

# 11 Les facteurs humains

Jusqu'à présent, les sections du livre ont été consacrées à l'aspect technique du vol. Le lecteur devrait désormais être en mesure de comprendre le phénomène de la portance qui permet à l'avion de se maintenir en vol, la construction de la cellule, le fonctionnement des moteurs d'avion et les soins à leur apporter, l'utilisation des radios pour les communications et la navigation, l'art de se rendre de A à B par une navigation précise, les caprices de la météo, etc.

Jusqu'à tout récemment encore, on croyait que si un individu possédait une bonne connaissance des aspects techniques du pilotage, il avait en mains tous les atouts qui lui permettraient de devenir un pilote confiant, compétent et sécuritaire.

Mais au cours des dernières décennies, nous devons reconnaître que, bien qu'importante, une maîtrise approfondie de ces sujets est loin d'être suffisante. Les facteurs humains occupent une place toute aussi importante dans la formation des équipages de conduite. Plusieurs aspects humains, tels que l'organisation du poste de pilotage, la coordination entre les membres d'équipage, la forme physique et la santé, les illusions sensorielles et la prise de décision, sont autant des facteurs essentiels à la sécurité aérienne que le sont les techniques de pilotage. L'interaction entre les individus et les machines, l'environnement, ou entre eux-mêmes, sont autant de facteurs humains faisant partie de l'équation.

Il vous reste beaucoup de notions à connaître sur le pilote lui-même, sur ses réactions physiques et involontaires face à un environnement qui lui est étranger. Au cours de la deuxième guerre mondiale, on s'est rendu compte que certaines pertes d'avions étaient imputables à une incapacité du pilote plutôt qu'à des actes de l'ennemi. Le défi d'expliquer ces événements inhabituels a été relevé et depuis, bien des recherches ont été menées sur un grand nombre de sujets, allant de l'hypoxie au stress mental, en passant par la désorientation spatio-temporelle, l'hyperventilation, l'embolie gazeuse et les défaillances dues à l'alcool et aux drogues. Ces recherches ont abouties à des révélations souvent surprenantes, même parfois troublantes.

L'homme est essentiellement une créature terrestre. Le corps humain est constitué pour fournir son rendement maximum à l'intérieur de limites assez étroites de pression atmosphérique. Au cours des millénaires, le corps s'est adapté aux activités sur la surface terrestre.

Toutefois, l'irrésistible attrait de l'aventure et les conquêtes enivrantes du progrès ont poussé l'homme à explorer un nouvel environnement, les grands espaces aériens. Ce faisant, il a découvert que la nature ne l'avait guère outillé pour les espaces en haute altitude. À mesure que l'altitude augmente, le corps devient de moins en moins efficace jusqu'au moment où, ayant atteint une altitude suffisante, il perd tous ses moyens et sombre dans l'inconscience. Totalement privé d'oxygène, le corps meurt en huit minutes. Sans références terrestres, les sens jouent bien des tours, parfois fatals.

Les accidents d'aviation sont des événements que tous les pilotes consciencieux s'acharnent à éviter. La majorité des accidents sont parfaitement évitables. Plusieurs ont un facteur en commun : ils sont imputés et imputables à une défaillance humaine et non à une défaillance mécanique. En fait, les statistiques démontrent que 85% des accidents d'avion impliquent des facteurs humains. Beaucoup résultent de la désorientation, d'une incapacité physique et même de la mort du pilote en vol.

D'autres sont le résultat d'une mauvaise gestion des ressources du poste de pilotage.

La présente section a pour but d'expliquer brièvement au pilote quelques-uns de ces facteurs humains pour l'aider à comprendre et à respecter les capacités et les limites de son corps. Nous voulons ainsi que le vol demeure ce que tous les adeptes et mordus de l'aviation ont toujours cru qu'il était, c'est-à-dire une expérience agréable, sûre et profitable, et non pas une entreprise risquée et terrifiante.

## 11.1 Les facteurs physiques

### 11.1.1 La santé générale

Le pilotage exige du pilote qu'il soit alerte et en pleine possession de ses moyens physiques et mentaux. Il est naturel qu'on s'attende de lui à ce qu'il s'assure, avant de prendre place sur son siège, d'être libre de toute influence susceptible de compromettre sa vigilance, son aptitude à prendre des décisions sensées et sa promptitude à poser des gestes.

Les règlements interdisent de délivrer un certificat médical aux personnes souffrant de maladies cardiaques graves, de diabètes non compensés et autres problèmes médicaux pouvant entraîner une incapacité soudaine, ainsi que toute forme sérieuse de maladie psychiatrique caractérisée par une perte de perception ou de contact avec la réalité pouvant empêcher un individu d'être jugé médicalement apte à demander une licence.

Certains problèmes, tels que les infections aiguës, entraînent une incapacité temporaire et n'affectent pas le statut de la licence du pilote. Cependant, ils affecteront son aptitude immédiate à voler et le pilote consultera son médecin avant de reprendre ses fonctions à bord.

En fait, on considérera tout malaise généralisé, qu'il soit causé par un rhume, une indigestion, la nausée, les soucis, le manque de sommeil ou autre faiblesse corporelle, comme contraire à la poursuite sécuritaire du vol. La fatigue excessive est possiblement la plus insidieuse de ces conditions. Elle entraîne l'inattention, le ralentissement des réflexes et les jugements confus. Si vous vous sentez vraiment fatigué, annulez ou retardez votre vol.

### 11.1.2 L'hypoxie

Les progrès aéronautiques des dernières années ont favorisé la mise au point d'appareils capables de voler très haut. À des altitudes aussi élevées, l'homme est soumis à l'un des phénomènes physiologiques les plus sordides, l'hypoxie. L'hypoxie frappe sans le moindre avertissement. C'est la raison pour laquelle tout aéronef devant voler au-delà de 10 000 pi doit disposer d'une réserve d'oxygène supplémentaire. La règle qui recommande d'utiliser de l'oxygène au-dessus de 10 000 pi ASL le jour, et de 5000 pi ASL la nuit est pleine de sagesse; le pilote sera bien inspiré de s'y conformer s'il veut éviter les conséquences néfastes de cette condition. L'hypoxie se caractérise par une insuffisance d'oxygène qui provoque un ralentissement des fonctions du cerveau et des autres tissus.

La plus grande concentration de molécules d'air se trouve près du sol. Il y a progressivement moins d'air et par conséquent moins d'oxygène (par unité de volume), à mesure que l'on prend de l'altitude. Ainsi, chaque respiration que vous prenez, disons à 15 000 pi ASL, contient environ la moitié de l'oxygène d'une respiration comparable au niveau de la mer.

Ce qu'il importe de se rappeler au sujet de l'hypoxie, c'est que la victime est incapable d'en déceler les symptômes sur sa propre personne. Les centres du cerveau normalement responsables de sonner l'alarme sont malheureusement les premiers affectés et le pilote perçoit à la place une sensation complètement fautive de bien-être accru. Rien n'avertit le pilote de la détérioration de ses capacités, ni la douleur ou autres formes d'avertissement. Les effets progressifs de l'hypoxie vont de l'euphorie (sensation de bien-être) à une diminution de la vision; s'ensuit la confusion mentale, l'incapacité à se concentrer, un jugement défaillant et le ralentissement des réflexes puis, pour finir, la perte de conscience.

Il existe quatre formes d'hypoxie : l'hypoxie hypoxique est une conséquence normale de l'altitude que l'on prévient par l'usage de systèmes d'oxygène à bord des avions. L'hypoxie anémique est causée par une surabondance d'oxyde de carbone dans l'hémoglobine, voir 11.1.4 – Le monoxyde de carbone. L'hypoxie stagnante réfère à l'état du cerveau qui ne reçoit pas un apport suffisant de sang. L'hypoxie histotoxique est causée par un empoisonnement chimique et par un taux élevé d'alcool dans le sang, voir 11.1.10 – L'alcool.

## Les effets sur la vision à 5000 pi

La rétine de l'oeil est en réalité un prolongement du cerveau. De ce fait, elle dépend beaucoup plus d'un apport adéquat d'oxygène que toute autre partie du corps. C'est pourquoi le premier symptôme de l'hypoxie survient dès 5000 pi sous forme de diminution de la vision nocturne. La lecture des instruments et des cartes est faussée; les obstacles et les zones faiblement éclairés sont mal interprétés.

## Les effets sur la vision au-dessus de 10 000 pi

Il est vrai que l'état physique général d'un individu exerce une certaine influence sur l'altitude à laquelle il commence à souffrir des effets de l'hypoxie. L'âge, l'alcool, les médicaments, le manque de repos, etc. exercent tous une influence susceptible d'augmenter la sensibilité de l'organisme à cette condition. Cependant, en moyenne, le seuil a été établi à 10 000 pi.

À 10 000 pi, l'hypoxie existe indubitablement, même si elle demeure indécélable. Cette altitude est l'altitude maximale à laquelle un pilote devrait se considérer en possession de ses facultés mentales et physiques. Cependant, même à cette altitude, un vol prolongé (par exemple de plus de quatre heures) peut provoquer la fatigue par suite d'un approvisionnement inadéquat en oxygène; le pilote doit donc s'attendre à une détérioration au niveau de sa concentration, de sa résolution des problèmes et de son efficacité.

À 14 000 pi, la lassitude et l'indifférence sont marquées. On note l'affaiblissement de l'acuité visuelle, le tremblement des mains, l'obscurcissement de la pensée et de la mémoire, et les erreurs de jugement. La cyanose (bleuissement sous les ongles) apparaît.

À 16 000 pi, le pilote devient désorienté, agressif ou euphorique et tout à fait irrationnel. Il perd facilement le contrôle de l'avion.

À 18 000 pi, le pilote entre en état de choc et perd conscience en quelques minutes.

À des altitudes plus élevées, la mort risque de survenir après un laps de temps assez prolongé.

Le Règlement de l'aviation canadien (CAR) stipule qu'on ne doit pas exploiter un aéronef pendant plus de 30 minutes entre 10 000 pi et 13 000 pi, et en aucun cas au-dessus de 13 000 pi, à moins qu'une

quantité adéquate d'oxygène ne soit à la portée de chaque membre d'équipage. Aux États-Unis, la limite est de 12 000 pi au lieu de 13 000 pi en altitude pour un usage réglementé en oxygène.

## La prévention de l'hypoxie

La seule façon de prévenir l'hypoxie consiste à prendre des mesures avant qu'elle ne se manifeste. Si vous respectez la règle de ne pas voler à plus de 10 000 pi sans oxygène supplémentaire le jour, et 5000 pi la nuit, vous n'aurez pas d'ennuis.

## L'hypoxie stagnante

L'hypoxie stagnante est une condition qui résulte du déplacement temporaire du sang normalement présent dans la tête. Elle survient à la suite d'accélération de forces G positives et peut être attribuée au fait que le système circulatoire est incapable de fournir du sang au cerveau.

«G» est le symbole qui indique le taux de changement de vitesse; il représente donc une force et une direction. Les accélérations positives G impliquent une force qui agit des pieds à la tête; les accélérations négatives G impliquent une force qui agit de la tête aux pieds.

La tolérance aux accélérations G est diminuée par une mauvaise santé, l'hypotension, l'obésité, la fatigue, la cigarette, l'hypoxie hypoxique et la «gueule de bois». Elle est influencée par la valeur maximale de l'accélération imposée, sa durée et son intensité à l'origine.

Les accélérations positives G se rencontrent lors des sorties brutales de descentes en piqué à haute vitesse, des boucles normales (c.-à-d. tête vers l'intérieur du cercle de la boucle) et des virages coordonnés.

Le premier symptôme de l'hypoxie stagnante est la détérioration de la vision. Le pilote subit le **voile gris**, un état qui réfère à un affaiblissement de la vue accompagné de la perte de la perception des couleurs. À mesure que l'accélération G augmente, le **voile noir** (perte temporaire de la vue) s'installe, alors que l'apport de sang aux yeux est complètement interrompu. Un accroissement subséquent de l'accélération G entraînera l'inconscience.

Les accélérations négatives G entraînent une augmentation de la pression sanguine dans les yeux occasionnant le **voile rouge**. Des accélérations négatives G excédant -5g peuvent provoquer la rupture des petits vaisseaux sanguins dans les yeux. On rencontre les G négatifs lors des boucles inversées (c.-à-d. pieds vers l'intérieur du cercle de la boucle) et des manoeuvres impliquant le déplacement abrupt et/ou assez considérable du manche vers l'avant.

La tolérance aux accélérations G en général est affectée par la diète, y compris une hydratation adéquate et un taux de sucre normal dans le sang. Une bonne condition physique est également importante. Les programmes de musculation sont plus efficaces que l'entraînement aérobique.

## 11.1.3 La maladie de l'ozone

La maladie de l'ozone est un autre problème associé au vol à très haute altitude. Bien qu'à ce jour elle ne se soit manifestée qu'à des altitudes supérieures à 30 000 pi, l'arrivée sur le marché d'avions, mêmes légers, capables d'atteindre ces niveaux à des vitesses subsoniques, place désormais ce problème au nombre de ceux qu'un pilote privé se doit de connaître.

L'ozone est un gaz bleuâtre qu'on retrouve en concentration assez élevée dans les hauts niveaux de l'atmosphère,



particulièrement à la tropopause. Étant donné que la hauteur de la tropopause varie avec les saisons, tous les avions manoeuvrant au-dessus de 35 000 pi risquent un jour ou l'autre de venir en contact avec ce gaz.

En dépit du fait que l'ozone possède une certaine couleur et une certaine odeur, les passagers et les pilotes qui ont souffert de la maladie de l'ozone rapportent qu'ils ne s'étaient pas rendu compte de la concentration élevée d'ozone avant l'apparition des premiers symptômes.

Ces symptômes incluent : toux sèche, mauvaise vision nocturne, souffle court, maux de tête, yeux, bouche et nez brûlants, faibles douleurs à la poitrine, crampes dans les jambes, fatigue, somnolence, saignements de nez, nausées et vomissements. Les symptômes s'aggravent en fonction de la durée d'exposition et du degré d'activité physique, mais diminuent rapidement lorsque l'avion descend en dessous de 30 000 pi.

On peut soulager quelque peu les symptômes en respirant à travers une serviette chaude et mouillée. Une activité physique minimale et la respiration d'oxygène pur allègent aussi les symptômes.

### 11.1.4 Le monoxyde de carbone

L'oxygène est véhiculé à travers tout le corps en se combinant à l'hémoglobine du sang. Toutefois, l'agent de transport vital, l'hémoglobine, pour le monoxyde de carbone est 210 fois plus forte que son affinité pour l'oxygène. Par conséquent, même en quantité infime, le monoxyde de carbone peut avoir des conséquences graves sur la distribution de l'oxygène pouvant causer une forme d'hypoxie connue sous le nom d'**hypoxie anémique**.

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et sans saveur. Il est produit par les moteurs à combustion interne et on le retrouve en quantité variable dans les gaz d'échappement. Une défectuosité quelconque, une fissure ou une perforation dans le système de chauffage de la cabine permettra au gaz de pénétrer dans la cellule.

La susceptibilité au monoxyde de carbone (CO) augmente avec l'altitude. Aux altitudes élevées, le corps éprouve déjà des difficultés à obtenir suffisamment d'oxygène en raison de la pression réduite. La présence de monoxyde de carbone rend la situation encore plus critique.

Les premiers symptômes d'un empoisonnement au CO sont une sensation de mollesse ou de paresse et de chaleur. Puis, surviennent de violents maux de tête, des palpitations dans les tempes, un tintement dans les oreilles, des étourdissements et l'affaiblissement de la vue. Viennent par la suite les vomissements, les convulsions, le coma et enfin la mort.

Bien que l'empoisonnement au CO soit une forme d'hypoxie, il diffère de l'hypoxie causée par l'altitude en ceci qu'on n'y remédie pas immédiatement en administrant de l'oxygène ou en descendant plus bas.

Si vous remarquez des odeurs de gaz d'échappement ou souffrez de n'importe quel symptôme associé à l'empoisonnement au CO, vous devez immédiatement fermer le chauffage, aérer la cabine avec de l'air frais, ne pas fumer, respirer si possible de l'oxygène pur à 100% et atterrir à la première occasion. Ne pas poursuivre le vol aussi longtemps que tous les effets du CO ne sont pas disparus. L'élimination de tout monoxyde de carbone peut prendre plusieurs jours. Dans certains cas, il vaudra mieux consulter un médecin.

## La fumée de cigarette

La fumée de cigarette renferme une minuscule quantité de monoxyde de carbone. On a calculé que le plafond d'un gros fumeur pourra être 4000 pi plus bas que la normale. L'individu qui fume aussi peu que trois cigarettes au niveau de la mer ressent les mêmes effets physiologiques que ceux normalement associés à une altitude de 8000 pi. L'hémoglobine possède une grande affinité pour le monoxyde de carbone contenu dans la fumée de cigarette et l'absorbera volontiers. Les capacités d'absorption d'oxygène de l'hémoglobine diminuent au point d'être comparables à celles correspondant à une diminution de pression atmosphérique équivalente à une altitude de 8000 pi ASL.

Le monoxyde de carbone des cigarettes ne nuit pas seulement au fumeur, mais aussi au non-fumeur. Lorsqu'exposés pendant une période prolongée à un niveau élevé du monoxyde de carbone dans un espace aussi restreint qu'une cabine d'avion, l'équipage et les passagers souffrent de certains symptômes, comme les difficultés respiratoires, les maux de tête et l'irritation des yeux associés à la fumée de seconde main.

La cigarette a été déclarée nuisible à la santé. Elle contribue également à l'hypertension et aux troubles pulmonaires chroniques, tels que la bronchite et l'emphysème. Elle est en outre liée au cancer du poumon et aux maladies cardiaques.

### 11.1.5 L'hyperventilation

L'hyperventilation est une augmentation du rythme respiratoire qui vient perturber l'équilibre naturel existant dans le système entre l'oxygène et l'acide carbonique. Elle résulte habituellement d'une tension émotive quelconque ou de l'angoisse. Sous l'effet d'une contrainte émotive, de la frayeur ou de la douleur, le rythme respiratoire pourra s'accélérer inconsciemment, expulsant ainsi davantage d'acide carbonique que le corps n'en produit par son activité musculaire. Il en résulte un déficit d'acide carbonique dans le sang.

Les symptômes les plus courants de l'hyperventilation sont : les étourdissements, les picotements dans les doigts et les orteils, les sensations de chaleur et de froid, la nausée et la somnolence. Si le rythme respiratoire n'est pas corrigé, il y aura perte de conscience.

Le remède consiste à ralentir volontairement le rythme respiratoire et à retenir sa respiration à intervalles réguliers pour permettre à l'acide carbonique de revenir à son niveau normal. Parfois, il est plus rapide de rétablir le niveau approprié en respirant dans un sac de papier, c.-à-d. en respirant de nouveau l'acide carbonique expulsé.

Les premiers symptômes de l'hyperventilation et de l'hypoxie étant semblables, ils risquent d'être confondus. En fait, les deux états peuvent se présenter en même temps. Le pilote qui vole à haute altitude croit souvent pouvoir neutraliser les effets de l'hypoxie en respirant plus rapidement. L'hyperventilation n'aide pas à combler le manque d'oxygène. Elle ne fait qu'augmenter l'émission d'acide carbonique. L'hypoxie est peu probable de se produire en dessous de 8000 pi. Au-dessus de 8000 pi, respirez de l'oxygène pur à 100%, s'il y en a à bord, en inspirant profondément trois ou quatre fois. Si les symptômes persistent, le problème est l'hyperventilation et le pilote agira en conséquence.

### 11.1.6 Le mal de décompression

#### Les gaz emprisonnés

En raison des variations de pression barométrique résultant des montées et des descentes, les gaz contenus dans certaines cavités corporelles se détendent ou se contractent.

L'incapacité à évacuer ces gaz peut entraîner des douleurs à l'abdomen, aux dents, aux oreilles et aux cavités sinusiennes. Dans certains cas, la douleur est tellement intense qu'elle entraîne l'incapacité. Les affections provoquées par des changements de pression barométrique sont connus sous le nom de **dysbarismes** : tout dommage physique qui en résulte est appelé un **barotraumatisme**.

#### LES OREILLES BOUCHÉES

L'oreille se divise en trois parties. L'oreille externe est le canal auditif; elle se termine au tympan. L'oreille moyenne est une cavité entourée d'os crâniens; elle abrite les organes auditifs et elle est remplie d'air. La trompe d'Eustache relie l'oreille moyenne à la gorge.

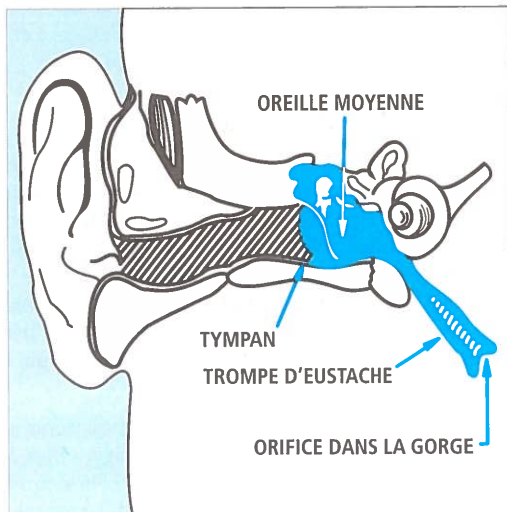


Image 1 – Oreille et trompe d'Eustache

L'oreille interne contrôle certains sens de l'équilibre et renferme le limaçon, petit organe qui analyse les vibrations sonores.

Lors des montées et des descentes, l'air doit s'échapper ou entrer par la trompe d'Eustache pour équilibrer la pression présente dans la cavité de l'oreille moyenne avec la pression atmosphérique. Si de l'air se trouve emprisonné dans l'oreille moyenne, le tympan se distend pour accommoder la pression plus élevée. Il en résulte de la douleur et parfois une surdité temporaire. La rupture du tympan est même possible.

Le problème ne se présente généralement pas en montée, puisque le surplus d'air s'échappe assez facilement par la trompe d'Eustache. Au cours de la descente, par contre, alors que la pression à l'extérieur de l'oreille moyenne ne peut faire autrement que d'augmenter, les trompes d'Eustache ne s'ouvrent pas volontiers. La situation s'aggrave si l'individu a le rhume, des allergies ou une infection de la gorge. Le pilote et les passagers doivent fournir un effort conscient pour avaler ou bâiller afin de stimuler l'activité musculaire des trompes. Quelquefois, il est recommandé de pratiquer la **manoeuvre de Valsalva** : fermer la bouche, pincer le nez et tenter d'expirer doucement. Cette manoeuvre force l'air à pénétrer et à remonter par les trompes d'Eustache. Au cours des descentes, les enfants souffrent parfois violemment d'un blocage d'oreilles.

Rappelez-leur souvent d'avaler ou de bâiller. Les bébés sont incapables d'équilibrer volontairement la pression à l'intérieur de l'oreille moyenne; on leur donnera un biberon durant la descente, ce qui aura le même effet.

Les blocages douloureux résultent généralement d'une descente trop rapide. Si le pilote ou les passagers n'éprouvent pas de soulagement à l'aide des méthodes précitées, il sera peut-être nécessaire de remonter en altitude, puis de redescendre plus graduellement.

Si de l'oxygène pur à 100% a été utilisé durant le vol, on se servira à plusieurs reprises de la manoeuvre de Valsalva pour ventiler l'oreille moyenne et réduire les risques de douleur plus tard dans la journée.

#### LES SINUS BOUCHÉS

Les sinus sont des cavités osseuses remplies d'air. Ils sont reliés au nez grâce à une ou plusieurs petites ouvertures. Si ces ouvertures sont bouchées par suite du gonflement de la membrane muqueuse tapissant les parois des sinus (comme cela arrive quand la personne a le rhume), la pression s'équilibre difficilement. Il en résulte une douleur au niveau des pommettes de chaque côté du nez, de la mâchoire supérieure, ou encore au-dessus des yeux. La manoeuvre de Valsalva décrite plus haut soulagera les douleurs causées par la sinusite.

Pour les oreilles et les sinus bouchés, l'emploi prudent d'un inhalateur peut aider. Cependant, un produit renfermant une substance antihistaminique ne convient pas pour des motifs que nous verrons ci-après dans la section 11.1.11 – Les drogues.

#### LE MAL DE DENTS

Un mal de dents peut se produire en altitude pour diverses raisons : abcès, obturation imparfaite, traitement de canal mal exécuté. Toute personne souffrant des dents en altitude devrait consulter son dentiste. Notez toutefois qu'il arrive de confondre des sinus bouchés avec un mal de dents.

#### LES DOULEURS GASTRO-INTESTINALES

L'expansion des gaz contenus dans le système digestif cause des douleurs lors des montées en altitude, c.-à-d. vers une zone de pression réduite. On obtient un soulagement en redescendant plus bas.

Certains aliments, comme les fèves, les plats épicés, les boissons gazeuses, ont la réputation de produire des gaz. Les individus qui savent par expérience quels problèmes ils causent, éviteront d'en consommer.

#### LE RHUME

Ne volez pas quand vous avez le rhume. Un simple rhume, tout juste ennuyeux au sol, risque de prendre en vol des proportions dangereuses, autant pour les passagers que pour le pilote.

La fatigue, l'irritabilité, la somnolence et la douleur sont les symptômes d'un rhume; ils conjuguent leurs efforts pour rendre le pilote inapte à piloter. Plus sournois sont les effets du rhume sur les sinus, l'oreille interne et l'oreille moyenne. Les tissus lymphatiques et les membranes muqueuses enflés peuvent boucher les sinus, causant durant la descente une douleur et une forme de vertige paralysant. L'infection de l'oreille interne, symptôme courant du rhume, peut également provoquer un vertige aigu. Les tissus qui se trouvent à l'extrémité nasale de la trompe d'Eustache seront très probablement enflés. Si on ajoute à cela les problèmes de l'oreille moyenne associés en temps normal à la descente, voir 11.1.6 – Les oreilles bouchées ci-dessus, on comprend aisément que la situation en sera considérablement aggravée. La perforation du tympan reste une conséquence fort possible. Règle générale, un tympan perforé



guérit rapidement. Néanmoins, dans certains cas, on enregistrera une perte partielle mais permanente de l'acuité auditive ou une infection persistante de l'oreille moyenne.

Les médicaments contre le rhume n'empêchent pas les symptômes de se manifester. Bien souvent, ils ne font que créer de nouveaux problèmes dont le plus fréquent est la somnolence.

## Les gaz libérés

L'azote, toujours présent dans les liquides du corps humain, quitte l'état soluble pour former des bulles lorsque la pression du corps diminue suffisamment, tel que durant les montées en altitude. Si ces bulles se logent dans les petits vaisseaux sanguins, elles peuvent entraîner une interruption totale de la circulation, de la douleur et endommager les tissus. Certains états prédisposent les individus au **mal de décompression**. On le rencontre fréquemment chez les gens âgés, les femmes et les gens actifs. Les personnes grasses ou obèses sont davantage exposées parce que les tissus graisseux contiennent davantage d'azote.

Les **lésions ostéo-articulaires** ou **crampes** sont caractérisées par une douleur au niveau des jointures. L'état s'aggrave progressivement lors des montées. Les symptômes se présentent plus fréquemment au niveau des jointures principales, tels les genoux et les épaules, mais ils surviendront également aux jointures qui ont été endommagées dans le passé. Tout exercice ou tout mouvement aggravera la douleur. On peut habituellement alléger les symptômes en redescendant à des altitudes plus basses.

L'**embolie gazeuse** dite «**suffocante**» se caractérise par des douleurs au niveau de la poitrine causées par l'invasion d'une multitude de petites bulles qui provoque le blocage des minuscules vaisseaux sanguins aux poumons. Dans les cas graves, la victime ressent une sensation de suffocation. Cet état est très grave et nécessite une descente immédiate à des altitudes inférieures.

La **paresthésie** (ou **fourmillements**) est une autre manifestation du mal de décompression causée par la présence de bulles de gaz minuscules sous la peau. Ses symptômes incluent les picotements, les démangeaisons, les sensations de chaleur et de froid.

Les **désordres du système nerveux** central comprennent les troubles visuels, les maux de tête et, plus rarement, la paralysie et les troubles sensoriels.

Le mal de décompression (embolie gazeuse) est imprévisible. Une issue possible est l'état de choc, caractérisé par la faiblesse, l'étourdissement, la nausée, la pâleur, la moiteur et même la perte de conscience. Un effondrement est possible si des bulles assez volumineuses viennent bloquer l'apport de sang au cerveau et à la colonne vertébrale. Habituellement, les symptômes disparaissent au retour sur la terre ferme. Il arrive cependant que les symptômes persistent. Dans ce cas, un traitement spécial (la **recompression**) pourra s'avérer nécessaire.

Le mal de décompression (embolie gazeuse), résultant de la libération des gaz, survient rarement en dessous de 20 000 pi. La meilleure défense contre ce douloureux problème reste la cabine pressurisée. On obtient un certain degré de protection en respirant de l'oxygène pur à 100% pendant une heure avant de monter à des altitudes supérieures à 20 000 pi. Cette procédure élimine l'azote du sang. L'oxygène ne forme pas de bulles; il reste à l'état soluble. Évitez aussi de consommer des boissons gazeuses ou d'avaler des aliments qui causent des gaz.

## LA PLONGÉE SOUS-MARINE ET LE VOL

L'individu qui voyage en avion aussitôt après avoir fait de la plongée sous-marine risque une embolie gazeuse très grave à des altitudes bien inférieures à celles où on rencontre

habituellement ce phénomène. Les bonbonnes d'air employées par les plongeurs pour contrer la pression plus élevée de l'eau sur le corps, fournissent de l'air comprimé qui vient sursaturer les tissus en azote, même lors de plongées peu profondes. À une profondeur de 30 pi, le corps absorbe deux fois plus d'azote qu'en surface. Une montée à 8000 pi ASL peut causer des lésions ostéo-articulaires incapacitantes.

Après des plongées sans palier de décompression, il vaut mieux s'abstenir pendant 12 heures de voler jusqu'à des altitudes de 8000 pi ASL. Si des paliers de décompression ont été nécessaires pour revenir à la surface, le délai devrait être de 24 heures. Pour les vols effectués à plus de 8000 pi ASL, l'intervalle est de 24 heures peu importe le genre de plongée, puisque les aéronefs pressurisés peuvent avoir une panne totale de pressurisation de cabine. Règle générale, abstenez-vous de voler dans les 24 heures suivant une plongée à 30 pi pour permettre le retour à la normale de la quantité d'azote dans le corps.

### 11.1.7 La vue

Une bonne vision revêt une importance capitale en vol pour l'évaluation des distances, la perception de la profondeur, ainsi que la lecture des cartes et des instruments. Par conséquent, on fera tout pour la protéger.

Les pilotes sont exposés à une luminosité plus intense que la moyenne des gens. En altitude, l'atmosphère est moins dense et la lumière beaucoup plus intense. En outre, les sommets nuageux réfléchissent la lumière directement dans les yeux du pilote. Cette lumière renferme davantage de rayons bleus et ultraviolets nocifs qu'au sol. L'exposition prolongée peut endommager l'œil, particulièrement le cristallin. Le port des lunettes de soleil est fortement recommandé pour assurer une protection adéquate contre ces dangers et prévenir la fatigue oculaire.

Les tableaux de bord devraient être gris ou noirs, s'harmonisant ainsi avec les instruments dont le fond est généralement noir. Ainsi, on évite l'ajustement continu de l'œil chaque fois que le regard doit passer des instruments à un tableau de couleur plus pâle.

Lorsqu'on vole face au soleil, les yeux sont tellement éblouis qu'ils n'arrivent pas à s'adapter rapidement à l'obscurité du tableau de bord. Cette situation entraîne la fatigue oculaire et, par conséquent, la fatigue du pilote. De bonnes lunettes de soleil enduites d'un produit anti-réfléchissant, présentant une haute définition et à l'épreuve des rayons ultraviolets, aident à minimiser le problème.

Les phénomènes d'obscurcissement atmosphériques, tels que le brouillard, la fumée et la brume sèche, exercent une certaine influence sur la distance à laquelle l'œil normal peut voir. L'aptitude de l'œil à se focaliser sur un point quelconque s'affaiblit. Les objets éloignés se détachent mal de l'horizon. Après un certain temps, l'œil, privé d'un repère sur lequel se concentrer, ne réussit à se focaliser que sur une distance de 1 à 2 mi (ce phénomène porte le nom de **myopie du champ visuel vide**). En conséquence, le repérage des autres avions devient difficile et exige un surcroît d'effort de la part du pilote. La portée visuelle du pilote étant réduite, la période durant laquelle il est possible de déceler un danger et d'entreprendre une manoeuvre d'évitement se trouve considérablement réduite. Les pilotes doivent apprendre à reconnaître les limites de l'œil humain en fonction des conditions météorologiques existantes. Ils devront réaliser que la maxime «voir et éviter» est sujette à certaines restrictions d'ordre météorologique.

Un petit pourcentage de la population est **daltonienne**. Pour les pilotes NORDO qui reçoivent les autorisations par signaux

optiques, la perception des couleurs (en particulier le rouge et le vert) est essentielle. Compte tenu des instruments à écrans cathodiques modernes (CRT – Cathode Ray Tube), des radars météo et des systèmes d'affichage anticollision présentant des affichages couleur toujours plus complexes, la perception des couleurs revêt une importance grandissante pour les pilotes qui volent sur des aéronefs dotés de ces équipements sophistiqués.

## La perception de la profondeur

Les indices permettant une juste perception de la profondeur sont souvent absents dans les airs. La dimension des nuages varie et il n'existe aucun moyen d'évaluer leur distance. Les atterrissages sur plans d'eau miroitants et sur pistes mouillées posent un problème, de même que le «voile blanc» (survenant l'hiver lorsque la neige poudreuse souffle) ainsi que plusieurs autres phénomènes hivernaux.

## La vision nocturne

La vision du pilote s'affaiblit considérablement la nuit. Les cônes concentrés au centre de l'œil, nécessitent beaucoup de lumière pour fonctionner correctement. Par conséquent, il existe la nuit une zone d'obscurité au centre de l'œil. Cette zone est suffisamment étendue pour empêcher le pilote de voir un autre avion à une certaine distance lorsqu'il le regarde directement.

La nuit, il est donc nécessaire d'adopter une technique qui fait usage de la vision périphérique. La vision nocturne dépend des bâtonnets répartis sur la périphérie de la rétine. Ils assurent la vision périphérique. Les bâtonnets prennent environ 30 minutes à s'acclimater à la noirceur. Une lumière blanche, même très faible, compromettra l'adaptation à l'obscurité.

Vous devriez porter des lunettes de soleil le jour, mais les enlever après le coucher du soleil. Si vous prévoyez voler la nuit, évitez les lumières vives le jour. Faites tout en votre pouvoir pour adapter vos yeux à la vision nocturne avant le vol. Le port de lunettes pourvues de lentilles teintées rouge pour une période de 30 minutes avant de voler la nuit aide les yeux à s'adapter à la noirceur.

Détournez vos yeux pour les forcer à regarder les objets indirectement. Le mieux est sous un angle d'environ 15° à 20°. C'est dans cette zone que les bâtonnets sont le plus efficaces. Une bonne vision décentrée permettra de voir aisément les objets éloignés de faible intensité, tels que les feux de piste ou les aéronefs.

N'employez pas de surligneurs de couleur jaune ou rose sur les cartes aéronautiques. Ces couleurs ne se voient pas la nuit sous l'éclairage rouge du poste de pilotage. Utilisez un surligneur bleu à la place.

Ayez toujours avec vous une lampe de poche munie d'un filtre rouge, un jeu de piles de rechange et une ampoule de rechange. Assurez-vous qu'ils sont constamment à votre portée.

La vision nocturne est également sensible à l'hypoxie. Pour que l'œil ne soit pas privé d'oxygène, on respirera de l'oxygène supplémentaire au-dessus de 5000 pi.

La saleté et les reflets sur le pare-brise nuisent à la vision nocturne. Un pare-brise d'une propreté impeccable est indispensable.

## L'ÉCLAIRAGE DES INSTRUMENTS LA NUIT

L'éclairage des instruments pose un problème en ce sens que les instruments doivent être suffisamment bien éclairés pour être lisibles, sans toutefois gêner l'acclimatation des yeux à l'obscurité.

L'illumination à l'ultraviolet des instruments aux indications fluorescentes est vraisemblablement le type d'éclairage le moins satisfaisant. Les instruments portent des marques faites au moyen d'une peinture fluorescente qui présente une coloration bleu-vert sous l'influence d'un éclairage fluorescent. Au nombre des inconvénients, on remarque l'impossibilité de maintenir la focalisation sur les instruments, la perte possible de l'acclimatation à l'obscurité, l'irritation des yeux, une vue trouble.

**Lumière rouge** : l'éclairage indirect des instruments à l'aide d'ampoules rouges individuelles n'est pas satisfaisant parce qu'il n'illumine pas uniformément tous les instruments. Les boutons et les interrupteurs ne sont pas éclairés. L'illumination complète du tableau de bord en rouge est préférable. Toutefois, on y perd l'aptitude à discerner les couleurs. Sur les cartes, les couleurs sont indéchiffrables et les renseignements imprimés en rouge deviennent illisibles.

**Lumière blanche** : une lumière blanche de faible intensité reste le meilleur choix pour l'éclairage du poste de pilotage. Les instruments sont parfaitement lisibles et les couleurs discernables. Étant donné qu'il est possible de régler l'intensité de l'éclairage, l'adaptation à l'obscurité n'est pas compromise, bien qu'elle soit quelque peu affaiblie.

## Les orages

Il est déconseillé de voler à l'intérieur ou à proximité des orages. Les éclairs aveuglants détruisent l'acclimatation à la noirceur. Afin de minimiser le plus possible l'effet aveuglant des éclairs, augmentez au maximum l'éclairage du poste de pilotage.

## Les phares anticollision

Éteignez les feux à éclats et les phares rotatifs lorsque vous volez dans les nuages. La réflexion des feux clignotants sur les nuages irritent les yeux.

## Le point de référence visuelle calculé (DERP)

Dans chaque aéronef, il y a un point à partir duquel le pilote assis bénéficie d'une visibilité optimale. Le **point de référence visuelle calculé (DERP)** se trouve à une certaine hauteur, à partir du plancher du poste de pilotage, et à une certaine distance, par rapport à une ligne de référence quelconque. La visibilité extérieure est affectée par les dimensions du pare-brise, les montants, l'écran anti-éblouissant et la position avant/arrière du siège, ce dernier facteur étant le seul variable.

Toute modification de la position du siège affectera l'étendue du champ visuel externe. Par exemple, le siège du pilote est réglé pour que ses yeux soient placés au point calculé optimal de référence visuelle qui lui assure une bonne visibilité tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. En déplaçant son siège vers l'arrière et en l'abaissant, il réduira son champ de vision au-dessus et en dessous du nez de l'avion, en plus de modifier ses lignes de vision à l'intérieur. Toute variation par rapport au point de référence visuelle optimal représente donc un compromis entre la visibilité à l'extérieur et celle à l'intérieur, et l'habileté du pilote à manier les commandes.

Les aéronefs sont conçus de manière à répondre à certaines exigences en matière de visibilité depuis le poste de pilotage, imposées par les autorités aéronautiques du pays où ils sont construits. Certains fabricants d'aéronefs fournissent des points de référence visuelle calculés (DERP) que les pilotes utilisent lorsqu'ils règlent leurs sièges. Ces points de référence peuvent tout simplement être deux billes fixées sur l'écran anti-éblouissant que le pilote doit aligner visuellement. Cependant, plusieurs fabricants ne fournissent pas aux pilotes l'information



sur le point de référence visuelle calculé (DERP) propre à leur avion. Par conséquent, les pilotes, n'obtenant pas le meilleur champ visuel possible à l'extérieur de leur avion, compromettent la sécurité de leurs vols. De prendre le temps de déterminer le point de référence visuelle calculé (DERP) optimal pour votre avion par mesure préventive est une sage décision. Écrivez au fabricant et demandez ces renseignements.

On tiendra compte des directives suivantes pour trouver la bonne position de son siège (tant la hauteur que la position avant/arrière) :

1. Il ne doit exister aucun blocage au déplacement des commandes de vol;
2. Le pilote doit voir parfaitement les instruments de vol et les voyants d'avertissement;
3. La visibilité extérieure vers l'avant ne doit pas être restreinte; et
4. Le pilote doit se sentir confortable dans la position où il a réglé son siège.

### 11.1.8 Le bruit, la vibration et la température

#### Le bruit

Le bruit est à la fois incommodant et ennuyeux. Il occasionne les maux de tête, la fatigue visuelle et auditive, le mal de l'air et une sensation d'inconfort généralisée, le tout accompagné d'une diminution au niveau du rendement. Même à des niveaux relativement faibles, le bruit engendre la fatigue, particulièrement quand le pilote y est exposé pendant une longue durée, par exemple lors d'un vol-voyage prolongé. Le pilote qui arrive à destination fatigué par le bruit et qui se voit par surcroît obligé d'atterrir aux minima, voilà certainement une situation indésirable.

Le son est mesuré en décibels (dB). Le niveau zéro est défini comme étant le son le plus faible pouvant être entendu par une personne jouissant d'une bonne ouïe dans un endroit tranquille. Le son le plus fort que la plupart des individus sont capables de supporter est de 140 dB. Les niveaux plus élevés provoquent la douleur et la nausée. On prendra garde de ne pas subir de tels niveaux de bruit sans protection adéquate. De fait, une protection quelconque devrait être portée de façon continue dans tout environnement sonore supérieur à 80 dB.

Peu de mesures ont été prises à ce jour visant à réduire et à contrôler le bruit dans les postes de pilotage. Des tests, destinés à mesurer les niveaux de bruit dans les postes de pilotage, ont révélé des taux variant entre 90 dB et 100 dB. Dans les avions à réaction, le niveau approche les 140 dB.

Face à des niveaux aussi élevés, les problèmes de l'ouïe sont une quasi-certitude à moins d'utiliser une protection quelconque. Un grand nombre de pilotes rapporte une perte temporaire de l'acuité auditive après certains vols. D'autres avouent être incapables de comprendre les messages radio, surtout au décollage et en montée quand le moteur tourne à plein régime. En fait, il a été prouvé qu'une exposition continue aux niveaux de bruit rencontrés dans les aéronefs entraînera au bout d'un certain temps une perte appréciable de l'acuité auditive.

Les conséquences nocives du bruit ne sont pas soudaines, mais s'accumulent progressivement au cours des ans. Les pilotes d'hélicoptères et d'appareils destinés aux applications agricoles sont particulièrement affectés, en raison des niveaux de bruit relativement élevés et des durées d'exposition prolongées. Même les pilotes qui ne passent que trois ou quatre heures par semaine

dans une cabine de pilotage signalent un affaiblissement de l'acuité auditive après quelques années.

Tout être humain souffre d'une certaine détérioration de l'ouïe avec l'âge. Si on ajoute à cela le degré de surdité engendré par l'exposition au bruit, il n'est pas difficile d'imaginer que le pilote ayant atteint la quarantaine puisse souffrir de déficience auditive.

L'emploi d'un dispositif quelconque capable d'assurer la protection contre le bruit est donc important, premièrement pour éviter la fatigue du pilote, et deuxièmement pour éviter la détérioration ou la perte de l'ouïe à long terme.

La meilleure protection consiste en une paire d'obturateurs de tympan bien ajustés. Ils permettent une réduction du bruit de l'ordre de 20 dB à 30 dB. L'emploi d'écouteurs qui recouvrent complètement les oreilles aide aussi, à la condition qu'ils soient bien ajustés. Mal ajustés, ils risquent de causer plus de mal que de bien parce que le pilote jouirait alors d'un faux sentiment de sécurité. L'emploi simultané d'obturateurs et d'écouteurs est recommandé.

Le port de bouchons d'oreilles ne diminue en rien l'acuité auditive du pilote. En fait, l'intelligibilité de la parole se trouve améliorée car les tampons filtrent précisément les sons qui gênent la compréhension des messages radio.

L'emploi régulier de tampons protecteurs par les pilotes et par les passagers constitue donc une saine protection qui permettra au pilote de jouir d'une excellente ouïe sa vie durant.

#### La vibration

Les vibrations sont générées principalement par le moteur de l'avion. Aux vitesses subsoniques, ces vibrations sont responsables de la fatigue et de l'irritabilité, et peuvent même causer des douleurs thoraciques et abdominales, des maux de dos et de tête, ainsi que la tension oculaire et musculaire. Si la fréquence des vibrations oscille autour de 40 cycles/sec, la vision peut devenir trouble. Il est même possible de devenir hypnotisé sous l'influence de vibrations rythmiques et monotones.

L'élimination complète des vibrations est difficilement réalisable, mais on peut en atténuer les effets en plaçant un écran quelconque entre le pilote et la source des vibrations. L'atténuation peut également se faire en contrôlant la source même des vibrations ou en modifiant leur trajectoire.

#### La température

Lorsque la température dépasse 30 °C, l'inconfort, l'irritabilité et la perte d'efficacité sont prononcés. Les températures élevées abaissent aussi le niveau de tolérance du pilote face aux contraintes mentales et physiques comme les accélérations et l'hypoxie.

Pour ce qui est des températures froides, le danger le plus immédiat est l'engelure. L'exposition prolongée au froid entraînera une perte d'efficacité pouvant aller jusqu'à compromettre l'exploitation sécuritaire de l'aéronef.

#### L'HYPOTHERMIE

La conséquence la plus grave de l'exposition prolongée au froid extrême est un état connu sous le nom d'hypothermie. L'hypothermie est une chute de la température du corps. Elle survient lorsque la quantité de chaleur produite par le corps est inférieure à la chaleur qu'il doit générer pour se préserver du froid extérieur. À mesure que l'hypothermie progresse, les organes vitaux et les mouvements corporels deviennent de moins en moins réactifs. L'hypothermie peut évoluer très rapidement et entraîner la mort.

Au stade initial, la peau devient pâle et cireuse; la fatigue et les premiers signes de faiblesse apparaissent. Lorsque la température du corps baisse davantage, un frissonnement intense et incontrôlable survient, suivi d'une difficulté à contrôler ses mouvements. L'étape suivante amène la confusion mentale, l'apathie, la somnolence, une difficulté d'élocution, une respiration lente et superficielle. La perte de conscience et la mort s'ensuivent.

Rien n'empêche l'hypothermie de s'attaquer au pilote qui occupe une cabine de pilotage non chauffée ou qui est insuffisamment vêtu pour affronter des températures ambiantes très froides. En général, on considère l'hypothermie comme un danger très réel quand le pilote se retrouve en pleine brousse à la merci des éléments. Le froid, l'humidité, le vent et une préparation inadéquate contribuent à cet état. Que ce soit en raison de la pluie, de l'immersion dans l'eau ou de la transpiration, les vêtements mouillés agissent exactement comme la mèche d'une lampe; ils extraient la chaleur du corps à un rythme beaucoup plus accéléré que s'ils étaient secs. L'immersion dans l'eau froide accélère considérablement la progression de l'hypothermie.

La meilleure protection contre l'hypothermie consiste à porter des vêtements adéquats, à prévoir un abri et des provisions de secours et par-dessus tout, à bien connaître ce phénomène et ses effets. Le pilote qui vole l'hiver apportera en tout temps une trousse de survie comprenant une tente légère, un drap de plastique, une couverture de survie, etc., pouvant servir à la construction d'un abri. Portez toujours des vêtements appropriés aux pires conditions susceptibles de se présenter (ou tout au moins, emportez-les dans vos bagages). Plusieurs couches superposées de vêtements sont plus efficaces qu'une seule couche épaisse. Faites particulièrement attention aux zones les plus exposées aux pertes de chaleur, c.-à-d. la tête, le cou, les aisselles et les côtés de la poitrine. Ayez à votre disposition des vêtements et des bottes hydrofuges et portez-les avant d'être trempé. La trousse de survie comprendra également une nourriture hautement énergétique, capable de produire de la chaleur et de l'énergie. Les liquides chauds aident à conserver la chaleur du corps. Évitez la fatigue et l'épuisement. Un individu fatigué, exposé au froid, à l'humidité et au vent, est un candidat idéal à l'hypothermie.

## L'HYPERTHERMIE

L'hyperthermie (ou coup de chaleur) survient lorsque le corps est incapable de se libérer de la chaleur par rayonnement ou par transpiration. Avec une température interne de 41 °C et plus, le corps perd virtuellement tout contrôle thermostatique. Les individus atteints d'un coup de chaleur doivent être traités sans délai à l'hôpital.

## 11.1.9 Les illusions sensorielles

En temps normal, les **détecteurs kinesthésiques** (muscles, os et jointures), la **vue** (yeux) et le **système vestibulaire** de l'oreille interne ou **labyrinthe** fournissent au cerveau tous les renseignements concernant la position du corps par rapport au sol. Cependant, une fois en vol, les messages reçus sont parfois erronés.

Les yeux sont les principaux organes de l'orientation, mais ils dépendent de références visuelles extérieures pour fournir des données spatiales fiables. Vus des airs, les objets semblent souvent bien différents que s'ils sont vus du sol. En l'absence d'horizon, le pilote peut choisir une autre ligne de référence, comme par exemple la base d'une masse nuageuse. La brume sèche et le brouillard affectent grandement la perception des distances. La nuit, on s' imagine souvent que les lumières au sol sont les feux d'un avion. Il arrive même qu'on prenne les étoiles pour des lumières au sol.

Les variations de tension enregistrées dans les muscles du corps aident aussi, dans une faible mesure, à déterminer la position. Le corps est habitué à une force d'attraction unidirectionnelle de 1 g. Dans un avion, si une deuxième force apparaît, par exemple en raison d'une accélération, d'une décélération ou d'un virage, des illusions pourront se créer en l'absence de références visuelles. Prenons l'exemple de l'avion incliné en virage. Dans ce cas, la force centrifuge dirigée vers l'extérieur et la gravité terrestre dirigée vers le bas se combinent pour donner une impression de vol en palier. L'accélération donne l'illusion de monter, la décélération de piquer.

Les trois canaux semi-circulaires de l'oreille interne sont intimement associés à l'équilibre. Ils sont remplis de liquide et ils fonctionnent selon le principe de l'inertie des fluides. Chaque canal renferme des cellules ciliées qui transmettent les mouvements du liquide au cerveau. La rotation du corps tend à provoquer le déplacement du liquide qui à son tour entraîne les cils sensoriels dans leur déplacement; ces derniers transmettent ensuite au cerveau la direction de leur déplacement. Toutefois, quand le virage est prolongé et constant, le déplacement du liquide rattrape celui des parois du canal, les cils sensoriels ne sont plus inclinés et le cerveau reçoit le message erroné que le virage a pris fin. Si on interrompt réellement le virage, le mouvement du liquide et le déplacement des cils indiqueront un virage dans la direction opposée. En condition de vol aux instruments ou la nuit quand les références visuelles sont minimales, l'information erronée transmise par l'oreille interne peut produire des **illusions vestibulaires** dont les conséquences risquent d'être graves.

Les facteurs suivants contribuent aux **illusions visuelles** :

- les caractéristiques optiques du pare-brise,
- la pluie sur le pare-brise, l'effet du brouillard, de la brume sèche, de la poussière, etc. sur la perception de la profondeur,
- l'angle de la w qui fait paraître la piste plus éloignée ou plus rapprochée, tout comme le fait une piste très étroite ou très large,
- la variété des systèmes de balisage de piste,
- l'inclinaison de la piste ou du terrain,
- l'approche effectuée au-dessus de l'eau et le mouvement apparent d'une lumière fixe la nuit (**phénomène autokinesthésique**).

Les signaux visuels utilisés par le pilote pour décider de l'approche en vue d'un atterrissage sont pratiquement absents quand celle-ci se fait au-dessus de l'eau, de la neige ou de tout autre terrain dépourvu de caractéristiques, ou encore la nuit. Une situation particulièrement hasardeuse se présente lorsque le pilote est dans l'impossibilité de juger la proximité du sol avant de poser les roues.

Les facteurs suivants contribuent aux illusions kinesthésiques :

- les variations d'accélération et de décélération,
- le vol à basse altitude au-dessus de l'eau,
- le passage fréquent du vol aux instruments au vol à vue (une fois le choix fait, VFR ou IFR, ne changez plus),
- les changements inaperçus d'altitude de vol.

Il n'existe qu'un moyen de combattre les fausses sensations : toujours faire uniquement confiance aux instruments, jamais à vos sens. **Quand vous volez la nuit ou par visibilité réduite, référez-vous constamment aux instruments d'assiette. Fiez-vous toujours aux instruments d'assiette, quoi qu'en disent vos sens.**



## La désorientation spatiale

La **désorientation spatiale** signifie la perte de l'orientation ou une confusion quant à la position ou au déplacement réel par rapport à la surface terrestre. La désorientation survient rarement sans être précédée d'une perte de références visuelles causée par le brouillard, les nuages, la neige, la pluie, l'obscurité, etc.

Certains individus souffrent d'une forme particulière de désorientation spatiale causée par des ombres dansantes. Prenons l'exemple d'un monomoteur en descente pour un atterrissage directement face au soleil couchant. L'hélice qui tourne au ralenti peut provoquer chez certains individus des réactions allant de la nausée à la confusion mentale et même, dans de rares cas, à la perte de conscience. Cette sensation est aussi parfois causée par l'ombre projetée par les rotors des hélicoptères, par la lumière clignotante produite par les feux anticollision lorsque l'avion traverse des nuages ou par les feux stroboscopiques de pistes lorsqu'observés au travers de l'hélice la nuit.

On utilise parfois le mot **vertige** relativement à la désorientation spatiale. Le vertige est une sensation de rotation ou de tournoiement, une hallucination du mouvement mettant en cause l'individu même ou son environnement.

## L'effet de Coriolis

L'**effet de Coriolis** est vraisemblablement la forme de désorientation la plus dangereuse. Les trois canaux semi-circulaires de l'oreille interne sont reliés entre eux. Si on provoque un mouvement dans deux d'entre eux, un mouvement sympathique, mais plus violent, est induit dans le troisième. Ce phénomène est connu sous le nom de culbutage; il entraîne une confusion extrême, la nausée et même le roulement des globes oculaires, ce qui empêche le pilote de lire correctement les instruments. Cette situation survient quand le pilote tourne soudainement la tête dans une autre direction alors qu'il se trouve en virage. La règle à suivre consiste à éviter les mouvements de la tête, particulièrement les mouvements rapides, quand on vole aux instruments.

## L'illusion somatogravique ou illusion de montée

L'**otolithe** est un petit organe qui fait partie de l'oreille interne et de l'appareil vestibulaire. Son rôle consiste à percevoir et à signaler aux autres organes la position de la tête par rapport à la verticale. Ce signal exerce une profonde influence sur l'équilibre et l'orientation du corps.

L'otolithe, décrit simplement, est un poil raide coiffé d'un minuscule poids (ou masse). La racine du poil est ancrée dans une cellule sensorielle qui transmet au cerveau l'information relative à l'angle d'inclinaison du poil.

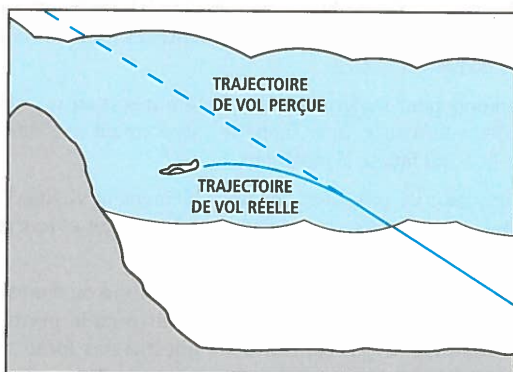


Image 2 – Illusion somatogravique - illusion de montée

Lorsque la tête est inclinée vers l'arrière, la petite masse fait courber le poil et le message relayé au cerveau indique une inclinaison vers l'arrière. Lorsque la tête est en position verticale, mais sous l'influence d'une accélération, le poil se courbe en raison de l'inertie de la petite masse attachée à son extrémité. Par conséquent, l'otolithe répond de façon identique à une inclinaison et à une accélération. En l'absence de repères visuels pour suppléer à l'information reçue de l'otolithe, le cerveau est incapable de discerner entre une inclinaison et une accélération. Si les deux surviennent simultanément, il en résulte une interprétation d'inclinaison beaucoup plus accentuée. C'est ce qu'on appelle l'**illusion somatogravique (illusion de montée)**.

Dans une telle situation, le pilote est tenté d'abaisser le nez de l'avion. Ceci a pour effet d'augmenter la composante d'accélération vers l'avant et d'accroître l'illusion de montée abrupte. En raison du retard inhérent à l'altimètre et au variomètre, la perte d'altitude risque de passer inaperçue.

Il y a trois situations au cours desquelles une fausse illusion de montée peut se présenter :

1. Les décollages de nuit ou aux instruments,
  2. Les remontées par mauvaise visibilité ou en IFR et
  3. Les montées amorcées en VFR qui se terminent en IFR.
- Dans ce dernier cas, l'illusion peut être aggravée par la turbulence, par un virage ou par un horizon artificiel qui n'est pas tout à fait aligné.

Une illusion semblable se produit lors des décélérations. Le déploiement des aérofreins et l'abaissement des volets, qui entraînent une décélération soudaine, provoquent le déplacement des otolithes vers l'avant produisant ainsi une illusion de descente plus abrupte. Cette illusion se rencontre surtout en approche finale à basse vitesse. La réaction instinctive du pilote de tirer sur les commandes risque de provoquer un décrochage.

Tous les pilotes, quelle que soit leur expérience ou leur expertise, sont sujets à ce type d'illusion. Ils doivent apprendre à l'anticiper et à l'ignorer, à établir une assiette de montée positive et à se fier aux instruments quand il s'agit de confirmer l'altitude.

## L'illusion du trou noir

L'effet combiné de la noirceur, de l'absence de signaux visuels et la rareté de lumières au sol induit une fausse perception d'altitude et/ou d'assiette qu'on appelle l'**illusion du trou noir**. Dans certains cas, la nuit et par temps clair lorsque l'avion est en approche à l'atterrissage au-dessus d'un terrain obscur sans aucune lumière directement dessous ou sur les côtés de la trajectoire d'approche, avec seulement les lointains feux de piste comme repères visuels, même les pilotes les plus expérimentés risquent de mal juger l'altitude et ainsi de voler trop bas et d'atterrir avant la piste.

La source d'information visuelle la plus pertinente est l'angle vertical, l'angle sous-tendu à l'œil par les feux les plus rapprochés et les plus éloignés. Si au cours de la descente le pilote essaie de garder cet angle à une valeur constante, la trajectoire d'approche suivra un arc de cercle centré au-dessus du tracé créé par les feux au sol vers lequel l'avion se dirige, ce qui aura pour effet d'amener l'avion à toucher le sol avant le seuil de la piste.

La situation sera aggravée par une longue approche directe exécutée vers un aéroport mal balisé situé juste avant une ville ou un village.

Une référence alternative, tel un avertisseur d'altitude ou un altimètre-radar, aidera les pilotes à ne pas se laisser prendre par cette dangereuse illusion.

### 11.1.10 L'alcool

Même ingurgité en petite quantité, l'alcool affaiblit le jugement, la compréhension et l'attention, affecte le sens des responsabilités, l'acuité visuelle, les facultés mentales et la capacité décisionnelle, gêne la coordination, ralentit les réflexes, augmente le taux d'erreurs et la fatigue.

Le pilote qui compte entreprendre un vol à partir d'un aéroport en suivant une route donnée pour se rendre à un autre point d'atterrissage, est appelé à prendre littéralement des centaines de décisions concernant le pilotage de son avion et sa navigation. Il devra accomplir sans faille les procédures appropriées pour mener le vol à bien et ne pas mettre indûment en danger les autres avions qui évoluent dans la même région. Tout ce qui nuit à la prise de décision du pilote accroît indiscutablement les risques d'accident.

L'alcool est absorbé très rapidement par le sang et les tissus. Les effets physiologiques apparaissent très tôt après l'ingestion et s'estompent très lentement. En effet, il faut environ trois heures pour dissiper les effets d'une seule once d'alcool. Rien ne peut accélérer ce processus. Ni le café, ni les exercices physiques, ni le sommeil ne réussiront à minimiser les effets de l'alcool.

Les chercheurs ont récemment découvert que l'alcool est absorbé par le liquide de l'oreille interne, où il persiste longtemps après avoir été éliminé du sang et du cerveau. Puisque l'oreille interne assure le contrôle de l'équilibre, la présence d'alcool dans l'oreille interne pourra être responsable de la transmission de renseignements erronés affectant l'équilibre et, par voie de conséquence, provoquer la désorientation spatiale.

La présence d'alcool dans le sang nuit à l'utilisation normale de l'oxygène par les tissus (**hypoxie histotoxique**). En raison de la diminution de pression aux altitudes élevées et de la capacité de l'hémoglobine à absorber l'oxygène, les effets de l'alcool dans le sang sont beaucoup plus prononcés au cours des vols en altitude qu'au niveau de la mer. Les effets d'un verre d'alcool consommé au niveau de la mer seront doublés sinon triplés en altitude.

Un pilote refusera toujours de laisser monter à bord un passager intoxiqué. Un tel individu ne possède pas tout son jugement. Ses réactions en montée sont imprévisibles. Il pourra devenir agressif et incontrôlable, compromettant ainsi sérieusement la sécurité du vol.

Une bonne règle qui s'applique aussi bien au pilote qu'aux passagers : «**Quand on vole, pas d'alcool.**» Le Règlement de l'aviation canadien et le US Airline Regulations exigent un intervalle d'au moins huit heures entre la consommation d'alcool et le pilotage. En réalité, une période plus longue serait probablement nécessaire. Une excellente règle serait d'allouer 24 heures entre l'ingestion du dernier verre et le prochain décollage et 48 heures à la suite d'une consommation excessive. Les séquelles de la consommation d'alcool (comme la gueule de bois) affectent également le rendement du pilote, occasionnant des maux de tête et constituant une entrave à sa stabilité émotionnelle et à ses facultés mentales.

### 11.1.11 Les drogues

Les médicaments, tout comme les raisons qui justifient leur emploi, nuisent à l'efficacité du pilote et risquent de s'avérer fort dangereux. Même les remèdes non réglementés comme l'aspirine, les antihistaminiques, les comprimés contre le rhume, les décongestionnants nasals, les sirops contre la toux, les laxatifs, les

calmants et les médicaments pour couper l'appétit affaiblissent le jugement et la coordination. Ils entraînent la somnolence, les étourdissements, les troubles de la vue, la confusion, le vertige et la dépression mentale. Certains médicaments ont un effet plus marqué en altitude qu'au sol. La combinaison de deux ou de plusieurs remèdes disponibles sans prescription entraîne parfois une réaction beaucoup plus forte que la somme des effets normalement engendrés par chacun d'entre eux pris individuellement. Certains médicaments prescrits, comme les antibiotiques, sont tout aussi dangereux, sinon plus. **Évidemment, un individu assez malade pour justifier l'emploi d'antibiotiques est habituellement trop malade pour voler.**

L'usage de toute drogue illicite est naturellement incompatible avec la sécurité aérienne. Certains remèdes non réglementés renferment des substances interdites. Par exemple, certains analgésiques contiennent de la codéine et des médicaments contre le rhume peuvent contenir des substances prohibées. Vérifiez attentivement les étiquettes. Les pilotes professionnels sont sujets aux contrôles sans avertissement. La présence de toute drogue illicite, même prise inconsciemment, pourra entraîner la cessation immédiate des activités du pilote, une perte d'emploi sans parler de la possibilité d'avoir la réputation de consommer de la drogue.

Même les drogues soi-disant douces affectent le rendement, l'humeur et la santé.

Les sédatifs et les tranquillisants prescrits contre l'insomnie, l'anxiété et la dépression sont interdits aux pilotes.

**Antihistaminiques (pour les allergies)** : leurs effets sédatifs causent divers degrés de somnolence, tels que le ralentissement du temps de réaction et ils entraînent des perturbations de l'équilibre. Les remèdes contre le rhume renferment généralement des antihistaminiques. Laissez écouler un intervalle d'au moins 24 heures entre la dernière ingestion du produit et la reprise des fonctions à bord.

**Sulfamides** : leurs effets entraînent des troubles visuels, des étourdissements, des délais réactionnels, et la dépression. Ne pas voler pendant 48 heures.

**Tranquillisants** : leurs effets affectent le temps de réaction, la concentration et l'attention.

**Aspirine** : ses effets toxiques sont rares, et si présents, ils sont presque toujours associés à des doses très élevées. Si vous prenez de l'aspirine en petite quantité et que vous n'avez jamais eu de «réactions» dans le passé, vous pouvez probablement en prendre et voler de façon sécuritaire.

**Médicaments contre le mal de l'air** : ils causent de la somnolence et ils réduisent l'activité cérébrale. Ils affectent temporairement le jugement. Ne prenez pas ces médicaments, prescrits ou non. Au cas où vous souffririez du mal de l'air aux commandes d'un avion, ouvrez les bouches d'aération, desserrez les vêtements; le cas échéant respirez de l'oxygène supplémentaire et concentrez votre regard sur un point à l'extérieur de l'avion. Évitez autant que possible de bouger la tête.

**Médicaments pour maigrir** : les amphétamines et autres médicaments destinés à supprimer l'appétit occasionnent une sensation de bien-être qui fausse le jugement.

**Barbituriques** : ils réduisent considérablement la vigilance. Des symptômes semblables sont attribués aux toniques et aux pilules pour les nerfs.

**Anesthésiques** : à la suite d'une rachianesthésie ou d'une anesthésie générale, ne pas voler avant d'avoir reçu la permission du médecin. En ce qui concerne les anesthésies locales utilisées lors de chirurgies mineures ou dentaires, il est préférable d'attendre 24 heures avant de voler.



### 11.1.12 Le don de sang

Les perturbations de la circulation sanguine, à la suite d'un prélèvement sanguin, durent plusieurs semaines. Il est donc déconseillé au pilote qui vole souvent de donner du sang. Si vous avez donné du sang, consultez un médecin avant de reprendre le vol. Il est recommandé d'attendre au moins 48 heures.

### 11.1.13 La fatigue

La fatigue constitue l'un des problèmes physiologiques les plus courants auxquels sont confrontés les membres d'équipage. Elle affecte négativement les individus qui jouissent d'une bonne santé. On l'a souvent citée comme facteur causal dans les accidents d'aviation. La fatigue diminue les performances. Le pilote fatigué est incapable d'exécuter ses tâches avec autant de fiabilité et de précision qu'il le devrait. Il devient irritable et moins alerte, enclin à accepter des normes de précision et de rendement inférieures.

La fatigue commence dès le début du vol et augmente chaque heure que le pilote reste en vol. Résultat? Au moment d'atterrir, le pilote est affecté par les effets cumulatifs de la fatigue alors que ses réflexes et son jugement devraient être au meilleur de leur forme.

Le pire danger associé à la fatigue est que le pilote n'est pas toujours capable de s'en rendre compte.

Un début de fatigue s'accompagne de plusieurs symptômes :

- détérioration au niveau de la coordination,
- irritabilité, impatience,
- tendance à se concentrer sur un seul instrument plutôt que sur l'ensemble du tableau de bord,
- propension à oublier ou à ignorer des indices pertinents,
- tendance de vouloir à tout prix contrôler l'avion,
- impression de malaise physique,
- perte de l'aptitude «instinctive» du vol,
- inclination à accepter des marges d'erreurs plus importantes que la norme.

La fatigue a plusieurs causes :

- le manque de sommeil,
- la malnutrition,
- le stress,
- les vols prolongés et répétitifs,
- le bruit,
- la fatigue oculaire,
- les vibrations,
- les variations excessives de la température et de l'humidité,
- la surcharge et les conditions difficiles de travail,
- l'ennui, la monotonie,
- les vols de nuit,
- les soucis professionnels et familiaux.

La fatigue aiguë se traite aisément par un repas et une bonne nuit de sommeil. La fatigue chronique est plus sérieuse; elle est causée par un travail difficile et stressant, et elle est souvent aggravée par les perturbations des rythmes Circadiens.

Une bonne condition physique, une attitude positive, une alimentation équilibrée et un repos adéquat restent les meilleures armes pour combattre la fatigue. Sur les vols de longue durée où le pilote et le copilote partagent les tâches du pilotage, l'avantage de prendre de courtes siestes réparatrices de 15 à 20 minutes démontre des effets bénéfiques au niveau du rendement. La conversation et les discussions vous aident à rester alertes. La caféine en modération aide également. Les petits repas à intervalles fréquents contribueront à soulager la fatigue en maintenant le taux de sucre dans le sang.

### Le rythme Circadien

Les perturbations des rythmes biologiques et les troubles du sommeil qui leur sont associés entraînent des problèmes sérieux. Le corps fonctionne selon un rythme **Circadien (24 heures)**, en relation avec la rotation de la terre. Il est soutenu principalement par les cycles de lumière et d'obscurité, mais également par les repas ainsi que par les activités sociales et physiques. La sérénité, l'efficacité et le bien-être sont affectés par les perturbations des rythmes biologiques résultant des vols prolongés, des horaires irréguliers et des vols effectués tard la nuit. Les voyages aériens transméridiens de longue distance sont plus particulièrement responsables des troubles du sommeil et de la perturbation des habitudes alimentaires et éliminatoires menant à la lassitude, l'anxiété, l'irritabilité et la dépression, autant de symptômes regroupés sous l'appellation populaire de **décalage horaire**. On enregistre des variations considérables chez les individus quant à leur capacité de dormir en dehors de leurs rythmes biologiques normaux. L'usage de drogues ou de tranquillisants pour favoriser le sommeil n'est pas recommandé en raison de leur influence nuisible qui persiste bien au-delà de la période visée. L'ingestion d'alcool est également déconseillée parce que l'alcool est une drogue dépressive qui, bien que facilitant le sommeil, empêche un sommeil profond.

### 11.1.14 La grossesse

Les femmes peuvent continuer à piloter jusqu'à 30 semaines de grossesse, à la condition que celle-ci se déroule normalement et sans complication. Certaines modifications physiologiques peuvent avoir une incidence sur la sécurité des vols. Pendant le premier trimestre, les nausées et les vomissements sont courants et ils peuvent être favorisés par le mouvement, les émanations des moteurs et les forces d'accélération. Commune au deuxième trimestre, l'anémie peut avoir une incidence sur la propension à l'hypoxie de la femme qui pilote. Entre 12 et 14 semaines, le fœtus risque d'être blessé par la ceinture de sécurité. Le rayonnement cosmique est particulièrement préoccupant pour le fœtus. Le rayonnement cosmique augmente avec l'altitude et est plus important aux pôles qu'à l'équateur.

De 6% à 10% des grossesses normales aboutissent à un accouchement prématuré. C'est pourquoi même les femmes dont la grossesse est normale sont considérées comme temporairement inaptes au pilotage après la 30<sup>e</sup> semaine.

### 11.1.15 L'alimentation

Les contraintes associées au pilotage, et à vrai dire à toute autre activité, entraînent une consommation d'énergie qui n'est pas négligeable. Cette énergie est prélevée de l'oxygène et du sucre contenus dans le sang. Le pilote qui ne s'alimente pas durant les vols prolongés est à tout le moins imprudent. Le niveau de sucre dans son sang sera plus bas (**hypoglycémie**), ce qui signifie que ses réserves énergétiques seront basses également. Quant à ses réactions, elles seront floues et son efficacité, amoindrie. Une

bonne précaution consiste à apporter une collation substantielle en prévision de vols prolongés.

Trop manger est aussi néfaste que ne rien manger du tout. Les excès de table juste avant le vol occasionneront la somnolence et la formation de gaz dans le système.

En fait, nous devrions tous prendre trois repas nutritifs par jour, en commençant par un bon petit déjeuner. Un beigne et un café ne sont pas des substituts acceptables à un déjeuner ou un dîner contenant des protéines et des glucides.

Aux altitudes supérieures à 5000 pi/ASL, le corps perd plus d'eau via les poumons qu'au niveau de la mer. Cette perte survient en raison du pourcentage moins élevé de vapeur d'eau par volume d'air avec une élévation de l'altitude. Parce que cette perte d'eau n'est pas accompagnée d'une perte de sel, comme dans le cas de la transpiration, on ne ressent aucune sensation de soif correspondante. Plus particulièrement lors des vols prolongés à des altitudes élevées, on recommande au pilote de boire un verre d'eau toutes les heures pour compenser la perte de liquide corporel.

Une cause commune de l'incapacité en vol est reliée aux problèmes gastro-intestinaux résultant des crampes d'estomac, de la nausée, des vomissements et de la diarrhée. Il est donc important d'éviter les aliments contaminés. Les pilotes d'un même aéronef ne mangeront pas en même temps, ni le même menu.

### 11.1.16 Le stress

Être en forme pour voler n'est pas seulement une affaire physique. Il existe aussi une dimension psychologique fort importante. Être en forme implique l'aptitude du pilote à percevoir, penser et agir au meilleur de lui-même, sans être sous l'emprise de la colère, de l'anxiété et des inquiétudes.

Des études ont fréquemment révélé la présence de facteurs émotionnels, des bouleversements mentaux et d'inadaptations psychologiques dans les accidents d'aviation. L'aptitude à penser clairement et à agir d'une manière décisive est fortement influencée par les sensations et les émotions. De fait, tous les êtres humains paniquent plus rapidement que d'habitude lorsqu'ils sont fatigués, malades, inquiets ou en colère. Même très éloigné du seuil de la panique, le jugement est sérieusement compromis en situation de stress.

Bien des facteurs contribuent au stress dans les postes de pilotage. On les divise généralement en trois catégories :

1. Physique,
2. Physiologique et
3. Psychologique.

Les agents de **stress physiques** sont :

- les températures et les taux d'humidité extrêmes,
- le bruit,
- les vibrations,
- l'insuffisance d'oxygène.

Les agents de **stress physiologiques** sont :

- la fatigue,
- la mauvaise forme physique,
- la faim,
- la maladie.

Les agents de **stress psychologiques** réfèrent aux facteurs émotionnels tels que :

- un décès ou une maladie grave dans la famille,

- les soucis financiers,
- les mauvais rapports avec les membres de la famille ou les collègues de travail,
- les contraintes professionnelles et financières, etc.

Il est primordial que le pilote apprenne à reconnaître quand le stress prend trop d'ampleur. Si vous avez des problèmes domestiques, si vous vivez un divorce ou une séparation, si vous avez perdu un être cher, si une dispute avec votre patron ou votre conjoint continue de vous préoccuper, si vos inquiétudes atteignent un niveau insoutenable, si vous êtes déprimé et de mauvaise humeur, le poste de pilotage est certainement le dernier endroit où vous devriez vous trouver.

À quel point êtes-vous stressé? Le tableau ci-dessous vous permet de prendre conscience des facteurs d'influence sur le stress relié aux émotions. Additionnez les points selon les facteurs de stress que vous avez vous-même vécus depuis la dernière année. Le stress est évolutif, donc cumulatif :

| POINTS  | ÉVÉNEMENTS VÉCUS DEPUIS LA DERNIÈRE ANNÉE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100     | Décès du conjoint                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 70      | Divorce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 60      | Séparation conjugale<br>Incarcération<br>Décès d'un parent proche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 50      | Maladie ou blessure corporelle<br>Mariage<br>Perte d'emploi<br>Retraite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 40      | Modification de l'état de santé d'un membre de la famille<br>Grossesse<br>Problèmes sexuels<br>Réajustements des affaires<br>Modification de la situation financière<br>Décès d'un ami proche<br>Changement d'orientation professionnelle<br>Augmentation des disputes conjugales                                                                                                                                              |
| 30      | Hypothèque ou prêt de plus de 30 000 \$<br>Saisie d'hypothèque ou de prêt<br>Changements de responsabilités au travail<br>Départ d'un enfant d'un foyer familial<br>Problèmes avec les beaux-parents<br>Réalizations personnelles exceptionnelles<br>Début ou fin d'emploi du conjoint<br>Début ou fin de travail<br>Modification de ses conditions de vie                                                                     |
| 20      | Révision de ses habitudes personnelles<br>Démêlés avec le superviseur ou l'instructeur<br>Modification de l'horaire ou des conditions de travail<br>Déménagement<br>Changement d'école ou d'établissement d'enseignement<br>Changement de passe-temps<br>Modification des activités religieuses<br>Modification des activités sociales<br>Hypothèque ou prêt inférieur à 30 000 \$<br>Modification de ses habitudes de sommeil |
| 10      | Modification du nombre de réunions familiales ou des activités mondaines<br>Modification de ses habitudes alimentaires<br>Vacances<br>Noël<br>Infractions mineures à la loi                                                                                                                                                                                                                                                    |
| TOTAL : |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

(Référence : TP12863F 11/2003, p. 121 - Image 29 – Profil du niveau de stress)

Néanmoins, le niveau de stress monte naturellement dans le poste de pilotage en présence d'une multitude de décisions à prendre et d'une foule de tâches à accomplir. En fait, le stress est généré par la tâche elle-même, ce qui n'est pas



nécessairement mauvais. Le système nerveux sympathique réagit au stress et génère les ressources nécessaires pour faire face aux demandes soudaines. Cependant, la charge de stress peut facilement devenir incontrôlable; il appartient au pilote de prendre les mesures qui s'imposent pour empêcher que cela ne se produise. Il doit apprendre à réduire et à prévenir l'apparition des agents de stress sur lesquels il possède un certain contrôle.

Les signes de stress chronique sont nombreux et variés :

- la perte du sens de l'humour,
- les colères fréquentes,
- un sommeil perturbé,
- les variations de poids,
- le manque de mémoire,
- un problème de boisson,
- les erreurs répétitives,
- la distraction,
- les maux de dos,
- un estomac contracté,
- les maux de tête,
- la fatigue,
- un système immunitaire déficient, vulnérable aux maladies.

Le stress peut rendre hargneux, querelleur et raisonneur. Il peut miner l'image de soi et laisser sa victime pleine de doute, cynique, défaitiste, sans but et pessimiste.

Toutefois, le stress peut être contrôlé.

On peut combattre le stress physiologique en :

- conservant une bonne forme physique,
- en assurant le fonctionnement régulier de l'organisme,
- en adoptant un programme régulier d'exercice physique,
- en dormant suffisamment pour éviter la fatigue,
- en suivant un régime alimentaire équilibré et
- en mettant en pratique les techniques de relaxation.

Quant au stress physique, on le réduira en améliorant l'environnement du poste de pilotage.

En ce qui a trait au stress psychologique :

- faites un effort conscient pour éviter les situations stressantes et les conflits,
- un bon soutien provenant de la famille, des amis, des collègues, des organismes et, au besoin, de conseillers professionnels vous aidera à rétablir en vous la sérénité psychologique,
- les exercices de relaxation, la méditation et les activités récréatives régénèrent et rechargent le moral.

## La panique

En vol, la peur et l'anxiété sont causées par une foule de situations et de problèmes. Il s'agit de réactions normales à des situations qui ne le sont pas. Cependant, il faut éviter à tout prix qu'une peur parfaitement normale dégénère en panique.

La panique est un manque total de raison et une réfutation complète des comportements appris, doublé d'un sentiment d'impuissance extrême. Sous l'emprise de la panique, le pilote gèlera littéralement aux commandes. Il réagira dans le mauvais sens ou de manière tout à fait insensée.

Le degré d'anxiété que le pilote pourra tolérer avant de céder à la panique diminue considérablement sous l'influence de la fatigue, de la gueule de bois, du stress émotionnel, de l'anxiété chronique et de la maladie.

Le meilleur moyen d'éviter la panique consiste à pratiquer et à répéter souvent les procédures d'urgence. Le pilote qui connaît tellement bien les procédures d'urgence qu'elles en deviennent presque une seconde nature ne cédera probablement pas à la panique face à des situations d'urgence réelles.

Le manque de confiance en soi est intrinsèquement lié à l'auto-défaitisme, ce qui amène automatiquement la panique. Non pas qu'un pilote doit être sans peur; si cela était le cas, il aurait déjà perdu contact avec la réalité. Il refuserait catégoriquement de reconnaître l'existence de situations au-delà de ses compétences. La confiance en soi est autre chose. Le pilote sûr de lui cerne rapidement la situation, fait appel à ses réserves d'entraînement et de connaissances pour y faire face, et ne laisse jamais l'émotion obscurcir son jugement.

### 11.1.17 La forme physique

L'objectif de ce livre a surtout été d'enseigner au pilote ce qu'il doit apprendre et savoir pour devenir compétent. Il est cependant tout aussi important qu'il sache quoi faire. Le pilote le plus compétent, le plus érudit et le plus expérimenté est néanmoins à la merci d'un certificat médical. Inutile d'insister alors sur l'importance du maintien de la bonne forme physique.

La communauté aéronautique compte des milliers de pilotes qui, bien qu'ayant atteint l'âge de la retraite, continuent de jouir des privilèges de leur licence, que ce soit par pur plaisir, pour les voyages ou pour leurs affaires. Si vous désirez encore voler le jour où vous toucherez les premières prestations de la pension de vieillesse, c'est maintenant qu'il faut vous y préparer, en prenant soin de votre santé et en conservant une bonne forme physique.

L'individu physiquement actif, qui suit un programme régulier d'exercices et de sport, jouira presque certainement d'un cœur et de poumons sains. Bien entendu, il évitera l'excès de poids. La diète est importante non seulement pour contrôler le poids, mais aussi pour prévenir les maladies cardiaques. Les effets néfastes de la cigarette comme agent contribuant aux maladies pulmonaires et cardiaques sont aujourd'hui bien connus et documentés. Le port de tampons protecteurs dans les oreilles a déjà été vu, de même que la nécessité de protéger la vue.

## 11.2 Les facteurs psychiques

### 11.2.1 La prise de décision du pilote

Les connaissances aéronautiques, l'habileté à piloter ainsi que la prise de décisions du pilote sont considérées comme les trois facultés essentielles qu'un pilote doit posséder pour s'acquitter professionnellement de ses tâches et de ses responsabilités. Les connaissances aéronautiques et l'habileté à piloter s'acquièrent lors des cours théoriques et des sessions de formation en vol. Apprendre à développer ses propres aptitudes à évaluer de nouvelles alternatives de manière à prendre les bonnes décisions selon une évaluation judicieuse des risques inhérents à toute situation en phase de vol, s'acquière d'abord lors d'une formation de prise de décisions du pilote (PDP), ensuite, avec l'expérience. La formation de prise de décisions du pilote fait maintenant partie des cours de pilotage. Les pilotes sont ainsi en mesure d'apprendre à mettre en œuvre un processus décisionnel basé sur une analyse des alternatives possibles selon

une évaluation précise des risques inhérents à toute situation durant la phase de vol. En quoi consiste donc le processus d'une bonne prise de décision? La prise de décision se développe selon un processus systématique qui vous amène à prendre des décisions éclairées, précises et réfléchies.

*«La bonne prise de décision est une démarche qui consiste en un processus d'évaluation et d'analyse de toutes les informations disponibles selon une situation donnée. Une évaluation globale de sa propre condition physique et mentale, suivie de celle des facteurs environnementaux à l'intérieur de la cabine et à l'extérieur ainsi que de l'état et la mécanique de l'avion est essentielle. Ensuite, selon un procédé précis d'analyse rationnelle d'une situation, une action appropriée est choisie et exécutée dans l'intérêt et la sécurité des passagers. La bonne prise de décisions du pilote provient de son attitude face aux stress reliés aux risques, et de ses aptitudes à évaluer de manière efficace ces risques afin de prendre les bonnes décisions fondées sur ses connaissances, son expérience et ses compétences. Les facteurs de prise de décisions du pilote impliquent toujours un problème ou un choix, un facteur inconnu et, habituellement, une contrainte de temps de même qu'un certain degré de stress.»*

Selon les statistiques, dans environ 80% de tous les incidents et accidents de l'aviation civile, l'erreur humaine est en cause. De nombreuses enquêtes révèlent que, même s'ils disposent de toute l'information nécessaire pour poursuivre leur vol de manière sécuritaire, les pilotes font quand même des erreurs.

(Adapté de «Prise de décisions du pilote - PDP (TP 13897)» - Transports Canada)

De nombreux accidents auraient pu être évités si seulement le pilote avait pris les bonnes décisions au lieu d'enchaîner de mauvaises décisions les unes après les autres. C'est ce qu'on pourrait appeler une **Chaîne de mauvaises décisions**. Une décision erronée augmente la probabilité d'une deuxième mauvaise décision. Au fur et à mesure que la chaîne de mauvaises décisions s'allonge, les chances de poursuivre un vol sécuritaire diminuent. Le programme de formation de prise de décisions du pilote vous apprend à rompre cette chaîne critique en vous apprenant à reconnaître les situations susceptibles d'entraîner un accident d'avion en évaluant les risques et en exécutant les choix alternatifs de manière efficace et sécuritaire.

## Le processus de la prise de décision du pilote

La prise de décisions du pilote est en fait un processus. En premier lieu, il faut qu'il y ait **conscience de la situation**. Cela signifie que vous devez apprendre tout ce que vous pouvez au sujet d'une situation qui surgit en vol et évaluer si les renseignements sont importants ou non. Ce genre de «conscience» s'acquiert seulement par l'expérience, la pratique et l'étude.

- la prochaine étape consiste à établir une liste de réponses possibles. Donnez-vous le plus grand nombre d'**options** possible et considérez les conséquences probables de chacune.
- vous devez maintenant faire un **choix**; quelle action choisir et la choisir avant de manquer de temps. Peu importe votre choix, gardez-vous toujours une «porte de sortie».
- puis, passez à l'**action**. Exécutez votre décision avec toute l'adresse que vous possédez.
- surveillez l'évolution de la situation pour vous assurer que l'issue est celle escomptée. **L'évaluation** des résultats est en fait une réévaluation de toute la situation et une reprise du processus depuis le début.

## Les facteurs d'influence pouvant nuire

Bien des facteurs influencent votre aptitude à prendre de bonnes décisions. Une pensée claire et un raisonnement mesuré favorisent le processus, alors qu'une pensée confuse et désordonnée le gêne.

**La connaissance** : chaque étape du processus de la prise de décision requiert des connaissances. La connaissance est le résultat de ce que vous avez appris en classe et durant l'exposé qui a précédé le vol. C'est également le résultat de votre planification et de votre préparation de vol, de même que les détails que vous notez pendant toute la durée du vol.

**La conscience situationnelle** : la conscience situationnelle consiste à savoir ce qui se passe autour de vous. La prise d'une décision ne peut même pas commencer sans qu'il y ait d'abord conscience de ce qui se passe. Supposer que tout va bien alors que ce n'est pas le cas peut être très dangereux. Une fois faite, une supposition erronée est parfois difficile à changer et peut être à l'origine d'une série de mauvaises décisions - la chaîne des mauvais jugements. Il est facile de façonner la réalité en fonction de ses désirs. Vous voyez ce que vous voulez voir, et entendez ce que vous voulez entendre. Vous concentrez votre attention sur une chose, alors qu'une autre plus importante passe inaperçue (**fixation de la cible**). Parfois, votre subconscient préfère ignorer les mauvaises nouvelles; il modifie donc les renseignements de manière à vous présenter le message que vous souhaitez entendre.

**L'habileté** : l'habileté est une partie importante du processus. La dextérité s'acquiert par la répétition des mêmes gestes jusqu'à ce qu'ils deviennent automatiques. Les urgences ne sont pas planifiées à l'avance. Elles surgissent quand on s'y attend le moins. Soyez prêt.

**Le stress** : le stress fait indiscutablement partie de la vie de tous les jours. Mal contrôlé, le stress est capable de gêner la prise de bonnes décisions. On peut considérer le stress en terme d'aptitude à être capable de «s'en tirer», de faire face aux événements. Le problème surgit lorsque les exigences de la tâche à accomplir dépassent la capacité du pilote à y faire face, que ce soit parce qu'elles sont excessives ou que la capacité de réponse est moindre pour une raison quelconque. Le corps réagit à cette surcharge de stress en accélérant les battements cardiaques, la respiration, la tension artérielle et la transpiration. Le contrôle du stress est donc un facteur important dans la prise de bonnes décisions, voir 11.1.16 - **Le stress**.

**Gestion du risque** : toute activité humaine comporte un élément de risque. La pratique du pilotage implique, bien entendu, certains risques. Évaluer ces risques fait partie du processus décisionnel.

Le pilote doit procéder à une inspection pré-vol de sa personne. Est-il compétent à entreprendre le vol s'il est fatigué, sous l'influence de médicaments, s'il manque de pratique récente ou s'il est stressé? Si le niveau de risque de n'importe lequel de ces éléments personnels est marginal, peut-être que le vol devrait être annulé.

Des décisions cruciales concernant l'aéronef doivent être prises au sol durant la planification pré-vol : la masse et le centrage, les performances de décollage et d'atterrissage, les limitations de vent traversier, les performances de croisière et l'état de l'aéronef. Durant le vol, il faudra procéder à l'évaluation constante des systèmes d'exploitation.

Les risques inhérents à l'environnement méritent qu'on s'y arrête. La météo est, naturellement, une source de souci environnemental évidente. Il y a également un risque potentiel dans



le choix des aéroports. La longueur, la largeur et la surface des pistes, de même que les obstacles et les aides d'atterrissage font partie de l'environnement aéronautique.

Le type d'activité introduit également un élément de risque. Le facteur risque dans l'exécution d'une mission d'évacuation médicale critique dans des conditions adverses est sans doute plus acceptable qu'un simple vol de plaisir dans les mêmes conditions adverses.

L'évaluation des risques est une évaluation des probabilités, des «chances» en votre faveur. Ménagez-vous toujours une porte de sortie. Ayez toujours un plan de rechange au cas où les choses tourneraient mal. Cet outil est le plus important dans la gestion du risque.

Une juste évaluation des risques associés aux éléments de risque (le pilote, l'aéronef, l'environnement et l'exploitation) permet au pilote d'arriver aux décisions qui vous assureront la réussite du vol. La bonne décision sera peut-être de ne pas décoller du tout.

## L'attitude

Votre habileté à prendre de bonnes décisions dépend en grande partie de votre attitude. Les attitudes s'apprennent. Elles peuvent être développées par la création d'un encadrement mental qui favorise l'exercice du bon jugement. Le programme de formation du jugement repose sur l'identification de cinq attitudes dangereuses :

1. **L'anti-autorité** : cette attitude se retrouve chez les personnes qui n'aiment pas qu'on leur dise quoi faire.
2. La **résignation** : les personnes qui se disent : «À quoi bon?» ne pensent pas qu'elles peuvent jouer un rôle décisif dans ce qui se passe. Elles se laissent mener par les événements.
3. **L'impulsivité** : c'est l'attitude des personnes qui souvent éprouvent le besoin de faire quelque chose, n'importe quoi, immédiatement.
4. **L'invulnérabilité** : bien des gens pensent que les accidents n'arrivent qu'aux autres, les pilotes qui pensent ainsi sont plus imprudents et prennent davantage de risques.
5. Le **machisme** : et enfin, il y a des individus qui essaient toujours de prouver qu'ils sont meilleurs que tout le monde. Ils le prouvent en prenant des risques pour impressionner les autres.

Les pilotes qui apprennent à déceler chez eux ces attitudes peuvent également apprendre à les contrer. Ils peuvent apprendre à contrôler leurs impulsions instinctives et prendre ainsi des décisions rationnelles reposant sur le gros bon sens.

**DÉCIDE** : «décide» est un acronyme qui a été mis au point dans le but d'aider le pilote dans ses prises de décision :

- D - détecter les changements
- É - évaluer l'importance des changements
- C - choisir l'objectif à atteindre
- I - identifier les différentes actions possibles
- D - décider de la meilleure action à prendre
- E - évaluer le progrès

En utilisant la méthode **DÉCIDE**, le pilote est obligé d'envisager les conséquences de ses actes. On considérera l'issue une réussite s'il ne se produit aucune blessure ni aucun dommage.

Le pilote à qui on décerne une licence reçoit le privilège d'utiliser l'espace aérien public ainsi que les installations et les services à la navigation aérienne. On s'attend à ce qu'il

respecte les règlements et qu'il assure l'exploitation sécuritaire et consciencieuse de son appareil. On s'attend également à ce qu'il fasse preuve de jugement et qu'il agisse avec sérieux. La prise de décision est un processus continu d'ajustements qui débute avant le décollage et qui prend fin seulement après le dernier atterrissage, une fois le moteur arrêté et l'avion stationné. Des attitudes positives face au pilotage et à l'apprentissage du jugement amélioreront les chances du pilote de connaître une carrière longue et fructueuse.

## 11.2.2 Les facteurs humains

Le facteur humain est ce qu'il y a de plus flexible, de plus adaptable et de plus précieux dans le système aéronautique, mais il est aussi le plus vulnérable aux influences pouvant affecter son rendement. Optimiser la performance de tout le personnel dans le domaine aéronautique influe sur tous les éléments humains, qu'ils se situent au niveau de la performance, ou au niveau comportemental, tels que :

- la prise de décision,
- la conception des postes de pilotage incluant les affichages et les commandes,
- la rédaction des manuels d'exploitation,
- l'élaboration des listes de vérifications et
- la création des logiciels d'ordinateur.

Les facteurs humains englobent tout ce qui est en relation avec une personne et son milieu de travail et sa vie personnelle, sa manière d'être en relations avec les procédures, l'équipement, l'environnement ainsi que ses relations avec les autres personnes de son entourage.

Dans la plupart des cas, les accidents résultent d'erreurs commises par des individus en santé et dûment certifiés. L'origine de certaines de ces erreurs peut être retracée soit à un mauvais équipement ou une mauvaise conception des procédures, ou encore à une formation inadéquate ou encore à des directives insuffisantes. Les mauvaises performances dues à des problèmes de comportement ont un impact négatif sur l'ensemble des responsabilités entourant le pilotage.

Il semble exister une relation directe entre la charge de travail et la performance. Lorsque la charge de travail est réduite, comme durant un vol de croisière sur une longue distance, le degré de performance ou la capacité de répondre énergiquement à toute situation d'urgence risque d'en être affectée. Par contre, lorsque la performance augmente en réponse à une charge de travail accrue, un niveau optimal de charge de travail/performance est atteint. Cependant, face à une surcharge de travail, le rendement s'en trouve à nouveau compromis. Pour ce qui est de l'industrie aéronautique, le concept de la charge de travail occupe une place primordiale; le but est de s'assurer que les exigences des charges travail qui doivent être fournies ne dépassent jamais les capacités du pilote.

La reconnaissance des facteurs humains repose sur l'efficacité, la sécurité et le bon fonctionnement du système, ainsi que sur le bien-être des membres de l'équipage.

Au cœur même des facteurs humains se trouve le pilote, ou un autre membre de l'équipage; l'un, l'autre constitue la composante la plus critique, mais aussi la plus flexible du système aéronautique. Néanmoins, les êtres humains connaissent certaines limites et ils sont sujets à des variables de rendement considérables.

La conception du poste de pilotage exerce une influence sur le rendement du pilote. Des sièges confortables, conçus en

fonction du corps humain, des instruments dont les affichages tiennent compte des caractéristiques sensorielles et interprétatives de l'utilisateur, des commandes normalisées (quant à leur manipulation, à leur emplacement et à leur codification), sont tous des facteurs reconnus comme très importants dans l'établissement d'un environnement de travail qui soit à la fois compatible et confortable. Trop souvent, une erreur de pilote est attribuable à une manette ou à un bouton :

- mal placé, ou
- dont le fonctionnement diffère d'un avion à l'autre, ou encore
- mal codé.

Un des aspects essentiels d'un vol sécuritaire implique le temps que vous prendrez, en tant que pilote, à planifier votre vol à l'intérieur de votre poste de pilotage. Avant de partir, assurez-vous que tous les documents, les cartes et les équipements nécessaires se trouvent à bord, qu'ils soient correctement rangés et qu'ils soient accessibles. Rien ne doit être placé de manière à entraver le contrôle de l'avion. Voyez à ce que tout soit organisé et que tout soit rangé de façon à être immédiatement accessible en cas de besoin. Les articles seront mis en lieu sûr pour ne pas être projetés partout dans la cabine durant les manœuvres soudaines.

Les aspects non physiques, par exemple les procédures, les manuels et les listes de vérifications, les symboles et les programmes d'ordinateurs, sont parfois la source de retards ou d'erreurs lorsqu'ils sont confus, trompeurs ou encore excessivement encombrés et encombrants.

Les effets des facteurs environnementaux, comme le bruit, la chaleur, l'éclairage et les vibrations, sont reconnus comme des facteurs occasionnels qui contribuent aux erreurs humaines, au même titre que la fatigue, les perturbations du rythme Circadien et le stress.

## La gestion de l'équipe de pilotage

Traditionnellement, la formation des membres d'équipage se faisait sur une base individuelle. On croyait que des membres d'équipage qualifiés choisis individuellement pourraient former une équipe compétente et efficace. Cependant, les équipages fonctionnent en tant que groupes et il est bien connu qu'un groupe exerce une influence sur le comportement et le rendement d'un individu. Le leadership, la collaboration des membres de l'équipage, le travail d'équipe et une bonne interaction entre les diverses personnalités sont des facteurs essentiels dans la gestion des ressources de l'équipage. Il importe de mettre en place et d'utiliser des programmes destinés à améliorer la coopération et les communications entre les membres d'équipage ce qui, en retour, favorisera l'efficacité et la sécurité des opérations à bord. Les programmes de formation sur la gestion des ressources privilégient le fonctionnement en équipe et offrent aux membres d'équipage l'opportunité de parfaire leurs aptitudes ensemble. Le programme enseignera en outre comment chacun doit adapter son style personnel et ses qualités de meneur dans le but de promouvoir l'efficacité globale de l'équipage. Le programme se concentre sur l'importance des communications, le partage des responsabilités, le leadership et le travail d'équipe. Cinq formations toutes interreliées font partie intégrante de ce programme afin d'améliorer les compétences de l'équipage :

1. La **gestion de l'attention** inclut la compréhension de la manière d'éviter les distractions et les chaînes d'erreurs.
2. La **gestion de l'équipage** enseigne l'importance des bonnes communications, le partage des responsabilités, le leadership et le travail d'équipe.
3. La **gestion du stress** est concentrée sur la compréhension des effets sur la vie d'événements stressants et suggère des stratégies pour y faire face.
4. La **gestion de l'attitude** porte sur les méthodes aidant à reconnaître et à contrôler certaines attitudes et comportements dangereux.
5. La **gestion du risque** concerne l'évaluation des périls opérationnels.