulateur que même en petite quantité (0,05 %), l'alcool diminue les habiletés au pilotage. Le corps métabolise l'alcool à une vitesse constante qu'aucune quantité de café, de médicaments, ni d'oxygène ne peut accélérer. L'ALCOOL ET LE VOL NE FONT PAS BON MÉNAGE.

Si une personne trouve qu'elle boit trop ou rencontre des problèmes liés à l'alcool, elle doit s'abstenir de voler et demander de l'aide. Transports Canada a une politique et un cheminement de retour au pilotage par un traitement adéquat et la surveillance. Une intervention précoce et une participation active constituent ce qu'il y a de mieux pour réussir à long terme.

3.10 Médicaments, produits de santé naturels, cannabis, et autres drogues à usage récréatif

La prise de médicaments, sous une forme ou une autre, immédiatement avant ou pendant le vol peut s'avérer dangereuse. Les médicaments en vente libre, y compris les antihistaminiques sédatifs, les remèdes à base de plantes médicinales (aussi connus comme produits de santé naturels), les médicaments contre la toux, les somnifères et les coupe-faim peuvent causer de la somnolence, diminuer la vivacité d'esprit et grandement affaiblir le jugement et la coordination nécessaires au pilotage. En outre, l'affection pour laquelle le pilote prend un médicament peut en elle-même réduire l'efficacité du pilote au point de constituer un danger, même si les symptômes de cet état sont dissimulés par le médicament. Sauf sur autorisation d'un médecin-examinateur de l'aviation civile (MEAC), les pilotes devraient s'abstenir de voler lorsqu'ils sont sous l'influence de médicaments, prescrits ou en vente libre, tout comme ils devraient s'abstenir de voler sous l'influence de l'alcool.

Les contrôleurs de la circulation aérienne peuvent être particulièrement sensibles aux effets sédatifs secondaires en raison de leur obligation de s'acquitter de tâches répétitives pendant de longues périodes, souvent dans la pénombre. Les contrôleurs doivent par conséquent appliquer les mêmes restrictions que les pilotes. De plus, comme ceux-là sont plus susceptibles que les pilotes de prendre leur service alors qu'ils sont indisposés par un rhume, il est impératif d'insister sur les effets des médicaments en vente libre.

Il va sans dire que la prise de drogues récréatives n'a pas sa place en aviation, et que la prise de drogues illicites peut entraîner le refus de délivrance, le refus de renouvellement ou la suspension du certificat médical.

Le cannabis est devenu légal, pour un usage à la fois récréatif et médical, au Canada en octobre 2018, en vertu de la *Loi sur le cannabis*. Le 3 juin 2019, Transports Canada a annoncé la publication de la *Politique sur le cannabis à des fins médicales à l'Aviation civile* .

(<https://tc.canada.ca/fr/aviation/regles-generales-utilisation-vol-aeronefs/bonne-prise-decisions-pilote/legalisation-cannabis#wb-cont>)

Transports Canada définit « la consommation de cannabis » comme la consommation de tout produit de cannabis, y compris le cannabidiol (CBD), par tout moyen (fumer, vapoter, ingérer, appliquer sur la peau), à toutes fins (notamment médicales, récréatives ou autres non médicales).

Que ce soit pour une consommation récréative ou médicale, le cannabis peut potentiellement affaiblir les facultés et compromettre la sécurité aérienne.

Tous les pilotes, les mécaniciens navigants et les contrôleurs de la circulation aérienne doivent s'abstenir de consommer du cannabis pendant au moins 28 jours avant de se présenter au travail. La politique des 28 jours procure un niveau de sécurité supplémentaire aux politiques existantes, en ce sens qu'elle proscrit tout affaiblissement des facultés, tout diagnostic de trouble lié à la consommation de substances, toute habitude de consommation problématique de substances pouvant potentiellement avoir une influence sur la sécurité aérienne et toute consommation de cannabis dans les 28 derniers jours.

Cette politique ni n'empêche les exploitants aériens canadiens de mettre en œuvre d'interdictions plus strictes pour leurs employés, ni ne supprime la responsabilité des employeurs et employés de l'industrie de l'aviation de s'assurer que tout le personnel est apte au travail à chaque intervalle de service. Les équipages de conduite et les contrôleurs doivent continuer de s'interdire de travailler s'ils risquent de ne pas être aptes au service. Les pilotes, les mécaniciens navigants et les contrôleurs de la circulation aérienne ont aussi la responsabilité de respecter les lois ou règlements applicables d'autres pays où ils pourraient travailler.

La politique sur le cannabis est sujette à modification en fonction des nouvelles recherches et informations sur le cannabis qui pourrait émerger.

NOTE :
La réglementation relative à la prise d'alcool ou de drogues par les membres d'équipage est incluse dans l'annexe 2.0, *Règlement de l'aviation canadien*, du chapitre RAC (article 602.03 : <https://lois-laws.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-96-433/TexteComplet.html#s-602.03>).

3.11 Anesthésiques

Les pilotes s'interrogent souvent sur les effets des anesthésiques et sur le fait de savoir s'ils peuvent prendre les commandes après en avoir reçus. Dans le cas d'une anesthésie générale ou rachidienne, ou encore d'une chirurgie importante, les pilotes ne devraient pas voler jusqu'à ce que leur médecin les y autorise. Dans le cas d'anesthésies locales, utilisées pour les chirurgies mineures ou dentaires, il est difficile par contre de généraliser. Par ailleurs, les réactions allergiques aux anesthésiques se manifestent rapidement et, lorsque les effets de l'anesthésique se sont dissipés, le risque d'effets secondaires, aussi. Après une chirurgie dentaire majeure, comme l'extraction de plusieurs dents de sagesse, il est toutefois recommandé d'attendre au moins 24 heures avant de prendre les commandes d'un avion.

3.12 Don de sang

Chez une personne en parfaite santé, la perte de liquide engendrée par le don d'une unité de sang est normalement compensée en quelques heures. Cependant, chez certaines personnes, la perte de sang peut provoquer un déséquilibre de la circulation qui peut durer plusieurs jours. Même si les effets au sol sont négligeables, ils ne le sont pas forcément en altitude, et il peut être risqué de voler durant cette période. Les pilotes en service devraient généralement s'abstenir de donner du sang, mais s'ils décident de faire un don quand-même, ils devraient s'abstenir de voler pendant au moins 48 heures.

3.13 Immunisation

Après avoir reçu des immunisations de routine telles que celles contre la grippe ou le tétanos, les pilotes devraient rester à la clinique aussi longtemps que le personnel de la clinique le recommande (généralement de 15 à 20 minutes). S'ils se sentent bien et qu'aucun effet indésirable n'apparaît, ils peuvent reprendre leurs activités professionnelles immédiatement, sans restriction. Dans le cas contraire, ils devraient attendre 24 heures et consulter un fournisseur de soins de santé avant de reprendre les commandes. La Direction de la médecine aéronautique civile se tient au fait des avancées dans ce domaine pour pouvoir formuler des lignes directrices et recommandations au besoin.

3.14 Grossesse

Les femmes enceintes peuvent continuer à piloter jusqu'à leur 30e semaine de grossesse, à condition que celle-ci soit normale et sans complication. Il faut savoir cependant que certaines modifications physiologiques peuvent avoir une incidence sur la sécurité des vols, et que le fœtus peut être exposé à des conditions dangereuses. Ces risques doivent être connus pour que ces femmes-pilotes puissent décider de poursuivre leurs activités professionnelles en toute connaissance de cause.

Aussitôt que la grossesse est connue, elles devraient recourir aux soins prénataux d'un médecin qualifié ou d'une sage-femme et devraient informer leur fournisseur de soins de maternité qu'elles sont pilotes. En cas de problèmes avant la 30e semaine de grossesse, elles doivent avertir leur médecin régional de l'aviation (MRA).

Pendant le premier trimestre, nausées et vomissements sont courants et peuvent être aggravés par la turbulence, les émanations des moteurs et les forces d'accélération. Durant le premier et le second trimestre, il existe un risque accru de perte de conscience, mais ce risque est peu élevé quand les personnes sont en position assise. Par ailleurs, il n'est pas impossible que les sujets tolèrent moins bien les accélérations. Enfin, l'anémie peut survenir après le second trimestre et peut affecter la susceptibilité à l'hypoxie. Il faut noter cependant que l'hypoxie ne présente aucun risque pour le fœtus jusqu'à 10 000 pi ASL (3 050 m).

L'un des risques particulièrement préoccupant pour les femmes enceintes est le rayonnement cosmique, et ce, parce que le fœtus est sensible aux radiations ionisantes. La nocivité biologique de ces radiations est mesurée en équivalent de dose, dont l'unité internationale est le sievert (Sv). Un sievert est égal à 1 000 millisieverts (mSv). Il est recommandé actuellement que le fœtus ne soit pas exposé à plus de 1 mSv durant toute la grossesse, ni à plus de 0,5 mSv au cours de chaque mois de grossesse. À titre de comparaison, la limite annuelle de radiations ionisantes recommandée au travail pour un adulte est de 50 mSv, et d'une moyenne sur cinq ans ne dépassant pas 20 mSv par année.

Plus important aux pôles qu'à l'équateur, le rayonnement cosmique augmente avec l'altitude. Au cours d'un vol transpolaire à 41 000 pi ASL (12 505 m), l'exposition est estimée à environ 0,012 mSv/h, valeur qui peut néanmoins être multipliée par 10 en cas d'éruption solaire. À l'équateur par contre, l'exposition est estimée à environ la moitié, soit 0,006 mSv/h. Un vol d'Athènes à New York effectué à 41 000 pi ASL (12 505 m) correspondrait à une exposition d'environ 0,09 mSv. Un pilote volant 500 heures par an à 35 000 pi ASL (10 675 m) entre 60 et 90° de latitude serait exposé annuellement à 1,73 mSv. Même faible, le risque d'irradiation d'un fœtus n'est pas inexistant, et la décision finale revient à la femme-pilote concernée. En général, des vols courts à basses altitudes réduisent l'exposition aux radiations ionisantes. Pour d'avantage de renseignements, s'adresser au bureau médical de sa région ou consulter la circulaire d'information de la FAA du 21 novembre 2014 (AC n° 120-61B) au <www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1026386>.

À partir de la 30e semaine, même les femmes dont la grossesse est normale sont considérées temporairement inaptes au pilotage et devraient cesser de voler. Elles peuvent récupérer leurs privilèges de vol six semaines après l'accouchement, s'il n'existe aucun problème médical significatif. Un bref rapport de son médecin traitant devrait être transmis au MRA. Les contrôleuses de la circulation aérienne peuvent continuer leurs activités professionnelles jusqu'à ce que débute le travail de l'accouchement, et les reprendre six semaines après. Un certificat médical d'aptitude devrait être transmis au bureau médical régional.

3.15 Accélérations positives et négatives

De nombreux pilotes croient qu'il ne leur est pas nécessaire d'avoir des connaissances sur l'accélération (G) s'ils n'effectuent pas de voltige aérienne. Toutefois, cette force a une influence sur les pilotes quel que soit le type d'aéronef en question, du plus petit ultra-léger au plus gros avion à réaction.

3.15.1 Qu'est-ce que la force G?

Le symbole G exprime le taux de variation de vitesse (accélération), et à la fois une force et une direction. L'exemple le plus courant est celui de la force de gravité (g), qui est de 32 pi/s^2. Cela signifie qu'un corps tombe dans le vide à une vitesse qui s'accroît de 32 pi par seconde, chaque seconde de la durée de la chute. Par convention internationale, la force G est décrite selon trois plans relativement au corps : le plan transversal (G_x), latéral (G_y) et longitudinal (G_z) (voir figure 3.1).

Cette convention exige également d'indiquer si la force est positive (+) ou négative (-). Par exemple, l'accélération vers le haut est la force G_z positive, et l'accélération vers le bas est la force G_z négative. L'effet de l'accélération sur l'organisme est dû à la force résultante qui provoque un déplacement du sang et des tissus. Il est important de comprendre que ce déplacement est causé par l'inertie des tissus et qu'il s'exerce en direction opposée à celle de la force d'accélération. Si une personne était propulsée dans les airs à l'aide d'un canon, l'accélération se ferait vers le haut, mais l'inertie provoquerait le déplacement relatif des organes et du sang (yeux vers le bas).

Tableau 3.1 – Symboles descriptifs normalisés

Direction de l'accélération	Direction de la force inertielle résultante	Effet physiologique et effets subjectifs	Symboles descriptifs normalisés
Vers le haut	Tête-siège	Accélération positive yeux vers le bas	$+G_z$
Vers le bas	Siège-tête	Accélération négative yeux vers le haut	$-G_z$
Vers l'avant	Poitrine-dos	Accélération transverse vers l'arrière G dorsale yeux rentrés	$+G_x$
Vers l'arrière	Dos-poitrine	Accélération transverse avant G ventrale yeux sortis	$-G_x$
Vers la droite	Flanc droit-flanc gauche	G latérale gauche yeux vers la gauche	$+G_y$
Vers la gauche	Flanc gauche-flanc droit	G latérale droite yeux vers la droite	$-G_y$

Seules les forces G_x et G_z ont une importance pratique pour les pilotes civils, et la désorientation est l'effet le plus courant de la force G_x. Lorsque nous parlons de force d'accélération positive ou négative, nous faisons donc référence à la force G_z, à moins d'indication contraire.

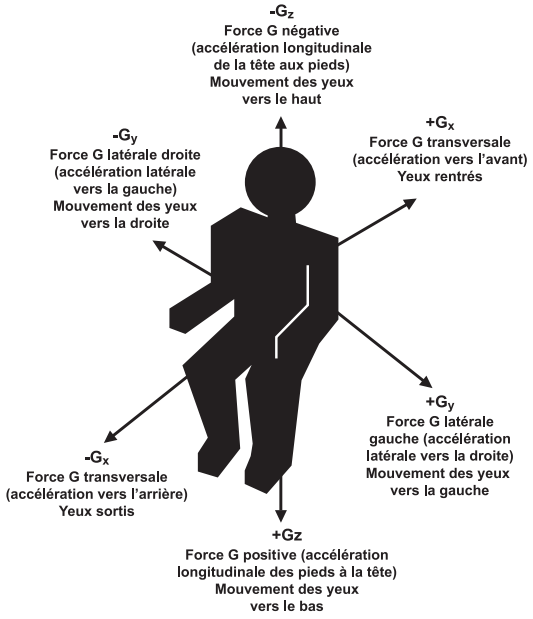
3.15.2 Les effets de la force G

La tolérance à la force G varie énormément d'une personne à l'autre. Comme les symptômes sont provoqués par le déplacement du sang et des tissus, il paraît logique qu'un pilote ayant un bon tonus musculaire tolère mieux la force G. C'est en effet le cas. L'obésité, une mauvaise santé, une basse pression artérielle, la grossesse et de nombreux médicaments sont autant de facteurs qui diminuent cette tolérance. Celle-ci peut également varier d'une journée sur l'autre selon que le pilote est fatigué, qu'il fume, qu'il souffre d'hypoxie ou qu'il se remet d'une soirée bien « arrosée ».

En chiffres absolus, la tolérance à la force G est influencée par sa valeur de pointe, la durée de la force G et la vitesse initiale. Si cette vitesse est très élevée, la force d'accélération positive peut causer la perte de conscience sans aucun autre symptôme. Plusieurs accidents d'avion très performants ont ainsi été causés par une perte de conscience due à la force G (G-LOC).

L'augmentation du poids des membres et des organes nuit au mouvement, et une force supérieure à +3 G rend pratiquement impossible l'évacuation d'un aéronef dont on a perdu la maîtrise. Toutefois, le pilote aura moins de difficulté à exécuter des mouvements précis. L'équipement lourd comme un casque protecteur peut poser un problème lorsque la force G s'accroît. À environ +6 G, la tête du pilote se retrouverait appuyée sur sa poitrine en raison du poids du casque qui a augmenté avec la force G.

Figure 3.1 – Les axes de la force d'accélération



L'effet le plus néfaste de la force G positive est l'évacuation du sang du cerveau vers les pieds, causant l'hypoxie cérébrale (d'origine circulatoire) dont le premier symptôme est la détérioration de la vision. En effet, à mesure que s'exerce la force G, la pression sanguine de la rétine diminue en raison de l'augmentation du poids du sang entre le cœur et les yeux (ce qui fait aussi travailler le cœur plus fort). L'irrigation sanguine de la rétine diminue alors. La vision, d'abord périphérique, commence à devenir floue, et les couleurs s'estompent (phénomène du « voile gris »). Si la force G s'accroît davantage, la circulation sanguine à l'arrière de l'œil est complètement interrompue, ce qui produit un phénomène de « voile noir » (cécité temporaire), même si le pilote demeure conscient. Il y a un délai de 5 à 7 secondes entre le début de l'effet de la force G et l'apparition des troubles visuels en raison de l'oxygène dissous dans le liquide du globe oculaire. Si la force G se stabilise, la vision peut s'améliorer après 10 à 12 secondes, car l'organisme réagit automatiquement en augmentant la pression sanguine.

Le voile gris survient à environ +2 G, et le voile noir est habituellement complet à +4 G chez le pilote détendu et sans protection. À mesure que la force G s'accroît, l'hypoxie cérébrale se manifeste, et le pilote non protégé perd habituellement conscience à une force supérieure à +6 G. Lorsque la force G diminue, le pilote reprend rapidement conscience, mais il connaît toujours une brève période de confusion à ce moment-là.

La force d'accélération négative est mal tolérée. Comme la force résultante s'exerce des pieds vers la tête (yeux vers le bas), la pression sanguine augmente dans les yeux et le cerveau, ce qui peut provoquer le phénomène du « voile rouge » (le pilote voit à travers un brouillard rouge). Une force d'accélération négative supérieure à -5 G peut entraîner la rupture de petits vaisseaux sanguins dans les yeux et, si elle se prolonge, peut causer des lésions au cerveau. Les effets de la force d'accélération négative sont ressentis durant une amorce de descente, un virage-dos et une boucle inversée.

La vitesse de changement d'accélération se mesure en « jolts ». Le jolt est le taux de changement d'accélération. Il est utilisé pour décrire les accélérations de courte durée et de forte intensité. Comme ce genre de choc peut entraîner des lésions médullaires graves, il faut chercher à réduire ces chocs au minimum lors de la conception des sièges éjectables.

En situation de turbulence, l'aviateur subit en alternance des accélérations positives et négatives de courte durée, ce qui peut causer de graves problèmes par temps chaud dans un avion léger ou encore à basse altitude dans un avion très rapide. Les forces d'accélération nuisent non seulement à la précision de vol, mais constituent également une cause importante de fatigue.

La force d'accélération transversale est bien tolérée. C'est pourquoi les astronautes sont en position allongée au moment du lancement. Des forces allant jusqu'à +50 G_x peuvent être tolérées pendant de brèves périodes sans que les tissus soient endommagés, même si l'accélération entrave la respiration. Dans les aéronefs modernes, la force G_y ne pose pas réellement de problème.

3.15.3 Manœuvres de résistance à la force G

La manœuvre de Valsalva consiste à se pencher vers l'avant de manière à refermer la glotte (le volet séparant la gorge de la poitrine) tout en se bouchant les narines. La même manœuvre, exécutée cette fois sans se boucher les narines mais en gardant la bouche fermée, permet d'accroître la pression sanguine et d'augmenter temporairement la tolérance à la force G. Cette manœuvre est effectuée couramment par les pilotes de voltige et peut permettre d'accroître la tolérance à la force G d'environ +2 G. La manœuvre de Valsalva a été le premier moyen proposé

pour contrer les effets de la force G, mais elle est difficile à maintenir.

3.15.4 L'adaptation à la force G

La tolérance à la force G varie avec l'alimentation et la forme physique. Une hydratation adéquate de l'organisme et une glycémie normale sont des conditions essentielles à une bonne tolérance à la force G; l'hypoglycémie (faible taux de glucose dans le sang) diminue de façon marquée cette tolérance. La contraction des muscles des mollets et des cuisses, qui réduit l'accumulation de sang dans les jambes, ainsi que s'accroupir sur le siège ou se pencher légèrement vers l'avant tout en contractant les muscles abdominaux, permettent de réduire la distance entre le cœur et le cerveau et d'accroître la pression sanguine. Le conditionnement physique peut être bénéfique, mais les pilotes qui désirent accroître leur tolérance à la force G devraient de préférence suivre un programme de musculation au lieu de faire des exercices cardiovasculaires intensifs. Un entraînement cardiovasculaire modéré de 20 à 30 minutes par jour et des distances de course de moins de 5 km sont utiles, contrairement à la course de fond qui diminue la tolérance à la force G. En effet, elle a pour effet de ralentir le rythme cardiaque au repos, ce qui augmente les probabilités d'une perte de conscience soudaine (G-LOC). Un pilote en bonne forme physique et expérimenté peut tolérer jusqu'à 9 G pendant 30 secondes, mais cette tolérance varie beaucoup d'une personne à l'autre. Les pilotes de voltige qui effectuent des manœuvres à force G élevée de façon régulière développent une forte tolérance, mais la perdent aussi rapidement s'ils n'y sont plus exposés.

3.16 Hypothermie et hyperthermie

Les gelures sont causées par la formation de cristaux de glace dans les tissus, souvent au niveau des doigts, des orteils, du nez ou des joues. À basse température, l'eau (ou les tissus) gèle plus rapidement lorsqu'il y a du vent que lorsque l'air est calme. Les gelures peuvent se produire très rapidement lorsqu'il y a refroidissement éolien. Les parties gelées ne devraient pas être frottées vigoureusement car les tissus risquent d'être endommagés. Le réchauffement devrait plutôt être effectué graduellement. Les tissus peuvent également être réchauffés par immersion dans l'eau à des températures variant entre 37° et 44°C. Si la surface gelée est importante ou si elle est gelée depuis un certain temps, il serait peut-être plus judicieux de la garder gelée jusqu'à ce que des soins médicaux puissent être apportés; il faut toutefois que la personne puisse être évacuée rapidement.

Un abaissement de la température centrale du corps, ou hypothermie, est habituellement le résultat d'une exposition prolongée au froid lorsqu'une personne est insuffisamment habillée ou le résultat d'une immersion dans l'eau froide. L'hypothermie est insidieuse et ralentit toutes les fonctions du corps, causant d'abord de la somnolence qui peut finir en coma. La personne atteinte est gravement malade et doit être réchauffée; la meilleure façon de le faire consiste à l'envelopper dans des couvertures chaudes et à lui donner du liquide tiède par voie intraveineuse ou buccale. L'immersion dans un bain chaud, recommandée antérieurement, est maintenant jugée dangereuse.

Les symptômes les plus courants d'une surexposition à des températures élevées sont les crampes de chaleur causées par la déshydratation et la perte de sel; ces symptômes ne constituent pas un danger de mort et sont faciles à éliminer par le repos et la prise de liquides appropriés.

Le coup de chaleur, ou hyperthermie, est un état pathologique grave. Il se produit lorsque le corps est incapable de dissiper la chaleur par le rayonnement ou l'évaporation de la sueur, soit à cause d'un mauvais fonctionnement des glandes sudoripares soit à cause d'une température et d'une humidité élevées. Une fois que la température centrale du corps a dépassé 41°C, la régulation thermostatique devient presque impossible. La victime devrait être placée immédiatement dans un bain d'eau froide ou mouillée avec une éponge d'eau tiède, recouverte de vêtements mouillés froids et éventée. Les bains d'eau glacée ou le frottement avec de la glace peuvent être douloureux et favoriser l'apparition de frissons qui entraînent une augmentation de la chaleur générée par le corps. Les personnes souffrant d'un coup de chaleur devraient être soignées à l'hôpital dès que possible.

4.0 Divers

4.1 Temps de vol et temps dans les airs

Temps dans les airs désigne la période de temps commençant au moment où l'aéronef quitte la surface et se termine au moment où il touche la surface au point d'atterrissage ou d'amerrissage.

Temps de vol désigne le total du temps décompté depuis le moment où l'aéronef commence à se déplacer par ses propres moyens en vue du décollage jusqu'au moment où il s'immobilise à la fin du vol. Tous les pilotes sont tenus de noter ce temps de vol sur leurs carnets de vol.

NOTE :
Le temps dans les airs et le temps de vol doivent être notés selon le plus proche multiple de 5 minutes ou le plus proche de 6 minutes si l'on utilise le système décimal, soit :

Tableau 4.1 – Comment arrondir le temps dans les airs et le temps de vol

0 à 02 = .0	03 à 08 = .1	09 à 14 = .2
15 à 20 = .3	21 à 26 = .4	27 à 32 = .5
33 à 38 = .6	39 à 44 = .7	45 à 50 = .8
51 à 56 = .9	57 à 60 = 1.0	

4.2 Exécution de vols d'essai à caractère expérimental

Conformément au certificat de navigabilité (CdN), les aéronefs doivent être entretenus et utilisés selon les conditions prévues dans le certificat de type, le rapport de masse et de centrage et le manuel de vol. Si pour des raisons d'essai ou d'expérimentation, un aéronef doit être piloté en dehors de son enveloppe de vol approuvée et consignée dans son manuel de vol, avec des équipements non approuvés, mis intentionnellement hors de service ou encore avec des équipements défectueux non visés

dans une liste d'équipements indispensables au vol qui a été approuvée ou dont l'entretien a été reporté, le certificat de navigabilité deviendra invalide. Dans ces cas, les vols peuvent être autorisés seulement en vertu d'un permis de vol délivré par Transports Canada.

On doit faire ressortir que les expériences au-delà des limites imposées par le document de certificat de l'aéronef (certificat de type, C de N, le manuel de vol, la liste des équipements indispensables au vol) peuvent être dangereuses étant donné qu'elles réduisent les marges de sécurité établies au moment de la conception de l'aéronef et, par conséquent, compromettent la sécurité des membres de l'équipage. Par conséquent, les essais en vol entrepris à titre expérimental ou pour des mises au point ne devraient généralement être effectués que dans des conditions contrôlées et par des membres d'équipage possédant les compétences requises après qu'une analyse technique et une planification appropriée ont été effectuées.

Avant un vol d'essai, il est essentiel de fixer les conditions et les limites de l'essai, les procédures normales et d'urgence pertinentes et les caractéristiques de pilotage prévues de l'aéronef si on veut réduire les risques. Les compagnies ou les particuliers voulant effectuer un programme d'essais en vol devront solliciter un permis de vol et entrer en communication avec le fabriquant de l'aéronef et Transports Canada, qui peuvent les aider à évaluer les risques et leurs aptitudes à effectuer les essais en toute sécurité.

Une planification soigneuse, qui tient compte de l'ensemble des exigences prévues, est essentielle à la sécurité des essais en vol.

4.3 Vrilles d'exercices

Des accidents mortels sont survenus lors de vrilles volontaires exécutées pour l'entraînement à basse altitude. Toutes les sorties de vrille doivent être terminées à une hauteur qui ne doit pas être inférieure à 2 000 pieds par rapport au sol ou à la hauteur recommandée par le constructeur si cette dernière valeur est supérieure à 2 000 pieds.

4.4 Arrimage de la cargaison

4.4.1 Généralités

Le but de cette section est d'aider les transporteurs aériens à obtenir l'homologation de navigabilité pertinente et à mettre au point des procédures d'exploitation qui leur permettent de s'assurer que les cargaisons des aéronefs sont toujours arrimées correctement.

4.4.2 Réglementation

Les articles 602.86, 703.37, 704.32, et 705.39 du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), ainsi que les normes associées, régissent les procédures relatives à la masse et au centrage en vue d'assurer une répartition de la charge conforme au certificat de navigabilité ou au permis de vol.

Ces règlements ont pour but d'assurer que le chargement et l'arrimage de la cargaison permettent à un aéronef de respecter en tout temps les normes de navigabilité appropriées. Si les limites du centre de gravité ou de résistance des planchers ne sont pas respectées, l'aéronef ne répond plus aux conditions de navigabilité. De même, si le système d'arrimage ne suit pas les normes constituant la base de la certification ou de l'homologation du type d'aéronef, l'aéronef ne répond plus aux conditions de navigabilité.

Dans le présent contexte, le terme « en vol » signifie toutes les phases d'exploitation de l'aéronef y compris celles se rapportant à l'atterrissage d'urgence. Ces conditions d'atterrissage d'urgence sont définies dans différentes normes de navigabilité et font intégralement partie de toute base de certification ou d'homologation.

4.4.3 Lignes directrices

En général, on considère qu'il s'agit de renseignements fournis par le constructeur qui devraient comprendre les points d'ancrage, la résistance des planchers, le déplacement du centre de gravité et les limites associées à ces données. La résistance des points d'ancrage et des planchers tient compte des coefficients de charge qui sont indiqués dans l'homologation de type de l'aéronef et qui s'appliquent aux rafales de vent, aux manœuvres et aux atterrissages dans des conditions anormales.

Le transporteur aérien doit s'assurer, par l'entremise de l'équipage et du personnel responsable du chargement, que la façon dont la cargaison a été installée à bord ne contrevient pas aux conditions de navigabilité de l'aéronef. Il se peut que le constructeur fournisse des exemples de charges types, et les charges transportables seront peut-être calculées en fonction de la résistance des cordes, des courroies, des filets et des conteneurs. Les charges inhabituelles (tronçons de tuyau, tiges de forage, fûts de combustible, etc.) présentent des problèmes bien particuliers qui exigeront fort probablement une homologation spécifique du dispositif d'arrimage. En cas de doute quant à la méthode d'arrimage utilisée, le transporteur aérien doit soumettre au Gestionnaire régional de la navigabilité une analyse complète de la charge et de la résistance qui fera l'objet d'une homologation technique; celle-ci sera accordée si les conditions de l'homologation ou de la certification de type sont satisfaites.

4.4.4 Références

Le transporteur aérien est tenu de se procurer les documents suivants et de les étudier avant de présenter une demande aux autorités régionales.

- Manuel de navigabilité, Chapitres 523.561
  525.561
  527.561
  529.561
  523.787
  525.787
  527.787
  599.787
- FAA Advisory Circular 43.13-2A (Guide général utile à la préparation de la première demande d'homologation envoyée au Gestionnaire régional de la navigabilité. Il comprend les facteurs de charge limite obtenus lors d'essais statiques visant les aéronefs des catégories FAR 23, 25, 27 et 29.)
- FAA Advisory Circular 121-27.
- CAR 3.392 Cargo Compartments (soutes à marchandises).
- CAR 4b.359 Cargo Compartments (soutes à marchandises).
- FAR 23.787 Cargo Compartments (soutes à marchandises).
- FAR 25.787 Stowage Compartments (compartiments de rangement).
- FAR 27.787 Cargo and Baggage Compartments (soutes à marchandises et à bagages).
- FAR 29.787 Cargo and Baggage Compartments (soutes à marchandises et à bagages).
- FAR 91.203 Carriage of Cargo (transport de marchandises).
- FAR 121.285 Carriage of Cargo in Passenger Compartments (transport de marchandises dans les cabines passagers).
- FAR 121.287 Carriage of Cargo in Cargo Compartments (transport de marchandises dans les soutes à marchandises).
- OACI/IATA Manuel d'instruction, cahier 4, préposés au chargement et à la manutention du fret.

4.4.5 Homologation

Compte tenu de la très grande diversité ainsi que de la complexité des cargaisons et des dispositifs d'arrimage des aéronefs, ce qui suit ne constitue qu'un processus généralisé d'homologation; celui-ci devra être adapté par les gestionnaires régionaux chargés de la navigabilité et de l'exploitation des transporteurs aériens.

Le transporteur aérien (le demandeur) examine la réglementation, les renseignements techniques sur l'aéronef ainsi que les autres références (voir AIR 4.4.4) qui s'appliquent au type d'aéronef visé et envoie sa demande au Gestionnaire régional de la navigabilité pour fins d'homologation technique. La demande comprend les renseignements techniques sur l'aéronef fournis par le constructeur ainsi que la fiche technique d'homologation ou de certification de type, des exemples de chargements types ainsi que les méthodes d'arrimage envisagées.

Simultanément, le transporteur aérien fait parvenir au Gestionnaire régional des transporteurs aériens une demande de modification aux procédures du manuel d'exploitation de la compagnie pour chaque type d'aéronef visé (procédures de formation comprises).

Après l'examen conjoint de la demande par le Gestionnaire régional de la navigabilité et le Gestionnaire régional des transporteurs aériens, le Gestionnaire régional de la navigabilité peut délivrer une homologation technique et le Gestionnaire régional des transporteurs aériens peut traiter le modificatif au manuel d'exploitation, puis l'un et l'autre sont transmis au transporteur. Celui-ci peut alors publier les modificatifs au manuel d'exploitation de la compagnie.

4.5 Utilisation des phares d'atterrissage pour éviter les collisions

Depuis un certain temps, plusieurs pilotes volant à des altitudes moyennes et dans les régions de contrôle terminal, utilisent leur(s) phare(s) d'atterrissage, de jour comme de nuit. Les pilotes ont remarqué que l'utilisation du ou des phares d'atterrissage augmente considérablement les chances d'être aperçu. Un avantage secondaire, mais non moins important quant à la sécurité du vol, réside dans le fait que les oiseaux semblent voir la lumière des phares des avions à temps pour pouvoir les éviter. En conséquence, il est recommandé que tous les pilotes, lors du décollage et de l'atterrissage, volant à des altitudes inférieures à 2 000 pieds AGL, à l'intérieur d'une région terminale ou dans une zone de contrôle, utilisent les phares d'atterrissage.

4.6 Feux stroboscopiques

L'usage des feux stroboscopiques à haute intensité, en circulant au sol ou en attente pour le décollage à l'écart d'une piste en service, peut être très distrayant, particulièrement pour les pilotes en phase finale d'approche ou en phase initiale d'atterrissage.

Il est recommandé que les aéronefs au sol n'utilisent pas les feux stroboscopiques à haute intensité lorsque l'aéronef est au sol quand ces feux dérangent le personnel au sol ou d'autres pilotes. Lorsque les circonstances le permettent, ces feux devraient être allumés toutes les fois que les aéronefs se trouvent sur une piste en service, y compris lorsqu'ils attendent sur la piste en service l'autorisation de décoller. Ils devraient les éteindre après l'atterrissage, une fois qu'ils ont quitté la piste en service.

Les feux stroboscopiques à haute intensité ne devraient pas être utilisés en vol lorsque leur réflexion par les nuages ou par d'autres phénomènes météorologiques provoque un effet nuisible.

4.7 Exploitation de ballons libres habités

Les pilotes et les propriétaires de ballons, tout comme tous les autres pilotes et propriétaires d'aéronefs, doivent se conformer aux exigences du RAC en ce qui a trait aux licences des membres d'équipage, à l'immatriculation et aux procédures d'exploitation d'aéronefs.

4.7.1 Exploitation de ballons avec passagers payants

Aux termes de l'article 603.17 du RAC, « il est interdit à toute personne d'utiliser un ballon en application de la présente section à moins qu'elle ne se conforme aux dispositions du certificat d'opérations aériennes spécialisées – ballons délivré par le ministre en application de l'article 603.18 ».

Pour satisfaire aux conditions d'un certificat d'opérations aériennes spécialisées permettant l'exploitation de ballons avec passagers payants, l'exploitant doit :

a) assurer la maintenance des ballons en conformité avec les exigences de la sous-partie 605 du RAC;

b) s'assurer que les ballons sont équipés adéquatement pour la zone et le type d'utilisation;

c) employer des membres d'équipage de conduite qui répondent aux critères de l'article 623.21 du RAC, notamment qui :

   i) sont âgés d'au moins dix-huit ans;

   ii) sont titulaires d'une licence de pilote de ballon délivrée par Transports Canada;

   iii) sont titulaires d'un certificat médical de catégorie 1 ou 3;

   iv) ont accumulé au moins 50 heures de vol à bord de ballons libres ou sont titulaires d'une licence de pilote de ballon canadienne avec qualification d'instructeur de ballon;

   v) démontrent chaque année avoir atteint un niveau satisfaisant de connaissances et d'aptitude pour effectuer les procédures d'utilisation normales et d'urgence de la classe AX spécifique de ballons à utiliser.

4.8 Sauts en parachute ou en chute libre

Le saut en parachute ou en chute libre est une activité à risque élevé qui peut causer la mort ou des blessures graves. De ce fait, toute personne participant à cette activité doit prendre l'entière responsabilité de sa sécurité.

Transports Canada **ne** réglemente **pas** directement le parachutisme sportif. Transports Canada **ne** dispose **pas** de règlement, ni d'exigences en matière de licence et de certification concernant le matériel, les plieurs et arrimeurs de parachute ou les instructeurs et les moniteurs de parachutisme.

Il est fortement recommandé aux participants à des activités de parachutisme de bien connaître les procédures et les normes établies par les associations qui représentent les activités de parachutisme. Au Canada, cette association est la suivante :

Association Canadienne de Parachutisme Sportif (ACPS)
204-1468, rue Laurier
Rockland (Ontario) K4K 1C7

Tél.: 613-419-0908

La règlementation de Transports Canada relative au parachutisme est en place pour assurer la sécurité et le bon fonctionnement du système de navigation aérienne où ont lieu les activités de parachutisme ainsi que pour assurer la sécurité des personnes et des biens au sol.

Aux termes de l'article 602.26 du RAC, « sauf autorisation contraire prévue à l'article 603.37, il est interdit au commandant de bord d'un aéronef de permettre à une personne d'effectuer un saut en parachute de l'aéronef et à toute personne d'effectuer un tel saut :

a) dans l'espace aérien contrôlé ou sur une route aérienne;

b) au-dessus ou à l'intérieur d'une zone bâtie ou au-dessus d'un rassemblement de personnes en plein air ».

Aux termes de l'article 603.37 du RAC, « le commandant de bord peut permettre à une personne d'effectuer un saut en parachute en application de la présente section et une personne peut effectuer un tel saut si elle se conforme aux dispositions d'un certificat d'opérations aériennes spécialisées – parachutisme délivré par le ministre en application de l'article 603.38 ».

4.9 Exploitation d'ailes libres et de parapentes

Les ailes libres et les parapentes n'ont pas à être immatriculés ou à porter une marque d'identification. Aucune norme ou exigence en matière de navigabilité n'est imposée par le RAC. Le Règlement ne fait état d'aucune exigence concernant la formation des pilotes d'ailes libres ou de parapentes, et la réglementation n'oblige pas ces pilotes à être titulaires d'une licence ou d'un permis de pilote pour utiliser leur aéronef. Cependant, ces pilotes sont tenus de réussir un examen écrit avant d'utiliser leur aile libre et leur parapente dans l'espace aérien contrôlé. Les exigences liées à l'utilisation des ailes libres et des parapentes dans l'espace aérien sont précisées à l'article 602.29 du RAC.

Les exploitants d'ailes libres peuvent utiliser un avion ultra-léger pour remorquer une aile libre. Avant d'avoir recours à cette méthode, ils doivent toutefois au préalable en informer Transports Canada.

L'Association canadienne de vol libre (ACVL) a instauré des normes relatives à la qualification des pilotes, aux compétitions, à l'établissement de records, aux procédures de sécurité et aux rapports, ainsi qu'à la formation des pilotes à bord de monoplaces ou de biplaces. Il est possible d'obtenir des renseignements sur les activités et les procédures de l'ACVL en communiquant avec la personne suivante :

Martina Lang
Administratrice
Association canadienne de vol libre (ACVL)
5307, Victoria Drive, bureau 612
Vancouver BC V5P 3V6

Courriel : ..... admini@hpac.ca

4.10 Avions ultra-légers

Les pilotes qui désirent utiliser des avions ultra-légers ou des avions ultra-légers de type évolué sont encouragés à communiquer avec le bureau de Transports Canada de leur Région afin de se renseigner sur la réglementation et les exigences relatives aux licences. Les adresses et les numéros de téléphone pertinents sont fournis à l'article 1.1.1 de la section GEN.

D'ici à ce que le RAC soit modifié, les exigences liées à l'utilisation des avions ultra-légers au Canada sont énoncées dans la Stratégie de transition relative aux avions ultra-légers. Ce document est disponible dans les bureaux de Transports Canada ou en ligne à l'adresse <www.tc.gc.ca/fra/aviationcivile/normes/generale-aviationloisir-ultraleger-menu-2457.htm>.

Un exemplaire du *Guide d'étude et de référence, Permis de pilote - avion ultra-léger* (TP 14453F) est disponible à l'adresse suivante : <www.tc.gc.ca/eng/civilaviation/publications/menu.htm>.

4.11 Disjoncteurs et dispositifs d'alerte

Les circuits de bord des aéronefs sont munis de dispositifs de protection automatiques (disjoncteurs) qui sont destinés à limiter les dommages au système électrique et les dangers à l'appareil en cas d'erreurs de câblage ou de défaillance grave d'un système ou d'un équipement branché. Les dispositifs d'alerte fournissent une alarme visuelle et/ou sonore pour attirer l'attention du pilote sur une situation qui peut nécessiter une intervention immédiate de sa part.

Le bon sens suggère qu'un disjoncteur déclenché peut signifier un problème potentiel du circuit électrique protégé. On ne devrait tenter un réenclenchement que si le matériel rendu inutilisable est essentiel à la sécurité du vol. Selon l'intensité du courant du disjoncteur et l'endroit où il est situé dans le circuit protégé, il peut être plus dangereux d'enclencher le disjoncteur de nouveau que de le laisser déclenché. Il faudrait donc éviter de réenclencher les disjoncteurs à l'aveuglette.

Les membres d'équipage sont avertis de ne pas tirer les disjoncteurs à bord d'un aéronef afin d'arrêter un dispositif d'alerte ou d'alarme qui peut très bien s'être déclenché à bon escient. Des exemples de telles alarmes sont les avertisseurs sonores de train d'atterrissage dans certaines combinaisons de volets et de becs de bord d'attaque, les avertisseurs de sur vitesse, les alertes données par le dispositif avertisseur de proximité du sol et les détecteurs de fumée des toilettes. Couper un dispositif d'alerte ou d'alarme en tirant des disjoncteurs compromet ou peut compromettre la sécurité du vol. On peut cependant le faire à condition qu'un mauvais fonctionnement évident entraîne de fausses alarmes continues. Dans ce cas, une inscription signalant la défectuosité doit alors être faite dans le carnet de route de l'aéronef.

4.12 Point de référence visuelle calculé

Certains fabricants d'aéronefs fournissent des points de référence que les pilotes utilisent lorsqu'ils règlent leurs sièges. Ces points de référence peuvent consister tout simplement de deux billes fixées sur l'écran anti-éblouissant et qui doivent être alignées visuellement par le pilote. À bord d'un avion à équipage à deux, les points de référence peuvent prendre la forme de trois billes placées dans un triangle; chaque pilote devant alors régler son siège jusqu'à ce que les billes de référence respectives soient alignées. Le but visé, évidemment, est de permettre que le pilote règle son siège pour que ses yeux soient placés au point optimum qui lui offre une bonne visibilité à l'intérieur et à l'extérieur du poste de pilotage et pour qu'il se trouve également à la portée des commutateurs et des boutons du tableau de bord. L'ERGONOMIE est la discipline d'ingénierie à laquelle fait appel le fabricant pour situer ces billes dans l'écran anti-éblouissant. Le point de référence visuelle calculé désigne cette position optimale pour les yeux du pilote.

Si le manuel de vol d'un aéronef ne contient aucun renseignement sur le point de référence visuelle calculé, il est alors recommandé au pilote d'écrire au manufacturier pour le lui demander. Dans le cas contraire, il devrait tenir compte des lignes directrices suivantes lorsqu'il essaie de trouver la bonne position de son siège (hauteur aussi bien que la position vers l'avant et vers l'arrière) :

a) il ne doit exister aucune entrave au déplacement des commandes de vol;

b) le pilote doit être à même de voir les instruments de pilotage et les voyants d'avertissement qui d'ailleurs ne doivent pas être masqués par des articles tels que le haut de l'écran anti-éblouissant;

c) la visibilité extérieure vers l'avant devrait être suffisante de sorte que des parties, le nez de l'appareil par exemple, ne bloquent pas la vue du pilote, particulièrement au cours d'une approche et d'un atterrissage normaux; et

d) le pilote doit se sentir confortable dans la position où il a réglé son siège.

4.13 Trousses de premiers soins à bord des aéronefs privés

L'article 602.60 du RAC exige la présence d'une trousse de premiers soins à bord de tout aéronef entraîné par moteur autre qu'un avion ultra-léger. La liste des articles et du matériel qu'il est recommandé d'inclure dans cette trousse est fournie à la partie 9, « Premiers soins », du *Règlement sur la santé et la sécurité au travail (aéronefs)* (DORS/2011-87). http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2011-87/index.html

4.14 Information relative à la survie

Il faudrait transporter un manuel de base de survie approprié à la région du vol.

Les pilotes privés devraient suivre de la formation sur certains aspects de la survie s'ils n'ont jamais été dans la brousse en hiver ou en été. Ceux qui prévoient voler au-dessus de la limite des arbres devraient obtenir une formation encore plus spécialisée.

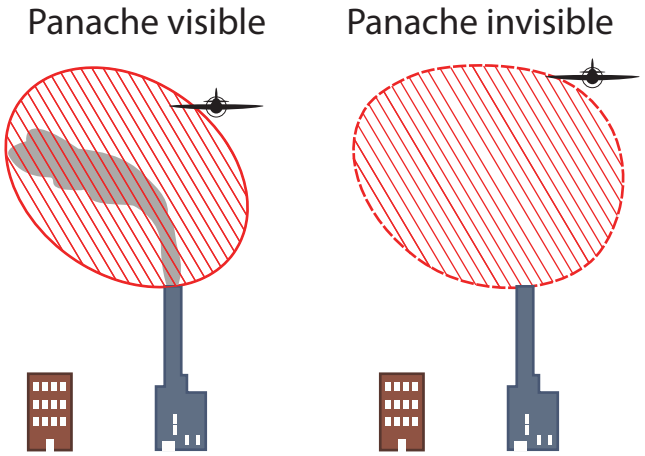
La localisation et le sauvetage de personnes dans des cas de secours aéronautique se sont grandement améliorés grâce aux modifications apportées par les membres du SARSAT/ COSPAS. Aujourd'hui, le système SARSAT/COSPAS possède une capacité de détection globale par satellite. Les chances de détection et de localisation précoces des survivants à un écrasement ont été

grandement améliorées grâce à la fiabilité accrue des ELT et aux systèmes d'application globale SARSAT/COSPAS. Le transport de nourriture n'est plus un point critique en survie et il est laissé au libre choix de chaque exploitant (voir la sous-partie 1.5 du chapitre GEN de l'*AIP Canada*.

4.15 Dangers potentiels pour les aéronefs

4.15.1 Éviter d'évoluer à proximité des panaches de fumée

Figure 4.1 – Panaches visible et invisible



Les panaches de fumée se définissent comme des émissions visibles ou invisibles provenant de centrales électriques, d'installations de production industrielle ou d'autres établissements industriels qui dégagent de grandes quantités de gaz instables sur le plan vertical. Les panaches de fumée de haute température peuvent causer des perturbations atmosphériques importantes telles qu'une turbulence et des cisaillements verticaux. Parmi les autres dangers potentiels connus, citons notamment la réduction de la visibilité, l'appauvrissement de l'oxygène, la contamination particulaire du moteur, l'exposition à des oxydes gazeux, et/ou le givrage.

Lorsque cela est possible, les pilotes devraient voler vent debout par rapport aux éventuels panaches de fumée, car ces derniers pourraient causer, entre autres, des dommages à la cellule, la perte de contrôle de l'aéronef et/ou une panne du moteur ou son endommagement. Ces risques sont très sérieux pour les vols à basse altitude évoluant en air calme et froid, tout particulièrement dans ou à proximité des couloirs d'approche et de départ, ou dans les zones de circulation de l'aéroport.

Lorsqu'un panache est visible par la présence de fumée ou d'un nuage de condensation, il faut se tenir à l'écart du secteur et savoir qu'un panache peut avoir des caractéristiques à la fois visibles et invisibles. Des cheminées d'usines sans panache visible sont peut-être toujours en pleine activité, l'espace aérien à proximité doit donc être traversé avec prudence. De même qu'en zones de turbulence orographique ou de CAT, un aéronef peut rencontrer un panache invisible de manière imprévue.

Il demeure difficile de déterminer l'étendue réelle des effets des panaches, qu'ils soient visibles ou invisibles. Selon certaines études, les importants effets dus aux perturbations d'un panache thermique peuvent s'étendre au-delà de 1 000 pi au-dessus de la sortie de la cheminée ou celle de la tour de refroidissement. Les effets seront plus prononcés lorsque le panache est très chaud et l'air avoisinant est calme, stable et froid. Fort heureusement, d'après ces mêmes études, les vents de travers aident à la dissipation des effets. Par contre, même si la taille de la tour ou de celle de la cheminée était connue, cela ne permettrait pas de prévoir l'effet d'un panache. Les effets sont principalement liés à la chaleur ou à la taille de l'effluent du panache tandis que la température de l'air ambiant et la vitesse du vent altèrent le panache. Plus l'aéronef est petit, plus il ressentira ces effets à une altitude élevée.

Les pilotes sont encouragés à consulter le CFS pour connaître la localisation de structure(s) émettant des panaches de fumée, telles que les tours de refroidissement, les conduits de centrales, les ventilateurs de sortie et d'autres structures similaires. Les pilotes rencontrant des conditions dangereuses à cause d'un panache doivent signaler l'heure, l'endroit et l'intensité (légère, modérée, forte ou extrême) à l'installation avec laquelle ils sont en contact radio.

4.15.2 Procédures à suivre pour les pilotes exposés au laser et à d'autres sources de lumière dirigée à forte intensité

4.15.2.1 Généralités

Les sources de lumière dirigée à forte intensité qui émettent à proximité d'un aéroport ou dans tout espace aérien navigable peuvent perturber les manœuvres de pilotage, voire causer des lésions oculaires chez les pilotes, les membres d'équipage et les passagers. Le nombre de cas d'aéronefs exposés à des illuminations lasers a considérablement augmenté au cours des dernières années, tout particulièrement pour les hélicoptères des forces de l'ordre.

Le Canada et les États-Unis ont tous deux enregistré de nombreux cas d'exposition au laser ayant perturbé des opérations aériennes. Lors de ces événements, les membres d'équipage de conduite peuvent éprouver un saisissement, un éblouissement et un aveuglement par l'éclair ou la formation d'une image rémanente.

Les sources de lumière dirigée à forte intensité, en particulier les faisceaux lasers présents à proximité des aéroports ou dans tout espace aérien navigable, soulèvent deux préoccupations en matière de sécurité aérienne :

a) La première est liée à la possibilité qu'une lumière dirigée à forte intensité inoffensive pour l'œil pénètre accidentellement dans un poste de pilotage. Selon son niveau d'intensité, une telle lumière pourrait surprendre ou éblouir un ou plusieurs membres d'équipage de conduite et rendre difficile, voire impossible, toute observation par le pare-brise, à cause d'un aveuglement par l'éclair ou d'une image rémanente. Tandis que l'illumination et l'éblouissement peuvent être de courte durée, tel un ou deux éclairs à forte intensité, le saisissement et l'image rémanente peuvent persister pendant plusieurs secondes, voire plusieurs minutes.

b) La seconde préoccupation réside dans le fait qu'un faisceau laser suffisamment puissant peut causer des lésions oculaires temporaires ou permanentes chez les pilotes, les membres d'équipage et les passagers. Heureusement, le risque est faible puisque la puissance requise pour causer des lésions oculaires excède grandement celle des lasers couramment utilisés de nos jours.

Par conséquent, l'exposition à des éclairs inoffensifs à forte intensité constitue le risque le plus probable pour la sécurité en vol dans la mesure où elle peut perturber le déroulement normal des activités dans le poste de pilotage. Ce cas de figure constitue un réel danger pour la sécurité aérienne lorsque les activités redoublent dans le poste de pilotage, c'est-à-dire à une altitude inférieure à 10 000 pi AGL, au cours des phases critiques du vol (approche et atterrissage), dans les zones de circulation dense (régions terminale et en route) et à proximité des aéroports.

Les pointeurs lasers peuvent eux aussi avoir des effets nuisibles en déconcentrant les pilotes de leurs tâches du moment. Les incidents signalant des pointeurs lasers dirigés vers des pilotes, en particulier ceux d'hélicoptères des forces de l'ordre, sont en augmentation.

4.15.2.2 Procédures

Ce paragraphe a pour principal objet de définir les mesures préventives et les procédures à suivre en cas d'incident pour prévenir le risque d'exposition à une illumination ou pour limiter les perturbations dans le poste de pilotage. Bien que par souci de simplicité les procédures suivantes ne mentionnent que les incidents d'illuminations lasers, elles n'en sont pas moins applicables en cas d'exposition à toute autre source de lumière dirigée à forte intensité, telle qu'un phare de recherche.

4.15.2.2.1 Procédures préventives

Lorsque l'aéronef doit traverser un espace aérien comportant un risque d'exposition à des illuminations lasers, les membres d'équipage de conduite devraient :

a) Consulter les NOTAM pour s'informer de la présence temporaire de toute illumination laser. Ces NOTAM devraient indiquer le lieu et l'heure des illuminations en question.

b) Éviter les sites, tels que Disney World, connus pour leurs illuminations lasers permanentes. Aux États-Unis, la liste de ces sites est publiée par la Federal Aviation Administration (FAA) dans le *Airport/Facility Directory* disponible à <www.faa.gov/air_traffic/flight_info/aeronav/digital_products/dafd/>. Actuellement, il n'existe qu'un seul site du genre au Canada, soit Shaw Millenium Park à Calgary (Alberta) (510258N 1140530W, à 5 NM au sud-ouest de l'aéroport), mais ce site n'émet que lors d'événements spéciaux comme la Fête du Canada et, en ces occasions, un NOTAM est publié.

c) Allumer l'éclairage extérieur supplémentaire de l'aéronef afin d'aider les observateurs chargés de la sécurité des installations lasers au sol à localiser l'appareil pour ensuite couper le faisceau laser.

d) Allumer l'éclairage spécial orage pour minimiser les effets d'une illumination dans le poste de pilotage.

e) Embrayer le pilote automatique.

f) Assigner un membre d'équipage de conduite à la surveillance des instruments afin de réduire les effets d'une éventuelle illumination laser lorsque l'aéronef pénètre dans une zone à risque.

g) Envisager, au cours d'opérations de surveillance ou d'évacuation médicale par hélicoptère, le port de lunettes à filtre coupe-bande, qui protègent contre les ondes lasers de 514 à 532 nanomètres.

4.15.2.2.2 Procédures à suivre en cas d'incident

Tout pilote en vol exposé à un faisceau laser devrait :

a) Détourner immédiatement son regard de la source laser ou tenter de se protéger les yeux avec la main ou un objet quelconque afin d'éviter, dans la mesure du possible, d'être directement exposé au faisceau laser.

b) Alerter sur-le-champ le ou les autres membres d'équipage de conduite de la présence d'un faisceau laser et de ses effets sur la vision.

c) Passer immédiatement les commandes de l'appareil à un autre membre d'équipage de conduite si sa vision est altérée. Dans l'éventualité où la vision des autres membres d'équipage de conduite est atteinte et où l'aéronef est équipé d'un pilote automatique, celui-ci doit être embrayé.

d) Être conscient des effets de désorientation spatiale, telle l'illusion d'inclinaison. Une fois sa vision rétablie, il devrait consulter les instruments du poste de pilotage afin de vérifier les données du vol.

e) Éviter de se frotter les yeux afin d'éviter toute aggravation éventuelle d'irritation ou de lésion oculaire.

f) Prendre contact avec l'ATC et signaler l'« ILLUMINATION LASER » (phraséologie utilisée pour signaler tout incident ou accident impliquant un laser) et, lorsque cela est justifié, déclarer une situation d'urgence.

g) Fournir à l'ATC un rapport d'incident précisant le lieu, la direction et la couleur du faisceau, ainsi que la durée de l'exposition (éclair ou poursuite intentionnelle) et ses effets sur l'équipage s'il dispose de suffisamment de temps

NOTE :
Pour que TC dispose de suffisamment de renseignements pour entreprendre une analyse et une enquête sur l'incident, remplir le formulaire intitulé « Rapport/Questionnaire d'incident lié à l'exposition à une source lumineuse dirigée de forte intensité » téléchargeable à <https://wwwapps.tc.gc.ca/Corp-Serv-Gen/5/forms-formulaires/telecharger/26-0751_BO_PX>
et l'acheminer une fois rempli à <TC.Flights.Standards-Normesdevol.TC@tc.gc.ca>.

4.15.2.2.3 Suivi médical après avoir été visé par une illumination en vol

Tout membre d'équipage victime d'une exposition à une lumière intense et qui présente des symptômes persistants tels des douleurs oculaires ou des troubles de la vision (par exemple, aveuglement par l'éclair ou images rémanentes), devrait consulter un médecin

sans tarder. Il devrait en outre contacter dans les plus brefs délais l'AMRA ou autre agent médical de l'aviation afin d'être dirigé vers l'ophtalmologiste ou le centre médical le plus proche pour un examen des lésions oculaires causées par le laser. Les pilotes se trouvant à l'étranger devraient prendre contact avec la Direction de la médecine aéronautique civile à Ottawa. Les lésions oculaires causées par un laser se mettant à guérir immédiatement, il est fortement conseillé aux victimes de consulter, dans les cinq heures suivant l'exposition, un ophtalmologiste connaissant bien les examens requis afin que ce dernier puisse déterminer la nature de la lésion et, de là, décider si un suivi est nécessaire

NOTE :
Il peut être difficile de diagnostiquer des lésions oculaires causées par laser, surtout pour le personnel médical qui n'a rarement, voire jamais, été appelé à examiner ce type de lésions. Il convient donc de ne pas présumer d'emblée qu'un symptôme, un trouble ou une lésion observée est nécessairement attribuable à une exposition à un faisceau laser.

Pour obtenir de l'aide, contacter un des bureaux régionaux suivants :

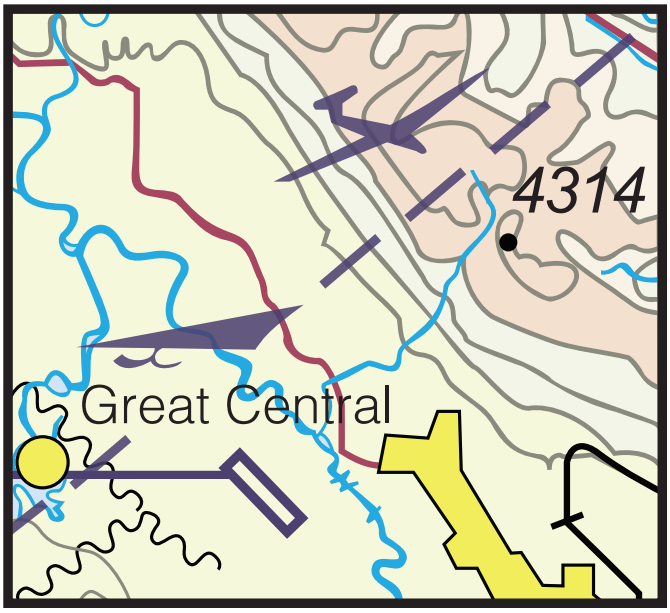
Tableau 4.2 – Bureaux régionaux de la Médecine aéronautique civile

ADMINISTRATION CENTRALE	RÉGION DE L'ATLANTIQUE
Médecine aéronautique civile Transports Canada 330, rue Sparks Place de Ville, Tour C, bureau 617 Ottawa ON K1A 0N8 Tél. : 613-990-1311 Téléc. : 613-990-6623	**Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve et Labrador** Médecine aéronautique civile Transports Canada 330, rue Sparks Place de Ville, Tour C, bureau 617 Ottawa ON K1A 0N8 Tél. : 1-800-305-2059 Téléc. : 613-990-6623
RÉGION DU QUÉBEC	**RÉGION DE L'ONTARIO**
Québec Médecine aéronautique civile Transports Canada 330, rue Sparks Place de Ville, Tour C, bureau 617 Ottawa ON K1A 0N8 Tél. : 1-800-305-2059 Télec. : 613-990-6623	**Ontario** Médecine aéronautique civile Transports Canada 4900, rue Yonge, 4e étage North York ON M2N 6A5 Tél. : 1-800-305-2059 Télec. : 416-952-0569
RÉGION DES PRAIRIES ET DU NORD	**RÉGION DU PACIFIQUE**
Alberta, Yukon, Manitoba, Saskatchewan, Territoires du Nord-Ouest et Nunavut Médecine aéronautique civile Transports Canada 1140-9700, avenue Jasper Edmonton AB T5J 4C3 Tél. : 1-800-305-2059 Télec. : 780-495-4905	**Colombie-Britannique** Médecine aéronautique civile Transports Canada 800, rue Burrard, bureau 620 Vancouver BC V6Z 2J8 Tél. : 1-800-305-2059 Télec. : 604-666-0145

4.15.3 Circuits d'aérodrome — lieux d'exploitation de planeurs et d'ailes libres

Des décollages par treuil sont effectués dans plusieurs aérodromes canadiens ou à proximité de ceux-ci, dans des conditions de vol VFR de jour, généralement là où se donne la formation de planeur, d'aile libre et de parapente. Les zones ayant des activités régulières ou élevées d'ailes libres ou des planeurs sont habituellement marquées sur les cartes aéronautiques VFR par une aile libre ou un symbole de vol à voile. Il faut savoir que la plupart du temps, les lieux d'utilisation des ailes libres sont aussi partagés avec des parapentes. Les parapentes sont généralement plus faciles à repérer que les ailes libres et se distinguent des parachutes par leur verrière large et mince. Les parachutes sont généralement plus petits et de forme rectangulaire.

Figure 4.3 Carte de navigation à vue avec aile libre et symbole de vol à voile



Les planeurs se rassemblent souvent à des emplacements éloignés du lieu de lancement. En effet, dans de bonnes conditions « thermique », plusieurs planeurs pourraient se rassembler au même endroit. Si vous en voyez un, il y en aura probablement d'autres. Les planeurs hautement performants parcourent souvent des distances assez éloignées par rapport à leur lieu de lancement durant des vols de navigations, et peuvent atteindre des hauteurs considérables, y compris dans l'espace aérien supérieur. Par exemple, dans des conditions météorologiques favorables, les planeurs pourront voler jusqu'à 8 000 pi AGL dans l'est, et atteindre la zone située entre 10 000 et 20 000 pi dans l'ouest. Lors des bons jours de vol à voile, les distances peuvent aller au-delà de 300 km du lieu du lancement.

Les pilotes des aéronefs à moteur doivent se rappeler de céder le passage aux planeurs (y compris les ailes libres) et aux autres aéronefs à moteur qui remorquent des planeurs. Les pilotes des aéronefs équipés d'un ACAS doivent se rappeler que les planeurs et les ailes libres ne sont pas obligés d'être équipés de transpondeur et pourraient ne pas être détectés par un radar ou par les ACAS.

4.15.3.1 Lancements de planeurs par treuil

Le lancement par treuil consiste à faire décoller l'aéronef du sol à l'aide d'une corde, d'un câble ou d'un fil.

Le treuil est généralement situé proche ou au-delà de l'extrémité de départ de la piste. Le câble tire l'aéronef jusqu'à ce qu'il atteigne une vitesse de vol tout au long du sol et continue de le tirer vers l'avant une fois qu'il s'est envolé, ce qui lui donne une montée à grand angle et un taux de montée rapide. Dans des conditions idéales, un lancement par treuil peut lancer un planeur du sol jusqu'à 1 800 pi AGL en moins de deux minutes sur la distance de la piste dans certains lieux de lancement par treuil au Canada. Le câble du treuil est relâché une fois que l'aéronef atteint une altitude suffisante et descend à l'aide d'un parachute extracteur. Les câbles de treuil utilisés pour le lancement des planeurs ne sont ni balisés ni éclairés et sont un danger presque invisible. Les pilotes, qui utilisent un aéronef dans un aérodrome non contrôlé, doivent être conscients que traverser la piste, de même qu'entrer dans un circuit, ou que passer sous un planeur avec lancement par treuil, courent le risque d'une collision en vol ou de faire face à un câble de treuil à la verticale.

4.15.3.2 Lancements par treuil des ailes libres

Le lancement par treuil d'une aile libre est semblable à celui d'un planeur, même si ce type d'activités est généralement effectué dans des lieux autres que des aérodromes enregistrés, comme des champs agricoles ou des routes en milieu rural. Dans certaines régions du Canada, comme en Colombie-Britannique (C.-B.), les lancements par treuil des ailes libres sont plus communs par bateau, à l'aide d'un treuil, et sont donc effectués sur des lacs ou à proximité de ceux-ci.

La formation de parapente à moteur comporte souvent des lancements par treuil durant les premières étapes de la formation.

Les ailes libres lancées par treuil peuvent atteindre des hauteurs allant jusqu'à 2 000 pi AGL et même jusqu'à 3 000 pi AGL lorsqu'elles sont remorquées derrière un aéronef ultra-léger.

4.16 Aéronefs télépilotés (ATP)

Les ATP, aussi appelés drones, ont gagné en popularité ces dernières années. En raison des progrès technologiques qu'ils incarnent, de tels aéronefs réunissent de bonnes qualités requises pour fournir un service aérien spécialisé afin d'effectuer des inspections, de la photographie ou d'intervenir en cas d'urgence, mais, comme lors de tout changement de système, l'entrée d'ATP dans l'espace aérien intérieur canadien s'accompagne de nouveaux risques.

Pour atténuer les risques liés au nombre croissant d'opérations de Système d'aéronefs télépilotés (SATP), Transports Canada (TC) a élaboré la partie IX du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), qui régit les SATP de moins de 25 kg utilisés en visibilité directe. La partie IX, entrée en vigueur le 1er juin 2019, fut assortie d'exigences pour l'utilisation de SATP, notamment l'immatriculation, le certificat de pilote d'ATP, et deux environnements opérationnels, de base et avancé.

Pour libérer le potentiel des ATP de taille moyenne (plus de 25 kg à 150 kg) et des opérations BVLOS au Canada, des changements réglementaires étaient nécessaires. Une deuxième série de règles sur les SATP a été publié en mars 2025. Les nouvelles dispositions réglementaires autorisent les opérations d'ATP de taille moyenne et certaines opérations BVLOS sans certificat d'opérations aériennes spécialisées (COAS) — SATP. De nouvelles règles concernant les ATP de taille moyenne, les opérations BVLOS, les opérations de vol en VLOS et les opérations protégées sont en vigueur depuis le 4 novembre 2025.

Tous les ATP de 250 g et plus doivent être immatriculés et marqués et leurs pilotes doivent passer un examen afin d'obtenir un certificat de pilote d'ATP. Les pilotes effectuant des opérations avancées ou des opérations complexes de niveau 1 doivent aussi réussir une révision en vol afin d'obtenir leur certificat de pilote d'ATP — opérations avancées. Bien que les micros ATP pesant moins de 250 g soient dispensés de l'immatriculation ou de l'obtention d'un certificat de pilote, ils doivent néanmoins être utilisés sans constituer un risque pour l'aviation ou les personnes au sol. La partie IX concernant les règles sur les SATP s'applique à tous les pilotes d'ATP, peu importe la raison de leur mission.

Tous les pilotes ont la responsabilité de gérer les risques. Les ATP sont relativement des nouveaux venus dans l'espace aérien intérieur canadien et représentent un nouveau risque : les collisions entre les ATP et d'autres aéronefs. Les pilotes d'ATP ont l'obligation de se tenir à l'écart des aéronefs traditionnels et doivent en tout temps leur céder le passage. Cependant, les pilotes aux commandes d'aéronefs doivent comprendre en quoi consiste l'environnement opérationnel des pilotes d'ATP régis par la partie IX, afin qu'ils puissent planifier leur vol de sorte à réduire les risques.

Voici un tableau simplifié des environnements opérationnels des SATP :

Tableau 4.3 — Environnements opérationnels d'ATP de 250 g et plus

	Environnement de base	Environnement avancé	Opérations complexes de niveau 1
Catégorie de poids opérationnelle	Petit ATP de 250 g à 25 kg	Petit ATP ATP moyen de plus de 25 kg à 150 kg	Petit ATP***avec feux anti-collision ATP moyen***avec feux anti-collision
Altitude maximale	400 pi AGL, ou 100 pi au-dessus d'un immeuble ou structure, si moins 200 pi horizontalement	400 pi AGL, ou 100 pi au-dessus d'un immeuble ou structure, si moins de 200 pi horizontalement, ou selon l'approbation du contrôle de la circulation aérienne (si dans l'espace aérien contrôlé)	400 pi AGL, ou 100 pi au-dessus d'un immeuble ou structure, si moins de 200 pi horizontalement
Espace aérien contrôlé	À l'extérieur de l'espace aérien contrôlé	Dans l'espace aérien contrôlé avec autorisation**	À l'extérieur de l'espace aérien contrôlé
Autres espaces aériens	Hors d'un espace aérien règlementé Hors d'un périmètre de sécurité d'urgence ou de feux de forêt Hors de manifestations aéronautiques spéciales Hors d'événements annoncés	Hors d'un espace aérien règlementé Hors d'un périmètre de sécurité d'urgence ou de feux de forêt Hors de manifestations aéronautiques spéciales Hors d'événements annoncés	Hors d'un espace aérien règlementé Hors d'un périmètre de sécurité d'urgence ou de feux de forêt Hors de manifestations aéronautiques spéciales Hors d'événements annoncés
Visibilité	Le pilote ou observateur visuel suit l'aéronef en visibilité directe	Le pilote ou observateur visuel suit l'aéronef en visibilité directe Pour l'ATP moyen, la visibilité au sol est de 4 milles ou plus, sinon l'ATP est à une distance inférieure à la moitié de la visibilité au sol	La visibilité au sol n'est pas inférieure à 3 milles, et l'aéronef est à l'écart des nuages. L'ATP a une solution de détection et d'évitement requise selon la norme 922.10**** du RAC.
À proximité des autres personnes	À plus de 100 pi (30 m)	Petit ATP à plus de 100 pi (30 m) Petit ATP à moins de 100 pi (30 m)* ATP moyen à plus de 500 pi (152 m)*	Petit ATP ou ATP moyen à plus de 1 km des zones peuplées (plus de 5 personnes/km²)**** Petit ATP à moins de 1 km des zones peuplées (plus de 5 personnes/km²) ou au-dessus de zones peu peuplées (5 à 25 personnes/km²)****
Au-dessus des personnes	Non	Oui*	Oui*
À proximité des aéroports	À plus de 3 NM	Aux aéroports ou à proximité***	À plus de 5 NM d'un aérodrome dans le CFS ou CWAS
À proximité des héliports	À plus de 1 NM	Aux héliports ou à proximité***	À plus de 5 NM d'un aérodrome dans le CFS ou CWAS
À proximité des aérodromes non certifiés	Aux aérodromes non certifiés ou à approximité	Aux aérodromes non certifiés ou à proximité	À plus de 5 NM d'un aérodrome dans le CFS ou CWAS
Opérations de nuit	Avec feux de position requis	Avec feux de position requis	Avec feux de position requis et feux anti-collision

*Le petit ATP ou l'ATP moyen doit respecter la norme 922, *Assurance de la sécurité des SATP,* afin d'évoluer à proximité ou au-dessus des autres personnes.

**Le petit ATP ou l'ATP moyen doit respecter la norme 922, *Assurance de la sécurité des SATP,* pour évoluer dans un espace aérien contrôlé, et le pilote doit avoir obtenu l'autorisation de NAV CANADA.

***Les utilisateurs menant des opérations avancées aux aéroports et héliports certifiés, ou à proximité, doivent respecter la procédure prévue pour les opérations des SATP ou la procédure générique de TC accessible au paragraphe 3.4.1.3 du chapitre ATP du présent document.

****Le petit ATP ou l'ATP moyen doit respecter la norme 922, *Assurance de la sécurité des SATP,* afin de pouvoir être utilisé pour des opérations complexes de niveau 1.

Le site Web de la sécurité des drones de TC énumère les SATP qui détiennent une déclaration d'assurance de la sécurité <https://tc.canada.ca/fr/aviation/securite-drones/apprenez-regles-avant-piloter-votre-drone/choisir-bon-drone-operations-avancees-complexes>.

Note: TC peut délivrer un COAS — SATP pour des opérations spécifiques dans des conditions particulières. Pour obtenir plus d'informations, consultez la sous-partie 3.6 du présent document ainsi que le site Web des COAS-SATP : <https://tc.canada.ca/fr/aviation/securite-drones/licence-pilote-drone/obtenir-autorisation-operations-speciales-drones>.

Tous les pilotes d'ATP, peu importe l'environnement opérationnel dans lequel ils évoluent, ont la responsabilité de bien contrôler leur drone au moment de la détection d'un autre aéronef, pour qu'ils puissent immédiatement lui céder la priorité. Il incombe à tous les pilotes d'éviter une collision. Pour réduire davantage ce risque, les pilotes d'aéronefs traditionnels devraient faire preuve de prudence lorsqu'ils évoluent en dessous de 400 pi AGL dans un espace aérien non contrôlé, et redoubler de vigilance quand ils font des circuits standards au-dessus d'aérodromes non certifiés parce que c'est à cette altitude que d'autres utilisateurs de l'espace aérien s'attendent à voir des aéronefs. De plus, le vol à grande vitesse et à basse altitude réduit le temps de réaction disponible tant pour le pilote traditionnel que pour le pilote d'ATP et peut diminuer la capacité du pilote d'ATP à détecter et éviter l'aéronef traditionnel.

Pour obtenir plus d'information sur les SATP et la sécurité des SATP, veuillez consulter le site Web sur la sécurité des drones de TC : <https://tc.canada.ca/fr/aviation/securite-drones>.